

УДК 633.11: 631.527
ГРНТИ 68.35.29; 68.35.03

DOI:10.24411/1999-6837-2019-12018

Коновалова И.В., канд. с.-х. наук, научный сотрудник;
Богдан П.М., канд. с.-х. наук, научный сотрудник;
Клыков А.Г., д-р биол.наук, чл.-корр. РАН, завотделом селекции
и биотехнологии с.-х. культур,
ФГБНУ «ФНЦ агrobiотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки»,
г. Уссурийск, п. Тимирязевский,
E-mail: fe.smc_rf@mail.ru

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГИБРИДОВ F₁ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ РЕЦИПРОКНЫХ СКРЕЩИВАНИЯХ

© Коновалова И.В., Богдан П.М., Клыков А.Г., 2019

В статье представлены результаты анализа проявления эффекта гетерозиса по элементам продуктивности (продуктивная кустистость, число зерен в колосе, масса зерна с главного колоса и растения) у внутривидовых гибридов F₁ яровой мягкой пшеницы при реципрокных скрещиваниях. Исследования проводились в лаборатории селекции зерновых и крупяных культур ФГБНУ «ФНЦ агrobiотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки» в 2017-2018 гг. В качестве родительских форм использовали высокопродуктивные сорта, выделившиеся по элементам продуктивности: яровой мягкой пшеницы – Приморская 39, Приморская 40, Приморская 50 (селекции ФГБНУ «ФНЦ агrobiотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки»); озимой мягкой пшеницы – Лебедь и Айвина (ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко»). Исследования показали, что наиболее ценными комбинациями в селекции являются те, у которых в F₁ доминируют признаки высокой массы зерна с растения, числа зерен в колосе, продуктивной кустистости и массы зерна с главного колоса. Наибольший эффект гетерозиса по элементам продуктивности имеют гибридные комбинации: Лебедь × Приморская 39, Лебедь × Приморская 40, Приморская 40 × Айвина Приморская 40 × Лебедь. Для использования в селекционных программах по яровой пшенице на высокую продуктивность в условиях Приморского края могут быть рекомендованы реципрокные скрещивания озимых и яровых форм.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ЯРОВАЯ И ОЗИМАЯ ПШЕНИЦА, ГИБРИДИЗАЦИЯ, ПРИЗНАК, СТЕПЕНЬ ФЕНОТИПИЧЕСКОГО ДОМИНИРОВАНИЯ, ГЕТЕРОЗИС, ГИБРИД, РЕЦИПРОКНЫЕ СКРЕЩИВАНИЯ.

UDC 633.11: 631.527

DOI:10.24411/1999-6837-2019-12018

Konovalova I.V., Cand. Agr. Sci., Research Worker;
Bogdan P.M., Cand. Agr. Sci., Research Worker;
Klykov A.G., Dr Biol. Sci., Correspondent Member of RAS,
Head of the Department of Selection and Biotechnology of Crops,
Federal Scientific Center of Agrobiotechnologies of the Far East Named after A. K. Chaika,
Village of Timiryazevsky, Ussuriysk,
E-mail: fe.smc_rf@mail.ru)

COMPARATIVE ANALYSIS OF F₁ HYBRIDS OF SOFT SPRING WHEAT IN RECIPROCAL CROSSES

The article investigates intraspecific F₁ hybrids of soft spring wheat in reciprocal crosses and presents the results of the analysis of the effect of heterosis in the terms of productivity elements (productive tilling capacity, number of grains in the ear, weight of grain from the main ear and from

the plant). The studies were carried out at the Federal Scientific Center of Agrobiotechnologies of the Far East Named after A. K. Chaika, Laboratory for Breeding Grain and Cereal Crops, in 2017-2018. The following high productive varieties were used as parent forms: soft spring wheat - Primorskaya 39, Primorskaya 40, Primorskaya 50 (selection of the Federal Scientific Center of Agrobiotechnologies of the Far East Named after A. K. Chaika); soft winter wheat – Lebed and Aivina (National Center of Grain Named after P. P. Lukyanenko). The research showed that the most valuable breeding combinations are those that have the following dominant characters in the F₁: high grain weight from the plant, number of grains in the ear, productive tilling capacity and weight of grain from the main ear. The greatest effect of heterosis in the terms of productivity elements belongs to hybrid combinations: Lebed×Primorskaya 39, Lebed× Primorskaya 40, Primorskaya 40×Aivina Primorskaya 40 ×Lebed. Reciprocal crossing of winter and spring forms can be recommended for application in the breeding programs for spring wheat to reach high productivity under the conditions of Primorsky Krai.

