

УДК 621.11:631.527.5  
ГРНТИ 68.35.29

Коновалова И.В., канд. с.-х. наук, науч. сотр.;  
Богдан П.М., канд. с.-х. наук, мл. науч. сотр.,  
ФГБНУ «Приморский НИИСХ»;  
Клыков А.Г., д-р биол. наук, председатель ФГБНУ ДВ РАНЦ,  
п. Тимирязевский, г. Уссурийск, Приморский край, Россия  
E-mail: fe.smc\_rf@mail.ru)

### ПРОЯВЛЕНИЕ ЭФФЕКТА ГЕТЕРОЗИСА ПО ОСНОВНЫМ ЭЛЕМЕНТАМ ПРОДУКТИВНОСТИ У ВНУТРИВИДОВЫХ ГИБРИДОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

*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 яровой мягкой пшеницы. Исследования проводились в лаборатории селекции зерновых и крупяных культур ФГБНУ «Приморский НИИСХ» в 2013-2016 г. В качестве родительских форм использовали высокопродуктивные сорта яровой мягкой пшеницы: Приморская 39, Приморская 40 (Россия), к-13564, к-13574 (Узбекистан), к-29537 (Грузия), Ажурная (Украина), а также сорта озимой пшеницы – Камышанка 5, Пионерская 32, Нота, Лига 1 (Россия). Высокий истинный гетерозис по массе зерна с растения отмечен у комбинаций с участием озимых форм: Пионерская 32×Приморская 39 (102,7%), Лига 1×Приморская 39 (83,0%), Нота×Приморская 39 (76,3%), Камышанка 5×Приморская 40 (63,5%), по продуктивной кустистости - Приморская 39×к-29539 (78,0%), Лига 1×Приморская 39 (74,0%), Приморская 39×Ажурная (68,5%). В результате исследований выделены наиболее ценные гибриды F<sub>1</sub> полученные с использованием озимой пшеницы в скрещиваниях с яровой (Нота×Приморская 39, Пионерская 32×Приморская 39), которые превосходили свои родительские формы по четырем признакам (продуктивная кустистость, число зерен в колосе, масса зерна с главного колоса и растения).*

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ЯРОВАЯ И ОЗИМАЯ ПШЕНИЦА, ГИБРИДИЗАЦИЯ, ПРИЗНАК, СТЕПЕНЬ ФЕНОТИПИЧЕСКОГО ДОМИНИРОВАНИЯ, ГЕТЕРОЗИС, ГИБРИД F<sub>1</sub>.

UDC 621.11:631.527.5

Konovalova I.V., Cand. Agri. Sci., Researcher;  
Bogdan P.M., Cand. Agri.Sci., Junior Researcher,  
FSBSI "Primorsky Research Institute of Agriculture";  
Klykov A.G., Dr. Biol. Sci., Chairman FSBSI FE RAS,  
Village of Timiryazevsky, Ussuriysk, Primorskii krai, Russia,  
E-mail: fe.smc\_rf@mail.ru)

### MANIFESTATION OF HETEROSIS EFFECT ON THE BASIC PRODUCTIVITY ELEMENTS OF INTRASPECIFIC HYBRIDS OF SPRING SOFT WHEAT

*This article presents the analysis of manifestation of Heterosis effect on productivity elements (productive tilling capacity, seed number per ear, seed weight per main ear and per plant) of intraspecific hybrids of spring soft wheat. The studies were conducted in the Laboratory for Cereals Breeding in FSBSI "Primorsky Research Institute of Agriculture" in years 2013-2016. As parental forms they used highly productive varieties of spring soft wheat: Primorskaya 39, Primorskaya 40 (Russia), k-13564, k-13574 (Uzbekistan), k-29537 (Georgia), Azhurnaya (Ukraine), as well as a variety of winter wheat-Kamyshanka 5, Pionerskaya 32, Nota 1, Liga (Russia). As to grain mass per plant, high and true heterosis has been registered in combinations involving winter forms: Pionerskaya 32 Ч Primorskaya 39 (102.7%), Liga 1*

