

Научная статья

УДК 633.11:631.527.5(571.63)

EDN TDSUZY

<https://doi.org/10.22450/1999-6837-2025-19-3-9-17>

Оценка количественных признаков гибридов яровой мягкой пшеницы при реципрокных скрещиваниях в условиях Приморского края

Инна Витальевна Коновалова¹, Алексей Григорьевич Клыков²,
Галина Александровна Муругова³

^{1,2,3} Федеральное научное учреждение агробиотехнологий Дальнего Востока имени А. К. Чайки Приморский край, Тимирязевский, Россия

¹ konovalovainna@list.ru, ² alex.klykov@mail.ru, ³ gal.murugova@yandex.ru

Аннотация. В статье представлены результаты анализа проявления эффекта гетерозиса и оценки степени и частоты трансгрессии по элементам продуктивности (продуктивная кустистость, число колосков, число зерен в колосе, масса зерна с главного колоса и растения) у гибридов F_1 и F_2 яровой мягкой пшеницы при реципрокных скрещиваниях. Исследования проводились в лаборатории селекции зерновых и крупяных культур Федерального научного центра агробиотехнологий Дальнего Востока имени А. К. Чайки в период 2023–2024 гг. В качестве родительской формы использовали высокопродуктивные сорта Приморская 40 (селекции Федерального научного центра агробиотехнологий Дальнего Востока имени А. К. Чайки), Пламя (Республика Беларусь); Исеть 45, Баганская 12, Саратовская 29, Агата, Ария (Россия). Исследования показали, что наиболее ценными комбинациями в селекции являются те, у которых в F_1 и F_2 доминируют признаки высокой массы зерна с растения, числа зерен в колосе, продуктивной кустистости и массы зерна с главного колоса. В наших исследованиях наибольшим гетерозисным эффектом характеризовались гибриды с участием сортов Баганская 12, Саратовская 29, Пламя, Агата, Ария, Исеть 45. Наиболее высокие показатели трансгрессии выявлены у гибридных линий F_2 : Баганская 12 × Приморская 40, Исеть 45 × Приморская 40, Агата × Приморская 40, Ария × Приморская 40, Приморская 40 × Ария, Приморская 40 × Пламя, Приморская 40 × Исеть 45, Приморская 40 × Саратовская 29, Пламя × Приморская 40. Для использования в селекционных программах по яровой пшенице на высокую продуктивность в условиях Приморского края рекомендуется применять в гибридизации реципрокные скрещивания.

Ключевые слова: яровая пшеница, гибридизация, признак, гибрид, реципрокные скрещивания, степень доминирования, гетерозис, степень и частота трансгрессии

Для цитирования: Коновалова И. В., Клыков А. Г., Муругова Г. А. Оценка количественных признаков гибридов яровой мягкой пшеницы при реципрокных скрещиваниях в условиях Приморского края // Дальневосточный аграрный вестник. 2025. Том 19. № 3. С. 9–17. <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2025-19-3-9-17>.

Original article

Evaluating quantitative traits in soft spring wheat hybrids obtained through reciprocal crosses under the conditions of Primorsky krai

Inna V. Konovalova¹, Aleksei G. Klykov², Galina A. Murugova³

^{1,2,3} Federal Scientific Center of Agricultural Biotechnology of the Far East named after A. K. Chaika, Primorsky krai, Timiryazevsky, Russian Federation

¹ konovalovainna@list.ru, ² alex.klykov@mail.ru, ³ gal.murugova@yandex.ru

Abstract. The paper presents the results of a study on the heterosis effect and the magnitude and frequency of transgression in key productivity components (productive tillering, number of