KEY WORDS: SPRING AND WINTER WHEAT, HYBRIDIZATION, CHARACTER, DEGREE OF PHENOTYPIC DOMINANCE, HETEROSIS, HYBRID, RECIPROCAL CROSSING.

В селекционной работе широко и успешно используют в качестве исходного материала гибридные популяции, полученные при скрещивании озимых пшениц с яровыми [6]. Преимущество их состоит в том, что в них удастся сконцентрировать более богатый комплекс наследственных факторов, детерминирующих развитие хозяйственно ценных признаков и свойств, чем в комбинациях скрещивания яровых пшениц с яровыми или озимых с озимыми [3]. Результаты работы отечественных и зарубежных генетиков, селекционеров показали, что в расщепляющемся потомстве гибридов от скрещивания резко обособленных друг от друга экотипов появляются формы, превосходящие лучшие исходные сорта по соответствующим хозяйственно полезным признакам [4].

Учитывая генетическую природу яровых и озимых при значительном их различии, следует ожидать разнообразного формообразовательного процесса в большинстве гибридных поколений, а при подборе соответствующих пар – и повышенной степени эффекта гетерозиса [6].

Основная задача, которую предлагается решить путем вовлечения в скрещивание озимых форм – повышение продуктивности яровой пшеницы. Как известно, озимая пшеница имеет более крупный многоцветковый колос и более крупное зерно, по массе зерна на один колос в сравнимых условиях она превышает яровую в 1,5-2 раза [5, 7]. Поэтому использование озимых форм в селекции яровой пшеницы с целью

получения нового исходного материала является актуальным направлением.

Цель исследования – определить степень фенотипического доминирования и эффект гетерозиса у гибридов F₁, полученных с использованием сортов яровой и озимой пшеницы в реципрокных скрещиваниях.

Материалы и методы исследований. Исследования проводились в лаборатории селекции зерновых и крупяных культур ФГБНУ «ФНЦ агrobiотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки» в 2017-2018 гг. В качестве родительских форм для прямых и обратных скрещиваний использовали сорта озимой пшеницы – Айвина и Лебедь (ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко»), выделившиеся по элементам продуктивности (продуктивная кустистость, число зерен в колосе, масса зерна с главного колоса и с растения), и сорта яровой мягкой пшеницы – Приморская 39, Приморская 40, Приморская 50 (селекции ФГБНУ «ФНЦ агrobiотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки») по схеме: яровые×озимые и озимые×яровые. Скрещивания проводили в 2017 году в несколько сроков, для совмещения фазы цветения яровых и озимых форм. Яровизацию озимых проводили в течение 60 дней и высевали в гибридном питомнике одновременно с яровыми. В 2018 году гибридные растения и родительские формы высевали вручную по блочной схеме «мать-гибрид»

отец», площадь делянки – до 1 м². Полученные гибриды F₁ и родительские формы анализировали по основным элементам продуктивности (продуктивная кустистость, число зерен в колосе, масса зерна с главного колоса и растения).

Одним из показателей характера проявления гетерозиса по элементам продуктивности является степень фенотипического доминирования (Нр) определяемая по формуле Гриффинга [2]:

$$H_p = \frac{F_1 - M_p}{P_{\max} - M_p}, \quad (1)$$

где Нр – оценка доминантности, F₁ – среднее арифметическое значение признака у гибрида в F₁; M_p – среднее значение признака обоих родителей; P_{max} – среднее значение родителя с наиболее развитым признаком.

Параметры гипотетического и истинного гетерозиса рассчитывали по следующим формулам:

$$Г_{гип} = \frac{F_1 - P_{cp}}{P_{cp}} \times 100\%; \quad (2)$$

где F₁ – средний показатель у гибридных форм, P_{cp} – средний показатель обоих родительских форм.