× *Primorskaya 39* (83.0%), *Nota* × *Primorskaya 39* (76.3%), *Kamyshanka 5* × *Primorskaya 40* (63.5%); as to productive tilling capacity - *Primorskaya 39* × *Чк-29539* (78.0%), *Лига 1* × *Primorskaya 39* (74.0%), *Primorskaya 39* × *Azhurnaya* (68.5%). As the result of the studies we have singled out the most valuable hybrids  $F_1$  obtained by using winter wheat crossed with spring wheat (*Nota* × *Primorskaya 39*, *Pionerskaya 32* × *Primorskaya 39*), which exceeded their parental forms in four characteristics (productive tilling capacity, seed number per ear, seed weight per main ear and per plant).

KEYWORDS: SPRING AND WINTER WHEAT, HYBRIDIZATION, CHARACTERISTIC, DEGREE OF PHENOTYPIC DOMINANCE, HETEROSIS, HYBRID  $F_1$ .

### Введение

Пшеница является основной продовольственной культурой в России. Увеличение производства зерна остается главной задачей сельскохозяйственного производства, при этом важная роль отводится сорту [6]. Э. Д. Неттевич и др. [3], Р. И. Рутц [7], отмечают целесообразность привлечения в селекцию яровой пшеницы озимых форм, которые имеют более высокую продуктивность и комплекс ценных селекционных признаков. Учитывая генетическую природу яровых и озимых при резком их различии по стадиям развития, следует ожидать разнообразного формообразовательного процесса в большинстве гибридных поколений, а при подборе соответствующих пар – и повышенной степени эффекта гетерозиса [4, 9].

В настоящее время условиях Приморского края проводится комплексное изучение сортов озимой мягкой пшеницы, в результате выделены сорта-источники с ценными хозяйственными признаками, для гибридизации с целью создания высокопродуктивных сортов яровой мягкой пшеницы [8].

В связи с этим использование генетического потенциала сортов озимой пшеницы в селекции яровой является важным этапом при создании новых сортов, отвечающих современным требованиям производства.

**Цель исследования** - определение степени фенотипического доминирования и эффекта гетерозиса у гибридов  $F_1$ , полученных с использованием сортов яровой и озимой пшеницы.

**Материалы и методы исследований.** Исследования проводились в лаборатории селекции зерновых и крупяных

культур ФГБНУ «Приморский НИИСХ» в несколько этапов: 1 этап (2013-2014 гг.) - изучение 66 сортообразцов яровой и 78 образцов озимой пшеницы различного эколого-географического происхождения и выделение из них ценных форм с высокой продуктивностью и устойчивостью к болезням для использования в качестве родительских форм; 2 этап (2015 г.) - проведение скрещиваний; 3 этап (2016 г.) - определение величины гетерозиса и степени фенотипического доминирования у яровых гибридов  $F_1$ .

В качестве родительских форм использовали выделившиеся в результате изучения коллекции высокопродуктивные сорта: яровой мягкой пшеницы - Приморская 39, Приморская 40 (Россия), к-13564, к-13574 (Узбекистан), к-29539 (Грузия), Ажурная (Украина); озимой пшеницы – Камышанка 5, Пионерская 32, Нота, Лига 1 (Россия). Для проведения гибридизации семена озимых сортов яровизировали в течение 60 дней и высевали в питомнике одновременно с яровыми.

В 2015 г. с использованием твелл-метода проведены скрещивания по 50 комбинациям, опылено 914 цветков, получено 591 зерно, процент удачи составил 64%. Наибольший процент завязываемости был получен у девяти комбинаций: яровая × яровая - Приморская 39 × Ажурная (100%), Приморская 39 × к-13564 (75%), Приморская 39 × к-13574 (65%), Приморская 39 × к-29539 (65%); озимая × яровая - Пионерская 32 × Приморская 39 (100%), Лига 1 × Приморская 39 (100%), Нота × к-29539 (95,5%).