spikelets per spike, grain weight from the main spike, and grain weight per plant) in F_1 and F_2 soft spring wheat hybrids obtained through reciprocal crosses. The research was carried out in 2023–2024 by the Laboratory of the Breeding of Grain and Cereal Crops at the Federal Scientific Center of Agricultural Biotechnology of the Far East named after A. K. Chaika. Highly productive varieties were used as parental forms: Primorskaya 40 (developed at the aforementioned center), Plamya (Belarus); Iset' 45, Baganskaya 12, Saratovskaya 29, Agata, and Ariya (Russia). The research identified the most valuable hybrid combinations based on the dominance of favorable traits such as high grain weight per plant, number of grain per spike, productive tillering, and grain weight from the main spike in both F_1 and F_2 generations. In our research, the strongest heterosis effect was observed in hybrids derived from Baganskaya 12, Saratovskaya 29, Plamya, Agata, Ariya, and Iset' 45. Elevated values of transgression parameters were recorded in the following F_2 hybrid lines: Baganskaya 12 × Primorskaya 40, Iset' 45 × Primorskaya 40, Agata × Primorskaya 40, Ariya × Primorskaya 40, Primorskaya 40 × Ariya, Primorskaya 40 × Plamya, Primorskaya 40 × Iset' 45, Primorskaya 40 × Saratovskaya 29, and Plamya × Primorskaya 40. The findings support the use of reciprocal crossing as an effective strategy in breeding programs aimed at improving productivity in spring wheat under the conditions of Primorsky krai.

Keywords: spring wheat, hybridization, trait, hybrid, reciprocal crosses, degree of dominance, heterosis, magnitude and frequency of transgression

For citation: Konovalova I. V., Klykov A. G., Murugova G. A. Evaluating quantitative traits in soft spring wheat hybrids obtained through reciprocal crosses under the conditions of Primorsky krai. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik*. 2025;19;3:9–17. (in Russ.). <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2024-19-3-9-17>.

Введение. Выявление трансгрессивных растений по хозяйственно важным признакам у пшеницы является главным аспектом любой селекционной программы. Как известно, продуктивность сорта пшеницы складывается из многих элементов структуры урожая, таких как продуктивная кустистость, длина колоса, число зерен в колосе, продуктивность главного колоса и одного растения в целом.

Для эффективности селекционного процесса необходим целенаправленный подбор родительских пар для гибридизации, изучения передачи наследственных признаков и определения гибридных комбинаций, в которых отборы ценных селекционных форм будут более вероятными. Одним из таких факторов является величина и степень проявления гетерозиса. Считается, что изучение гетерозиса у гибридов F_1 яровой пшеницы позволяет определить гибридные комбинации с наибольшим проявлением ценных для отбора трансгрессивных форм [1, 2]. Ценные селекционные формы начинают отбирать во втором поколении, и от результативности этой работы зависит успех при выведении новых сортов. Следовательно, зная степень и частоту трансгрессии в конкретной гибридной комбинации, селекционер может увеличить число отбираемых особей.

В этой связи при правильном подборе родительских пар в процессе гибридизации большое значение придается не только изучению исходных сортов, как носителей необходимых признаков, но и проблеме наследования и передачи количественных показателей от родителей к потомкам.

Цель исследований – изучить наследование количественных признаков у гибридов яровой мягкой пшеницы в реципрокных скрещиваниях в условиях Приморского края.

Материалы и методы исследований. Исследования проводились в лаборатории селекции зерновых и крупяных культур Федерального научного центра агробιοтехнологий Дальнего Востока имени А. К. Чайки в 2023–2024 гг.

Объектом изучения были 12 гибридных комбинаций, полученных в результате прямых и обратных скрещиваний. В качестве родительских форм использовали выделившиеся в результате изучения коллекции сорта яровой мягкой пшеницы с ценными хозяйственно-биологическими признаками: Приморская 40 (селекции указанного научного центра); Пламя (Республика Беларусь); Исеть 45, Баганская 12, Саратовская 29, Агата, Ария (Россия).

В 2023 г. гибридные растения высевали в гибридном питомнике по блочной схеме: ♀-F₁-♂ и ♀-F₂-♂. В течение вегетационного периода проводили фенологические наблюдения за ростом и развитием растений. Гибриды и родительские формы анализировали по важнейшим хозяйственно ценным признакам (продуктивная кустистость, длина колоса, количество зерен в колосе, масса зерна с главного колоса и одного растения).