Гетерозис истинный (Гист.) характеризует более сильное проявление признака в F₁ по сравнению с лучшей родительской формой. Для оценки использовался метод расчета коэффициентов истинного гетерозиса по Д.С. Омарову [8]:

$$Гист = \frac{F_1 - P_{лучш.}}{P_{лучш.}} \times 100\%; \quad (3)$$

где F₁ – средний показатель у гибридных форм, P_{лучш.} – средний показатель лучшей родительской формы.

Статистическая обработка материала проведена методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [1].

Результаты исследований и их обсуждение. Проведено изучение гибридов первого поколения, полученных при реципрокных скрещиваниях по основным элементам продуктивности (продуктивная кустистость, число зерен в колосе, масса зерна с главного колоса и растения).

Анализ гибридов F₁, свидетельствует о том, что наследование количественных признаков очень специфично и варьирует от депрессии до сверхдоминирования. При этом отмечена небольшая тенденция положительной связи между значением доминирования и гетерозиса: при высокой степени доминирования – выше гетерозис.

При сравнении прямых и обратных комбинаций скрещиваний по продуктивной кустистости у гибридов отмечены доминантные и сверхдоминантные эффекты, а также гетерозис.

Анализ родительских форм и гибридов F₁ свидетельствует о том, что последние образовывали больше продуктивных стеблей на 0,3-10,2 шт. (табл.1).

Таблица 1

Гетерозис по продуктивной кустистости у гибридов F₁ яровой мягкой пшеницы

Комбинация скрещиваний	Продуктивная кустистость, шт.			Г ист.,%	Г гип.,%	Нр
	P♀	F ₁	P♂			
♀Приморская 39 × ♂Лебедь	6,9	8,5	6,5	23,2	26,9	9,0
♀Лебедь × ♂Приморская 39	6,5	12,0	6,9	73,9	79,1	26,5
♀Приморская 40 × ♂Лебедь	6,4	10,0	6,6	51,5	53,8	35,0
♀Лебедь × ♂Приморская 40	6,6	8,2	6,4	24,2	26,2	17,0
♀Приморская 50 × ♂Лебедь	6,7	10,9	6,5	62,7	65,2	43,0
♀Лебедь × ♂Приморская 50	6,5	8,5	6,7	26,9	28,8	19,0
♀Приморская 39 × ♂Айвина	6,9	8,5	8,2	3,7	11,8	1,5
♀Айвина × ♂Приморская 39	8,2	10,8	6,9	31,7	42,1	5,3
♀Приморская 40 × ♂Айвина	4,8	9,2	8,2	12,2	41,5	1,6
♀Айвина × ♂Приморская 40	8,2	15,0	4,8	82,9	130,7	5,0
♀Приморская 50 × ♂Айвина	10,9	11,0	8,2	0,9	14,6	1,0
♀Айвина × ♂Приморская 50	8,2	12,0	10,9	10,1	25,0	1,8
НСР _{0,95}	0,5	0,7	0,6			

У гибридов лучший показатель отмечен у комбинаций: Айвина × Приморская 40, Айвина × Приморская 50, Лебедь × Приморская 39.

У гибридов лучший показатель отмечен у комбинаций: Айвина × Приморская 40, Айвина × Приморская 50, Лебедь × Приморская 39. Сравнение гибридов яровой мягкой пшеницы от прямого и обратного скрещивания в пределах реципрокных пар показало, что из 12 проанализированных комбинаций высокая степень истинного гетерозиса (Гист.) отмечена только у трех

комбинаций при обратных скрещиваниях: Лебедь × Приморская 39 (73,9%), Айвина × Приморская 40 (82,9%), Айвина × Приморская 39 (31,7%). Следует отметить, что гетерозисный эффект выше у тех гибридов, где родительские формы незначительно различаются по рассматриваемому признаку.

Число зерен в колосе влияет на продуктивность и урожайность сорта в целом. Гибриды F₁ в среднем превосходят родительские формы по озерненности колоса (табл. 2).