В 2016 г. гибридные растения  $F_1$  и родительские формы высевали вручную по блочной системе «мать-гибрид-отец»,

площадь делянки - 1 м<sup>2</sup>. Гибриды и родительские формы анализировали по основным элементам продуктивности.

Степень фенотипического доминирования (Нр) определяемая методом Гриффинга [2]. Параметры гипотетического и истинного гетерозиса рассчитывали по Д.С. Омарову [5]. Статистическая обработка проведена методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [1].

**Результаты исследований и их об- суждение.** В результате исследований

выделено девять гибридных комбинаций с гетерозисным эффектом по наиболее важным элементам продуктивности: числу зерен в колосе, продуктивной кустистости, массе зерна с главного колоса и растения.

У всех изученных гибридов характер наследования продуктивности растения во многом определяется типом наследования слагающих его элементов и, в первую очередь, продуктивной кустистостью (табл. 1).

Таблица 1

Гетерозис по продуктивной кустистости у гибридов F<sub>1</sub> яровой мягкой пшеницы

Комбинация скрещиваний	Продуктивная кустистость, шт.			Г ист.,%	Г гип.,%	Нр
	Р♀	F <sub>1</sub>	Р♂			
яровая × яровая						
♀Приморская 39 × ♂К-13564	11,2	12,0	6,7	7,1	34,0	1,4
♀Приморская 39 × ♂К-13574	7,3	7,4	7,2	1,4	2,1	3,0
♀Приморская 39 × ♂К-29539	7,3	13,0	4,1	78,0	75,4	4,6
♀Приморская 39 × ♂Ажурная	7,3	12,3	6,8	68,5	74,5	21,0
озимая × яровая						
♀Камышанка 5 × ♂Приморская 40	8,5	13,5	11,1	26,1	27,6	2,8
♀Пионерская 32 × ♂Приморская 39	7,6	11,2	7,3	47,4	49,3	37,0
♀Нота × ♂К-29539	9,0	10,0	4,2	11,1	50,7	1,4
♀Нота × ♂Приморская 39	9,0	13,5	7,5	50,0	64,6	6,6
♀Лига 1 × ♂Приморская 39	5,3	12,7	7,2	74,0	101,6	6,4
НСР <sub>0,95</sub>	0,6	1,4	0,5			

Наиболее высокие значения показателя отмечены как у ярово-яровых (7,4-13,5 шт.), так и озимо-яровых гибридов (10,0-13,5 шт.). Анализ наследования признака продуктивная кустистость показал, что у полученных гибридов F<sub>1</sub> было сверхдоминирование (hp>1) от 1,4 до 37,0. Гетерозис истинный (Г ист.) характеризуется более сильное проявление признака в F<sub>1</sub> по сравнению с лучшей родительской формой. Высокий истинный гетерозис более 50,0% выявлен у четырех комбинаций скрещиваний: яровая×яровая - Приморская 39×к-29539, Приморская 39×Ажурная, озимая×яровая - Нота×Приморская 39, Лига 1×Приморская 39.

Число зерен в колосе влияет на продуктивность растения и урожайность сорта в целом. Исследования показали, у

всех гибридных комбинаций незначительное варьирование числа зерен в колосе (39,0-46,3 шт.). По данному признаку наблюдалось два типа наследования – неполное положительное доминирование Нр= 0,5 и гетерозис от 4,8 до 16,2% (табл. 2).

Высокий гипотетический гетерозис (Г гип.) наблюдался у комбинации Камышанка 5 × Приморская 40 – 58,1%.

Наибольшая степень истинного гетерозиса (Гист.) проявилась у трех гибридных комбинаций: Камышанка 5 × Приморская 40 – 16,2%; Приморская 39 × к-13574 – 16,1%; Нота × к-29539 – 12,0%.

Важнейшим элементом продуктивности колоса является масса зерна с главного колоса. У гибридов F<sub>1</sub> данный признак варьировал от 1,28–1,67 г (табл.3).