Степень фенотипического доминирования (*Hp*) определялась по методу Гриффинга [3]. Для оценки истинного гетерозиса (*Гист*) использовался метод расчета коэффициентов по Д. С. Омарову [4]. Гетерозис истинный характеризует более сильное проявление признака в F₁ по сравнению с лучшей родительской формой.

У гибридных популяций второго поколения, полученных в результате реципрочных скрещиваний, определяли степень (*Tc*) и частоту (*Tч*) положительных трансгрессий изучаемых признаков по методике, описанной Г. С. Воскресенской и В. И. Шпотом [5].

Фенологические наблюдения, полевые учеты и оценки осуществляли по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур и методике полевого опыта. Обработка статистических данных проведена по методике, изложенной Б. А. Доспеховым [6].

Результаты исследований. Анализ степени доминирования и проявления гетерозиса в первом поколении (F₁), а также степени и частоты трансгрессии во втором поколении (F₂) проводили при прямых и обратных скрещиваниях по основным элементам продуктивности: продуктивная кустистость, длина колоса, число зерен в колосе, масса зерна с главного колоса и одного растения.

Наследование количественных признаков у гибридов F₁ очень специфично и варьирует от депрессии до сверхдоминирования. При сравнении прямых и обратных комбинаций скрещиваний по продуктивной кустистости у гибридов отмечены доминантные эффекты, а также гетерозис.

Как правило, ценные селекционные формы начинают отбирать во втором поколении, и от результативности этой работы зависит успех при выведении новых

сортов. Следовательно, зная степень и частоту трансгрессии в конкретной гибридной комбинации, селекционер может увеличить число отбираемых особей [1, 7].

У гибридов первого поколения яровой мягкой пшеницы с положительным гетерозисом и высокой доминантностью наблюдается появление положительных трансгрессивных признаков во втором поколении [8–12].

Продуктивная кустистость у родительских форм варьировала в пределах 3,0–5,0 шт. При этом из 12 изученных гибридных линий пять комбинаций имели более высокую продуктивную кустистость, чем их родители (табл. 1).

Сравнение гибридов яровой мягкой пшеницы от прямого и обратного скрещивания в пределах реципрочных пар показало, что из 12 проанализированных комбинаций высокая степень истинного гетерозиса отмечена у трех комбинаций при прямых скрещиваниях:

Приморская 40 × Саратовская 29 (31,2 %);

Приморская 40 × Агата (20,5 %);

Приморская 40 × Пламя (14,3 %).

Также она характерна для трех обратных комбинаций скрещиваний:

Исеть 45 × Приморская 40 (16,3 %);

Баганская 12 × Приморская 40 (40,0 %);

Ария × Приморская 40 (46,1 %).

При анализе гибридов второго поколения по продуктивной кустистости положительная степень трансгрессии наблюдалась в 12 комбинациях. Наибольшую ценность для практической селекции имеют комбинации с высокими значениями трансгрессивной изменчивости (первая цифра указывает на степень, вторая – на частоту положительных трансгрессий):

Приморская 40 × Исеть 45 (10,0; 40,0);

Приморская 40 × Саратовская 29 (31,2; 71,4);

Приморская 40 × Агата (12,5; 75,0);

Приморская 40 × Пламя (33,3; 40,0);

Исеть 45 × Приморская 40 (13,5; 50,0);

Баганская 12 × Приморская 40 (40,0; 71,4);

Пламя × Приморская 40 (22,2; 40,0).