Таблица 2

Гетерозис по числу зерен в колосе у гибридов F₁ яровой мягкой пшеницы

Комбинация скрещиваний	Число зерен в колосе, шт.			Г ист.,%	Г гип.,%	Нр
	Р♀	F ₁	Р♂			
♀Приморская 39 × ♂ Лебедь	33,5	50,0	48,8	2,5	21,4	1,2
♀ Лебедь × ♂Приморская 39	48,8	52,0	33,5	6,6	26,2	1,4
♀Приморская 40 × ♂Лебедь	37,0	49,0	48,7	0,6	14,2	1,1
♀Лебедь × ♂Приморская 40	48,7	56,0	37,0	14,9	30,5	2,3
♀Приморская 50 × ♂Лебедь	36,0	38,0	32,0	5,6	11,8	2,0
♀Лебедь × ♂ Приморская 50	32,0	40,0	36,0	11,1	17,6	3,0
♀Приморская 39 × ♂ Айвина	32,7	52,0	37,8	37,6	47,3	6,7
♀ Айвина × ♂ Приморская 39	37,8	55,0	32,7	45,5	55,8	7,9
♀Приморская 40 × ♂ Айвина	26,4	42,0	37,8	11,1	30,8	1,7
♀ Айвина × ♂ Приморская 40	37,8	50,0	26,4	32,3	55,8	3,1
♀Приморская 50 × ♂ Айвина	38,9	46,0	37,8	18,3	19,8	15,2
♀ Айвина × ♂ Приморская 50	37,8	48,0	38,9	23,4	25,0	19,2
НСР _{0,95}	3,3	3,6	3,1			

Как правило, озимые сорта превосходили яровые по этому показателю. Высокая степень фенотипического доминирования отмечена у комбинации Приморская 50 × Айвина.

Установлено, что между прямыми и обратными гибридами F₁ по числу зерен в колосе наблюдалась высокая степень гетерозиса только при обратных скрещиваниях.

Важнейшим элементом продуктивности колоса является масса зерна с главного колоса. Гибриды и родительские формы по данному признаку наследуются по типу гетерозиса. У гибридов F₁ данный признак варьировал от 2,67 до 3,51 г (табл.3). Высокая степень гетерозиса и сверхдоминирование отмечено у комбинации Лебедь × Приморская 40.

Таблица 3

Гетерозис по массе зерна с главного колоса у гибридов F₁ яровой мягкой пшеницы

Комбинация скрещиваний	Масса зерна с главного колоса, г			Г ист.,%	Г гип.,%	Нр
	Р♀	F ₁	Р♂			
1	2	3	4	5	6	7
♀Приморская 39 × ♂ Лебедь	2,72	2,83	1,32	4,0	41,5	1,0
♀ Лебедь × ♂Приморская 39	1,32	2,95	2,72	8,5	47,5	1,3
♀Приморская 40 × ♂Лебедь	2,69	2,87	1,50	6,7	37,3	1,3
♀Лебедь × ♂Приморская 40	1,50	3,51	2,69	30,5	67,1	2,4
♀Приморская 50 × ♂Лебедь	2,93	2,95	1,32	0,7	37,2	1,0
♀Лебедь × ♂ Приморская 50	1,32	3,03	2,93	3,4	40,9	1,1

Продолжение табл.3

1	2	3	4	5	6	7
♀Приморская 39 × ♂Айвина	2,73	2,88	0,94	5,5	56,5	1,2
♀Айвина × ♂Приморская 39	0,94	2,96	2,73	8,4	60,9	1,3
♀Приморская 40 × ♂Айвина	2,37	2,74	0,95	15,6	65,1	1,5
♀Айвина × ♂Приморская 40	0,95	2,67	2,37	12,7	60,8	1,4
♀Приморская 50 × ♂Айвина	2,98	3,00	0,94	0,7	52,3	1,0
♀Айвина × ♂Приморская 50	0,94	3,04	2,98	2,0	54,3	1,1
НСР _{0,95}	0,1	0,2	0,2			

Продуктивность растения тесно связана со всеми элементами продуктивности.

Анализ прямых и обратных скрещиваний показал, что масса зерна с растения варьировала у гибридов F₁ от 5,86 до 9,37 г (табл. 4). По данному признаку наблюдался один тип наследования – гетерозис. В зависимости от комбинации величина гетерозиса варьировала очень сильно – от 0,2 до

45,3%. Высокая степень фенотипического доминирования отмечена у обратной комбинации Лебедь × Приморская 40 (42,2). Наиболее продуктивные растения выявлены у трех реципрокных гибридов полученных при скрещивании озимого сорта Лебедь с яровыми сортами – Приморская 50, Приморская 40 и Приморская 39.