Таблица 2

Гетерозис по числу зерен в колосе у гибридов F<sub>1</sub> яровой мягкой пшеницы

Комбинация скрещиваний	Число зерен в колосе, шт.			Г ист.,%	Г гип.,%	Нр
	Р♀	F <sub>1</sub>	Р♂			
яровая × яровая						
♀Приморская 39 × ♂К-13564	40,7	44,9	35,0	10,3	18,8	2,4
♀Приморская 39 × ♂К-13574	37,2	43,2	25,7	16,1	37,6	1,9
♀Приморская 39 × ♂К-29539	37,2	42,1	38,4	9,6	11,4	7,2
♀Приморская 39 × ♂Ажурная	37,2	42,8	39,3	7,1	10,2	3,9
озимая × яровая						
♀Камышанка 5 × ♂Приморская 40	17,5	43,0	37,0	16,2	58,1	1,6
♀Пионерская 32 × ♂Приморская 39	41,0	44,4	37,2	8,3	13,6	2,8
♀Нота × ♂К-29539	33,0	43,0	38,4	12,0	20,4	2,7
♀Нота × ♂Приморская 39	33,0	39,0	37,3	4,8	11,1	1,9
♀Лига 1 × ♂Приморская 39	49,5	46,3	37,6	-6,4	6,9	0,5
НСР <sub>0,95</sub>	3,6	3,0	3,4			

Таблица 3

Гетерозис по массе зерна с главного колоса у гибридов F<sub>1</sub> яровой мягкой пшеницы

Комбинация скрещиваний	Масса зерна с главного колоса, г			Г ист.,%	Г гип.,%	Нр
	Р♀	F <sub>1</sub>	Р♂			
яровая × яровая						
♀Приморская 39 × ♂К-13564	1,15	1,17	0,84	1,7	18,2	4,4
♀Приморская 39 × ♂К-13574	1,19	1,43	0,34	20,2	66,0	1,6
♀Приморская 39 × ♂К-29539	1,19	1,52	1,30	16,9	22,6	4,7
♀Приморская 39 × ♂Ажурная	1,19	1,37	1,22	12,3	13,3	16,0
озимая × яровая						
♀Камышанка 5 × ♂Приморская 40	0,67	1,39	1,05	32,4	61,6	2,8
♀Пионерская 32 × ♂Приморская 39	1,42	1,67	1,22	17,6	28,5	3,1
♀Нота × ♂К-29539	0,69	1,32	1,30	1,5	33,3	1,1
♀Нота × ♂Приморская 39	0,69	1,28	1,19	7,6	36,2	1,4
♀Лига 1 × ♂Приморская 39	0,85	1,34	1,20	12,6	31,4	1,9
НСР <sub>0,95</sub>	0,10	0,15	0,13			

Максимальный эффект гипотетического гетерозиса отмечен у комбинаций: Приморская 39 × к-13574 – 66,0% и Камышанка 5 × Приморская 40 – 61,6%. Истинный гетерозис (Г ист.) по массе зерна с главного колоса проявился у гибридов Камышанка 5 × Приморская 40 (32,4%), Приморская 39 × К-13574 (20,2%).

Основными элементами, влияющими на продуктивность растения, являются число зерен с растения и масса зерна с растения. Проведенный анализ показал, что наибольшие значения массы зерна с растения отмечены у озимо-яровых гибридов с варьированием от 6,99 до 13,52 г (табл. 4). По данному признаку наблюдался один тип наследования – гетерозис.

Таблица 4

Гетерозис по массе зерна с растения у гибридов F<sub>1</sub> яровой мягкой пшеницы

Комбинация скрещиваний	Масса зерна с растения, г			Г ист.,%	Г гип.,%	Нр
	Р♀	F <sub>1</sub>	Р♂			
1	2	3	4	5	6	7
яровая × яровая						
♀Приморская 39 × ♂К-13564	7,91	8,58	3,42	8,3	50,3	1,3
♀Приморская 39 × ♂К-13574	6,67	6,20	1,70	8,4	48,3	1,8
♀Приморская 39 × ♂К-29539	6,67	9,87	3,24	47,9	97,4	2,9