Признаком для отбора на ранних этапах селекции является «длина колоса». Длина колоса у родительских форм варьировала от 8,4 до 12,2 см. Из 12 изученных

Таблица 1 – Характер наследования продуктивной кустистости у гибридов F₁ и F₂ яровой мягкой пшеницы

Table 1 – Inheritance of productive tillering in F₁ and F₂ soft spring wheat hybrids

Комбинация скрещиваний (♀×♂)	Продуктивная кустистость, шт.			F ₁			F ₂	
	P♀	F ₁	P♂	Гист, %	Ггип, %	Нр	Тс, %	Тч, %
Приморская 40 × Исеть 45	3,9	4,6	4,3	6,9	12,2	2,5	10,0	40,0
Исеть 45 × Приморская 40	4,3	5,0	3,9	16,3	22,0	4,5	13,5	50,0
Приморская 40 × Баганская 12	3,9	5,3	5,0	6,0	20,5	0,5	6,0	14,3
Баганская 12 × Приморская 40	5,0	7,0	3,9	40,0	59,0	4,3	40,0	71,4
Приморская 40 × Саратовская 29	3,9	6,3	4,8	31,2	43,2	4,8	31,2	71,4
Саратовская 29 × Приморская 40	4,8	4,9	3,9	2,1	11,4	1,2	2,1	30,0
Приморская 40 × Агата	3,9	4,7	3,3	20,5	30,6	3,7	12,5	75,0
Агата × Приморская 40	3,3	3,2	3,9	-17,9	-11,1	-1,3	2,6	50,0
Приморская 40 × Пламя	3,9	4,8	4,5	14,3	6,7	2,0	33,3	40,0
Пламя × Приморская 40	4,5	4,0	3,9	-4,8	-11,1	-0,6	22,2	40,0
Приморская 40 × Ария	3,9	5,2	3,0	33,3	52,9	3,6	7,1	80,0
Ария × Приморская 40	3,0	5,7	3,9	46,1	67,6	4,6	1,8	100,0

гибридных линий 10 комбинаций имели более длинные колоски, чем их родители. Наибольшей длиной колоса (13,0 см) характеризовались гибриды, полученные от прямого и обратного скрещивания, показанные в таблице 2:

Исеть 45 × Приморская 40;

Приморская 40 × Баганская 12.

Степень истинного гетерозиса отмечена невысокая (1,8–6,6 %) и лишь у обратной комбинации Исеть 45 × Приморская 40 она составила 17,1 %. Наблюдалась депрессия при реципрокных скрещиваниях у гибридов:

Приморская 40 × Саратовская 29 (-14,4 %);

Пламя × Приморская 40 (-2,7 %);

Приморская 40 × Ария (-6,3 %).

При анализе гибридов второго поколения (F₂) по длине колоса положительная степень трансгрессии наблюдалась у 10 гибридных комбинаций прямых и обратных скрещиваний. Высокая степень и частота трансгрессии по признаку длины колоса зафиксированы у обратных комбинаций скрещиваний:

Исеть 45 × Приморская 40 (23,7 %);

Агата × Приморская 40 (10,7 %).

Отрицательная степень трансгрессии наблюдалась у гибридных линий:

Баганская 12 × Приморская 40 (-4,5 %);

Приморская 40 × Саратовская 29 (-10,3 %).

По длине колоса частота трансгрессии в 10 гибридных комбинациях варьировала от 40,0 до 100,0 %, и только у двух гибридных линий она принимала нулевое значение.

Число зерен в колосе влияет на продуктивность растения и урожайность сорта в целом (табл. 3).

Исследования показали, что у родительских форм число зерен в колосе варьировало в пределах 36,5–47,1 шт., а у гибридных комбинаций – 38,0–64,0 шт. Из 12 изученных гибридных линий 10 комбинаций имели больше зерен в колосе, чем их родители.

По данному признаку наблюдались три типа наследования: отрицательное доминирование, неполное доминирование (Нр = 0,5) и гетерозис. Наибольшая сте-

Таблица 2 – Характер наследования длины колоса у гибридов F₁ и F₂ яровой мягкой пшеницы