Таблица 4

Гетерозис по массе зерна с растения у гибридов F₁ яровой мягкой пшеницы

Комбинация скрещиваний	Масса зерна с растения, г			Г ист.,%	Г гип.,%	Нр
	Р♀	F ₁	Р♂			
♀Приморская 39 × ♂Лебедь	5,98	6,66	6,41	5,0	3,9	5,1
♀Лебедь × ♂Приморская 39	6,41	9,30	5,98	45,1	46,7	42,2
♀Приморская 40 × ♂Лебедь	6,41	8,44	5,89	31,7	37,2	8,8
♀Лебедь × ♂Приморская 40	5,89	8,72	6,41	36,0	41,9	9,8
♀Приморская 50 × ♂Лебедь	5,45	7,87	6,41	22,8	32,7	4,0
♀Лебедь × ♂Приморская 50	6,41	9,37	5,45	22,8	58,0	7,2
♀Приморская 39 × ♂Айвина	5,98	5,99	3,93	0,2	21,0	1,0
♀Айвина × ♂Приморская 39	3,93	7,34	5,98	22,7	48,3	2,3
♀Приморская 40 × ♂Айвина	6,12	8,89	3,93	45,3	77,1	3,5
♀Айвина × ♂Приморская 40	3,93	6,84	6,12	11,8	36,3	1,7
♀Приморская 50 × ♂Айвина	5,45	5,86	3,93	7,5	24,7	1,5
♀Айвина × ♂Приморская 50	3,93	6,39	5,45	17,2	36,0	2,3
НСР _{0,95}	0,5	0,7	0,5			

Высокий показатель истинного гетерозиса (Гист.) отмечен у обратных комбинаций скрещиваний: Лебедь × Приморская 39 – 45,1%, Лебедь × Приморская 40 – 41,8%.

Выводы

Использование озимой пшеницы в скрещиваниях с яровой позволяет повысить потенциал продуктивности. Исследования показали, что наиболее ценными комбинациями в селекции являются те, у которых в F₁ доминируют признаки высокой массы зерна с растения, числа зерен в колосе, продуктивной кустистости и массы зерна с главного колоса.

Гибриды F₁, полученные при реципрокных скрещиваниях озимых и яровых форм с высоким истинным гетерозисом по массе зерна с растения: Лебедь × Приморская 39, Лебедь × Приморская 40, Приморская 40 × Лебедь, Приморская 40 × Айвина, представляют наибольший практический интерес для селекции на высокую продуктивность в условиях Приморского края.

Список литературы

1. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – Стереотип. изд., перепечатка с 5-го изд., доп. и перераб. – Москва : Альянс, 2014. – 351 с.
2. Зенищева, Л.С. Наследуемость количественных признаков, определяющих устойчивость растений к полеганию / Л.С. Зенищева // Сельскохозяйственная биология. – 1968. – Т. 3, № 5. – С. 780-794.
3. Использование озимых сортов в селекции яровой мягкой пшеницы с целью повышения генетического потенциала продуктивности / Л.М. Моисеенко, А.Г. Клыков, И.В. Коновалова, П.М. Богдан // Достижения науки и техники АПК. – 2011. - № 12. – С. 28-30.
4. Использование озимых форм в селекции яровой пшеницы / Э.Д. Неттевич, Н.С. Щеглова, А.М. Эрохин [и др.] // Селекция и семеноводство. – 1972. - № 5. – С. 18-23.
5. Коновалова, И.В. Проявление эффекта гетерозиса по основным элементам продуктивности у внутривидовых гибридов яровой мягкой пшеницы / И.В. Коновалова, П.М. Богдан, А.Г. Клыков // Дальневосточный аграрный вестник. – 2017. - №3 (43). – С. 50-54.
6. Неттевич, Э.Д. Использование озимых форм в селекции яровой пшеницы / Э.Д. Неттевич // Селекция и семеноводство яровых зерновых культур : избр. тр. – Немчиновка : НИИСХ ЦРНЗ, 2008. – С. 123-128.
7. Меланич, Ю.В. Использование озимой пшеницы в селекции яровой в Приморском крае : дис.... канд. с.-х. наук / Ю.В. Меланич. – Уссурийск, 1990. – 172 с.
8. Омаров, Д.С. К методике оценки гетерозиса у растений / Д.С. Омаров // Сельскохозяйственная биология. – 1975. – Т. 10, № 1. - С. 123-127.
9. Павлова, Н.А. Величина гетерозиса основных количественных признаков у гибридов F₁ при скрещивании двурядных и многорядных форм ярового ячменя в условиях Приморского края / Н.А. Павлова, Г.А. Муругова, А.Г. Клыков // Дальневосточный аграрный вестник. – Благовещенск, Изд-во Дальневосточного ГАУ. - 2016. - № 2 (38). – С. 22-28.