Продолжение табл. 4

1	2	3	4	5	6	7
♀Приморская 39 × ♂Ажурная	6,67	8,31	5,11	24,6	41,1	3,1
озимая × яровая						
♀Камышанка 5 × ♂Приморская 40	2,84	10,68	6,53	63,5	127,7	3,3
♀Пионерская 32 × ♂Приморская 39	5,35	13,52	6,68	102,7	124,9	11,4
♀Нота × ♂К-29539	4,79	6,99	3,24	45,9	74,3	3,8
♀Нота × ♂Приморская 39	4,79	11,76	6,67	76,3	105,2	6,4
♀Лига 1 × ♂Приморская 39	3,42	12,21	6,70	83,0	142,0	4,4
НСР <sub>0,95</sub>	0,40	0,62	0,51			

Высокие показатели истинного гетерозиса имели озимо-яровые гибриды: Пионерская 32 × Приморская 39 – 102,7%, Лига 1 × Приморская 39 – 83,0%, Нота × Приморская 39 – 76,3%, Камышанка 5 × Приморская 40 – 63,5%.

**Заключение.** Исследования показали, что в селекции яровой пшеницы целесообразно использовать озимые формы в скрещиваниях с яровой, что способствует повышению потенциала продуктивности яровых гибридов.

У большинства изученных гибридов F<sub>1</sub> эффект гетерозиса проявился одновременно по двум признакам (продуктивная кустистость, масса зерна с главного колоса) и только две гибридные комбинации, полученные с участием озимых

форм: Нота × Приморская 39, Пионерская 32 × Приморская 39, превосходили свои родительские формы по четырем признакам (продуктивная кустистость, число зерен в колосе, масса зерна с главного колоса и растения).

Высокий истинный гетерозис по признаку масса зерна с растения отмечен у комбинаций с озимыми формами: Пионерская 32 × Приморская 39 – 102,7%, Лига 1 × Приморская 39 – 83,0%, Нота × Приморская 39 – 76,3%, Камышанка 5 × Приморская 40 – 63,5%, которые представляют 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. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1985. – 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 форм в селекции яровой пшеницы / Э.Д. Неттевич, Н.С. Щеглова, А.М. Эрохин [и др.] // Селекция и семеноводство. – 1972. – № 5. – С. 18-23.
4. Меланич, Ю.В. Использование озимой пшеницы в селекции яровой в Приморском крае: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05: защищена 18.12.1990 / Меланич Юрий Валентинович. – Уссурийск, 1990. – 172 с.
5. Омаров, Д.С. К методике оценки гетерозиса у растений / Д.С. Омаров // Сельскохозяйственная биология. – 1975. – т. 10. – № 1.
6. Производство и потребление пшеницы в Российской Федерации // Экономика с.-х. и перерабатывающих предприятий. – 2001. – № 3. – С. 49-53.
7. Рутц, Р.И. Использование генетического потенциала озимых сортов в селекции яровой пшеницы // Селекция и семеноводство зерновых культур в Сибири: сб. науч. тр. / ВАСХНИЛ, Сиб. отд-ние. – Новосибирск: СО ВАСХНИЛ, 1981. – С. 3-15.
8. Создание селекционного материала яровой мягкой пшеницы с использованием озимых форм / П.М. Богдан, И.В. Коновалова, А.Г. Клыков, Л.М. Моисеенко // Вест.Российской с.-х. науки. – 2016. – № 5. – С. 14-16.
9. Шиндин, И.М. Результаты изучения образцов яровой пшеницы мировой коллекции ВИР в условиях Дальнего Востока // Шиндин И.М. Теоретические и прикладные аспекты селекции сельскохозяйственных растений: избр. тр. – Хабаровск: ИКАРП ДВО РАН; ПГСХА, 2002. – С. 31-37.