Table 2 – Inheritance of spike length in F₁ and F₂ soft spring wheat hybrids

Комбинация скрещиваний (♀×♂)	Длина колоса, см			F ₁			F ₂	
	P♀	F ₁	P♂	Гист, %	Ггип, %	Нр	Тс, %	Тч, %
Приморская 40 × Исеть 45	11,1	11,4	10,1	2,7	7,5	1,6	3,4	40,0
Исеть 45 × Приморская 40	10,1	13,0	11,1	17,1	22,6	4,8	23,7	75,0
Приморская 40 × Баганская 12	11,1	13,0	12,2	6,6	12,0	2,3	4,8	42,8
Баганская 12 × Приморская 40	12,2	12,7	11,1	4,1	9,5	1,8	4,0	57,1
Приморская 40 × Саратовская 29	11,1	9,5	10,9	-14,4	-13,6	-15,0	-10,3	0,0
Саратовская 29 × Приморская 40	10,9	11,5	11,1	3,6	4,5	5,0	8,5	83,3
Приморская 40 × Агата	11,1	11,3	10,6	1,8	4,6	1,7	5,3	87,5
Агата × Приморская 40	10,6	11,2	11,1	1,8	4,6	1,7	10,7	100,0
Приморская 40 × Пламя	11,1	11,6	10,2	4,5	9,4	2,0	8,0	0,0
Пламя × Приморская 40	10,2	10,8	11,1	-2,7	1,9	0,4	3,6	80,0
Приморская 40 × Ария	11,1	10,4	8,4	-6,3	7,2	0,5	4,8	60,0
Ария × Приморская 40	8,4	11,5	11,1	3,6	17,9	1,3	5,7	100,0

Таблица 3 – Характер наследования числа зерен в колосе у гибридов F₁ и F₂ яровой мягкой пшеницы

Table 3 – Inheritance of the grain number per spike in F₁ and F₂ soft spring wheat hybrids

Комбинация скрещиваний (♀×♂)	Число зерен в колосе, шт.			F ₁			F ₂	
	P♀	F ₁	P♂	Гист, %	Ггип, %	Нр	Тс, %	Тч, %
Приморская 40 × Исеть 45	39,3	47,4	40,0	18,5	19,4	25,7	18,5	40,0
Исеть 45 × Приморская 40	40,0	64,0	39,3	60,0	61,2	81,0	60,0	100,0
Приморская 40 × Баганская 12	39,3	43,7	42,0	4,0	7,6	2,2	4,0	71,4
Баганская 12 × Приморская 40	42,0	47,0	39,3	11,9	15,8	4,6	11,9	71,4
Приморская 40 × Саратовская 29	39,3	40,0	36,5	1,8	5,5	1,5	1,8	57,1
Саратовская 29 × Приморская 40	36,5	46,7	39,3	18,8	23,2	6,3	18,8	100,0
Приморская 40 × Агата	39,3	38,0	41,8	-21,0	-13,0	-1,3	-9,0	0,0
Агата × Приморская 40	41,8	46,0	39,3	10,0	5,3	0,5	10,0	25,0
Приморская 40 × Пламя	39,3	56,4	47,1	19,7	30,6	3,4	19,7	60,0
Пламя × Приморская 40	47,1	53,0	39,3	12,5	22,7	2,5	12,6	20,0
Приморская 40 × Ария	39,3	44,4	38,2	13,0	14,7	9,5	12,9	80,0
Ария × Приморская 40	38,2	45,7	39,3	16,3	18,1	11,7	16,2	33,3

пень фенотипического доминирования отмечена у обратной гибридной комбинации Исеть 45 × Приморская 40 (81,0). Высокая степень гипотетического и истинного гетерозиса отмечена у обратной гибридной комбинации Исеть 45 × Приморская 40 (61,2 и 60,0 % соответственно). Следует отметить, что гетерозисный эффект выше у тех гибридов, где родительские формы незначительно различаются по данному признаку.

По числу зерен в колосе у гибридов второго поколения положительная степень трансгрессии выявлена у 11 реципрокных пар скрещиваний; отрицательная степень трансгрессии отмечена у одной гибридной линии: Приморская 40 × Агата (–9,0 %). Частота трансгрессии в гибридных комбинациях изменялась от 20,0 до 100 % и только у одной гибридной линии (Приморская 40 × Агата) она принимала нулевое значение.