Reference

1. Dospekhov, B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) (Methods of Field Experiment (with Bases of Statistical Processing of Findings)), Stereotip. izd., perpechatka s 5-go izd., dop. i pererab., Moskva, Al'yans, 2014, 351 p.
2. Zenishcheva, L.S. Nasleduemost' kolichestvennykh priznakov, opredelyayushchih ustojchivost' rastenij k poleganiyu (Heritability of Quantitative Characters that Determine the Plant Resistance to Lodging), *Sel'skohozyajstvennaya biologiya*, 1968, T. 3, No 5, PP. 780-794.
3. Moiseenko, L.M., Klykov, A.G., Konovalova, I.V., Bogdan, P.M. Ispol'zovanie ozimyh sortov v selekcii yarovoj myagkoj pshenicy s cel'yu povysheniya geneticheskogo potenciala produktivnosti (Application of Winter Varieties in Soft Spring Wheat Breeding to Increase Genetic Potential of Productivity), *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2011, No 12, PP. 28-30.
4. Nettevich, E.D., SHCHeglova, N.S., Erohin A.M. [i dr.] Ispol'zovanie ozimyh form v selekcii yarovoj pshenicy (Application of Winter Forms in Spring Wheat Breeding), *Selekciya i semenovodstvo*, 1972, No 5, PP. 18-23.
5. Konovalova, I.V., Bogdan, P.M., Klykov, A.G. Proyavlenie effekta geterozisa po osnovnym elementam produktivnosti u vnutrividovykh gibridov yarovoj myagkoj pshenicy (Manifestation of the Heterosis Effect in the Terms of the Main Productivity Elements in Intraspecific Hybrids of Soft Spring Wheat), *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik*, 2017, No 3 (43), PP. 50-54.
6. Nettevich, E.D. Ispol'zovanie ozimyh form v selekcii yarovoj pshenicy (Application of Winter Forms in Spring Wheat Breeding), *Selekciya i semenovodstvo yarovyh zernovykh kul'tur: izbr. tr.*, Nemchinovka, NIISKH CRNZ, 2008, PP. 123-128.
7. Melanich, YU.V. Ispol'zovanie ozimoy pshenicy v selekcii yarovoj v Primorskom krae (Application of Winter Wheat in Spring Wheat Breeding in Primorsky Krai), dis.... kand. s.-h. nauk YU.V. Melanich, *Ussurijsk*, 1990, 172 p.
8. Omarov, D.S. K metodike ocenki geterozisa u rastenij (Re: Methods of Assessment of Plants' Heterosis), *Sel'skohozyajstvennaya biologiya*, 1975, T. 10, No 1, PP. 123-127.
9. Pavlova, N.A., Murugova, G.A., Klykov, A.G. Velichina geterozisa osnovnykh kolichestvennykh priznakov u gibridov F₁ pri skreshchivanii dvuryadnykh i mnogoryadnykh form yarovogo yachmenya v usloviyah Primorskogo kraya (Value of Heterosis of the Main Quantitative Characters of Hybrids in F₁ under Crossing of the Double-Row and Multi-Row Forms of the Spring Barley in the Climate of Primorsky Krai), *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik*, Blagoveshchensk, Izd-vo Dal'nevostochnogo GAU, 2016, No 2 (38), PP. 22-28.