## References

1. Dospekhov, B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy) (Methods of Field Experiment (with Bases of Statistical Procession of Findings of Investigations), 5-e izd., pererab. i dop., M., Agropromizdat, 1985, 351 p.
2. Zenishcheva, L.S. Nasleduemost' kolichestvennykh priznakov, opredelyayushchikh ustoichivost' rastenii k poleganiyu (Heritability of Quantitative Characteristics for Lodging Resistance), S.-kh. Biologiya, 1968, T. 3, No 5, PP. 780-794.
3. Ispol'zovanie ozimyykh form v selektsii yarovoi pshenitsy / E.D. Nettevich, N.S. Shcheglova, A.M. Erokhin [i dr.] // Selektsiya i semenovodstvo. – 1972. - № 5. – S. 18-23.
4. Melanich, Yu.V. Ispol'zovanie ozimoi pshenitsy v selektsii yarovoi v Primorskom krae: dis. ... kand. s.-kh. nauk / Yu.V. Melanich. – Ussuriisk, 1990. – 172 s.
5. Omarov, D.S. K metodike otsenki geterozisa u rastenii / D.S. Omarov // S.-kh. biologiya. – 1975. – t. 10. - № 1.
6. Proizvodstvo i potreblenie pshenitsy v Rossiiskoi Federatsii // Ekonomika s.-kh. i pererabatyvayushchikh predpriyatii. – 2001. - № 3. – S. 49-53.
7. Rutts, R.I. Ispol'zovanie geneticheskogo potentsiala ozimyykh sortov v selektsii yarovoi pshenitsy // Selektsiya i semenovodstvo zemnykh kul'tur v Sibiri: sb. nauch. tr. / VASKhNIL, Sib. otd-nie. – Novosibirsk: SO VASKhNIL, 1981. – S. 3-15.
8. Sozdanie selektsionnogo materiala yarovoi myagkoi pshenitsy s ispol'zovaniem ozimyykh form / P.M. Bogdan, I.V. Konovalova, A.G. Klykov, L.M. Moiseenko // Vest.Rossiiskoi s.-kh. nauki. – 2016. - № 5. – S. 14-16.
9. Shindin, I.M. Rezul'taty izucheniya obraztsov yarovoi pshenitsy mirovoi kollektcii VIR v usloviyakh Dal'nego Vostoka // Shindin I.M. Teoreticheskie i prikladnye aspekty selektsii sel'skokhozyaystvennykh rastenii: izbr. tr. – Khabarovsk: IKARP DVO RAN; PGSKhA, 2002. – S. 31-37.

УДК 632.9:633.15 (571.6)

ГРНТИ 68.35.29, 68.37.13

Макарова М.А., канд. с.-х. наук, ст. научн. сотр.;

Шевцова А.А., ст. научн. сотр.,

ФГБНУ «ДВ НИИСХ»

с. Восточное, Хабаровский район, Хабаровский край, Россия

E-mail: dvniish\_delo@mail.ru

#### **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ НОВЫХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ОТ БОЛЕЗНЕЙ В СЕМЕННЫХ ПОСЕВАХ КУКУРУЗЫ**

*Одним из факторов, лимитирующих получение высоких и стабильных урожаев кукурузы на Дальнем Востоке является заметное поражение возделываемых сортов и гибридов грибными болезнями. В основных кукурузосеющих районах региона периодически (один раз в 3-4 года) отмечается эпифитотийное развитие северного гельминтоспориоза, пыльной и пузырьчатой головни, фузариоза початков. Потери урожая кукурузы от патогенов в отдельные годы превышают 40%. В последнее десятилетие отмечается расширение состава патогенных грибов и возрастание их вредности в семенном материале кукурузы. По результатам фитодиагностики, проведенной в ДальНИИСХ (2011-2012гг.), зараженность семян кукурузы сорта Бирсу фузариозом, нигроспорозом и плесневыми грибами колебалась по годам от 30 до 70 %. В защите кукурузы от комплекса фитопатогенов важное место отводится химическим препаратам. Химический метод требует постоянного совершенствования - изучения и подбора экологически менее опасных и экономически выгодных фунгицидов, возможной замены их биосредствами нового поколения, снижения норм расхода пестицидов при совместном их применении с фиторегуляторами и микробиологическими препаратами. Цель настоящей работы – разработать систему защиты семенных посевов кукурузы от фитопатогенов на основе применения новых биосредств, фунгицидов и*