Продуктивность растения тесно связана со всеми ее элементами. Анализ прямых и обратных скрещиваний показал, что масса зерна с растения у гибридов F_1

варьировала от 4,53 до 10,17 г (табл. 4). Наследование очень специфично и варьирует от депрессии до гетерозиса, что открывает возможности отбора ценных форм. Высокая степень фенотипического доминирования отмечена у комбинации Приморская 40 × Исеть 45.

Наибольшая степень истинного гетерозиса проявилась у пяти гибридных комбинаций:

Приморская 40 × Пламя (45,6 %);
Приморская 40 × Исеть 45 (33,2 %);
Ария × Приморская 40 (29,1 %);
Приморская 40 × Саратовская 29 (24,9 %);
Баганская 12 × Приморская 40 (24,3 %).

По массе зерна с растения большинство гибридов яровой мягкой пшеницы имели положительную степень трансгрессии. Среди них отмечены две комбинации с высокой степенью трансгрессии:

Приморская 40 × Пламя (47,3 %);
Приморская 40 × Исеть (32,8 %).

Заключение. Использование в реципрокном скрещивании родительских

Таблица 4 – Характер наследования массы зерна с растения у гибридов F_1 и F_2 яровой мягкой пшеницы

Table 4 – Inheritance of the grain weight per plant in F_1 and F_2 soft spring wheat hybrids

Комбинация скрещиваний (♀×♂)	Масса зерна с одного растения, г			F_1			F_2	
	$P_{♀}$	F_1	$P_{♂}$	Гист, %	Ггип, %	Нр	Тс, %	Тч, %
Приморская 40 × Исеть 45	6,59	8,78	6,25	33,2	36,7	13,9	32,8	80,0
Исеть 45 × Приморская 40	6,25	6,90	6,59	4,7	7,5	2,8	0,8	80,0
Приморская 40 × Баганская 12	6,59	7,92	7,56	4,8	11,9	1,8	3,9	57,1
Баганская 12 × Приморская 40	7,56	9,40	6,59	24,3	32,8	4,8	23,3	71,4
Приморская 40 × Саратовская 29	6,59	8,23	5,69	24,9	34,0	4,6	17,4	42,8
Саратовская 29 × Приморская 40	5,69	6,96	6,59	5,6	13,4	1,8	5,1	66,6
Приморская 40 × Агата	6,59	6,61	4,73	0,3	16,8	1,0	0,3	28,6
Агата × Приморская 40	4,73	7,20	6,59	9,3	27,2	1,7	9,3	75,0
Приморская 40 × Пламя	6,59	9,60	5,85	45,6	54,3	9,1	47,3	60,0
Пламя × Приморская 40	5,85	7,12	6,59	8,0	14,5	2,4	8,0	60,0
Приморская 40 × Ария	6,59	9,32	7,88	18,3	28,9	3,2	18,3	80,0
Ария × Приморская 40	7,88	10,17	6,59	29,1	40,7	4,5	29,4	33,3

форм, максимально различающихся по элементам продуктивности растения, дает возможность получить гибриды первого поколения, значительно превосходящие родительские формы по продуктивности. Наиболее ценными комбинациями являются те, у которых в первом поколении доминируют признаки высокой продуктивности растений (продуктивная кустистость, длина колоса, число зерен в колосе, масса зерна с главного колоса и растения).

В проведенных исследованиях наибольшим гетерозисным эффектом характеризовались гибриды с участием сортов Баганская 12, Саратовская 29, Пламя, Агата, Ария, Исеть 45. При этом целесообразно выделять комбинации в F_2 с высоким гетерозисным эффектом с целью дальнейшего изучения на предмет появления трансгрессий.

Во втором поколении гибридов выявлены трансгрессивные формы. При этом наиболее высокие показатели трансгрессии представлены у следующих гибридных линий:

Баганская 12 × Приморская 40;
Исеть 45 × Приморская 40;
Агата × Приморская 40;
Ария × Приморская 40;
Приморская 40 × Ария;
Приморская 40 × Пламя;
Приморская 40 × Исеть 45;
Приморская 40 × Саратовская 29;
Саратовская 29 × Приморская 40.

Отбор продуктивных форм по всем изученным признакам будет эффективен в более поздних поколениях гибридов.

Список источников

1. Абрамов А. Г., Абрамова И. Н., Братейко Е. Н., Клименко Н. Н. Селекционная ценность гибридов яровой мягкой пшеницы в лесостепной зоне Предбайкалья // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 3 (56). С. 6–14. doi: 10.34655/bgsha.2019.56.3.001. EDN XAZHUT.
2. Коновалова И. В., Богдан П. М., Клыков А. Г. Проявление эффекта гетерозиса по основным элементам продуктивности у внутривидовых гибридов яровой мягкой пшеницы // Дальневосточный аграрный вестник. 2017. № 3 (43). С. 50–55. EDN ZWL BX R.
3. Зенищева Л. С. Наследуемость количественных признаков, определяющих устойчивость растений к полеганию // Сельскохозяйственная биология. 1968. Т. 3. № 5. С. 780–794.
4. Омаров Д. С. К методике оценки гетерозиса у растений // Сельскохозяйственная биология. 1975. Т. 10. № 1. С. 123–127.
5. Воскресенская Г. С., Шпота В. И. Трансгрессия признаков у гибридов BRASSICA и методика количественного учета этого явления // Доклады ВАСХНИЛ. 1967. № 7. С. 18–20.
6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М. : Агропромиздат, 1985. 351 с.
7. Гаджиева С. К. Исследование некоторых количественных признаков гибридов первого поколения мягкой пшеницы (F_1) // Сборник научных трудов по агротехнике. Баку, 2017. С. 38–42.
8. Юсифова Г. М. Исследование наследственной передачи некоторых количественных признаков у реципрочных гибридов мягких сортов пшеницы первого поколения (F_1) // Актуальные проблемы современной аграрной и биологической наук: глобальные вызовы и инновации : материалы междунар. науч.-практ. конф. Баку, 2022. С. 61–65.
9. Юсифова Г. М. Исследование некоторых количественных признаков у реципрочных гибридов мягких сортов пшеницы первого поколения (F_1) // Перспективы развития инновационных технологий в аграрном секторе : материалы междунар. науч. конф. Ленкорань, 2022. С. 153–155.
10. Новохатин В. В. Озимые сорта в селекции мягкой яровой пшеницы // Эпоха науки. 2020. № 24. С. 59–64. doi: 10.24411/2409-3203-2020-12412.
11. Юсифова Г. М. Проявление эффекта гетерозиса роста у внутривидовых гибридов мягкой пшеницы // Бюллетень науки и практики. 2024. Т. 10. № 7. С. 86–92. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/104/12>.

12. Зотова Л. П., Савин Т. В., Жумалин А. Х., Абдуллоев Ф. М., Хасанова Г. Ж. Оценка продуктивных и качественных характеристик перспективных линий яровой мягкой пшеницы // Вестник науки Казахского агротехнического университета. 2022. № 2 (113). С. 86–94. doi: 10.51452/kazatu.2022.2(113).983. EDN BMVKBQ.

References

1. Abramov A. G., Abramova I. N., Brateiko E. N., Klimenko N. N. Breeding value of spring wheat hybrids in forest-steppe zone of Cisbaikalia. *Vestnik Buryatskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, 2019;3(56):6–14. doi: 10.34655/bgsha.2019.56.3.001. EDN XAZHUT (in Russ.).

2. Konovalova I. V., Bogdan P. M., Klykov A. G. Manifestation of heterosis effect on the basic productivity elements of intraspecific hybrids of spring soft wheat. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik*, 2017;3(43):50–55. EDN ZWLBXR (in Russ.).

3. Zenishcheva L. S. The heritability of quantitative traits determining plant resistance to lodging. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya*, 1968;3;5:780–794 (in Russ.).

4. Omarov D. S. On the methodology of the assessment of heterosis in plants. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya*, 1975;10;1:123–127 (in Russ.).

5. Voskresenskaya G. S., Shpota V. I. Transgression of traits in Brassica hybrids and methods for quantitative assessment. *Doklady VASKhNIL*, 1967;7:18–20 (in Russ.).

6. Dospikhov B. A. *Methods of field experiments (with the basics of the statistical processing of research results)*, Moscow, Agropromizdat, 1985, 351 p. (in Russ.).

7. Gadzhieva S. K. Investigation of some quantitative characteristics of first-generation soft wheat (F₁) hybrids. Proceedings from *Sbornik nauchnykh trudov po agrotekhnike*. (PP. 38–42), Baku, 2017 (in Azeri).

8. Yusifova G. M. Investigation of the hereditary transmission of certain quantitative traits in reciprocal hybrids of soft wheat varieties of the first generation (F₁). Proceedings from Current problems of modern agricultural and biological sciences: global challenges and innovations: *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 61–65), Baku, 2022 (in Azeri).

9. Yusifova G. M. Investigation of some quantitative characteristics in reciprocal hybrids of soft wheat varieties of the first generation (F₁). Proceedings from Prospects for the development of innovative technologies in the agricultural sector: *Mezhdunarodnaya nauchnaya konferentsiya*. (PP. 153–155), Lenkoran, 2022 (in Azeri).

10. Novokhatin V. V. Winter varieties in the breeding of soft spring wheat. *Ehpokha nauki*, 2020;24:59–64. doi: 10.24411/2409-3203-2020-12412 (in Russ.).

11. Yusifova G. M. Manifestation of the effect of growth heterosis in intraspecific hybrids of soft wheat. *Byulleten' nauki i praktiki*, 2024;10(7):86–92. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/104/12> (in Russ.).

12. Zotova L. P., Savin T. V., Zhumalin A. Kh., Abdulloev F. M., Khasanova G. Zh. Evaluation of productive and qualitative characteristics of promising lines of spring soft wheat. *Vestnik nauki Kazakhskogo agrotekhnicheskogo universiteta*, 2022;2(113):86–94. doi: 10.51452/kazatu.2022.2(113).983. EDN BMVKBQ (in Russ.).

© Коновалова И. В., Клыков А. Г., Муругова Г. А., 2025

Статья поступила в редакцию 04.07.2025; одобрена после рецензирования 18.08.2025; принята к публикации 04.09.2025.

The article was submitted 04.07.2025; approved after reviewing 18.08.2025; accepted for publication 04.09.2025.

Информация об авторах

Коновалова Инна Витальевна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, Федеральный научный центр агrobiотехнологий Дальнего Востока имени А. К. Чайки, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1836-5342>, konovalovainna@list.ru;

Клыков Алексей Григорьевич, доктор биологических наук, профессор, академик Российской академии наук, Федеральный научный центр агrobiотехнологий Дальнего Востока имени А. К. Чайки, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2390-3486>, alex.klykov@mail.ru;

Муругова Галина Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Федеральный научный центр агrobiотехнологий Дальнего Востока имени А. К. Чайки, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4203-851X>, gal.murugova@yandex.ru

Information about the authors

Inna V. Konovalova, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Federal Scientific Center of Agricultural Biotechnology of the Far East named after A. K. Chaika, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1836-5342>, konovalovainna@list.ru;

Aleksei G. Klykov, Doctor of Biological Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Federal Scientific Center of Agricultural Biotechnology of the Far East named after A. K. Chaika, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2390-3486>, alex.klykov@mail.ru;

Galina A. Murugova, Doctor of Agricultural Sciences, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, Federal Scientific Center of Agricultural Biotechnology of the Far East named after A. K. Chaika, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4203-851X>, gal.murugova@yandex.ru

Вклад авторов:

Коновалова И. В. – проведение исследований, обработка и анализ экспериментальных данных, написание статьи;

Клыков А. Г. – общее руководство исследованиями, редактирование статьи;

Муругова Г. А. – написание статьи, оформление и редактирование статьи

Contribution of the authors:

I. V. Konovalova – conducting research, processing and analyzing experimental data, writing an article;

A. G. Klykov – general research management, article editing;

G. A. Murugova – writing an article, formatting and editing an article

При этом все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. The authors contributed equally to this article.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.