

АНАЛИЗ ЭФФЕКТА ГЕТЕРОЗИСА У ГИБРИДОВ F₁ ПЕРЦА ОСТРОГО ПО ПРИЗНАКАМ ПРОДУКТИВНОСТИ

Н. В. ДЫДЫШКО, Т. В. НИКОНОВИЧ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь 213407, e-mail: dydyshko_natalia@mail.ru

(Поступила в редакцию 28.01.2022)

Создание гибридов перца остроуго направлено на получение образцов, обладающих высокими хозяйственно ценными признаками. Расчетным путем определены истинный гетерозис и степень доминирования. В статье приведена оценка 35 гибридов перца остроуго по основным хозяйственно ценным признакам: ранняя урожайность, общая урожайность, средняя масса плода. В результате исследований установлены максимальные значения эффекта гетерозиса по признаку ранняя урожайность у гибридных комбинаций Волгоград x Феферона красная, Волгоград x Ёжик, Халапеньо x Ёжик, Агдас x Феферона красная, Зимрид x Ёжик, Чегевара x Ёжик. Положительные значения гетерозиса по общей урожайности имели двадцать гибридных комбинаций, истинный гетерозис находился на уровне 3,8 (Лара x Ёжик) – 73,3% (Лара x Китай). Наибольший эффект гетерозиса по ранней урожайности и общей урожайности отмечен у гибридов, в качестве отцовского компонента у которых выступали сорта Ёжик и Китай. По признаку масса плода двадцать четыре комбинации превзошли стандарт со значениями признака от 12,8 г до 28,5г. Наибольшая масса плода отмечена у гибридов Десятка x Феферона красная, Десятка x Ёжик, Лара x Ёжик, Агдас x Каин, Агдас x Ёжик. Изучение эффекта гетерозиса по массе плода позволило выявить четыре комбинации, имеющие положительные значения гетерозиса: Волгоград x Ёжик, Халапеньо x Красный дракон., Халапеньо x Ёжик, Чегевара x Феферона красная. По итогам испытаний определены образцы Агдас x Ёжик, Халапеньо x Ёжик, Лара x Ёжик, которые сочетали высокую урожайность и значительный гетерозисный эффект по изучаемым признакам.

Ключевые слова: перец острый, гибрид, хозяйственно ценные признаки, истинный гетерозис, степень доминирования.

The creation of hot pepper hybrids is aimed at obtaining samples with high economically valuable traits. The true heterosis and the degree of dominance were determined by calculation. The article provides an assessment of 35 hybrids of hot pepper according to the main economically valuable traits: early yield, total yield, average fruit weight. As a result of the research, we have established the maximum values of heterosis effect according to the indicator of early yield in hybrid combinations Volgograd x Feferona red, Volgograd x Hedgehog, Jalapeno x Hedgehog, Agdas x Feferona red, Zimrid x Hedgehog, Chegevara x Hedgehog. Twenty hybrid combinations had positive values of heterosis in terms of total yield, true heterosis was at the level from 3.8 (Lara x Hedgehog) to 73.3 % (Lara x China). The greatest effect of heterosis according to early yield and overall yield was noted in hybrids, in which the varieties Hedgehog and China were the paternal component. Twenty-four combinations outperformed the standard in terms of fruit weight, with trait values ranging from 12.8 g to 28.5 g. The largest fruit mass was noted in the hybrids Deviatka x Feferona red, Deviatka x Hedgehog, Lara x Hedgehog, Agdas x Cain, Agdas x Hedgehog. The study of heterosis effect according to the weight of the fruit made it possible to identify four combinations with positive heterosis values: Volgograd x Hedgehog, Jalapeno x Red Dragon, Jalapeno x Hedgehog, Chegevara x Feferona red. According to the test results, samples of Agdas x Hedgehog, Jalapeno x Hedgehog, Lara x Hedgehog were identified, which combined high yields and a significant heterotic effect according to the studied traits.

Key words: hot pepper, hybrid, economically valuable traits, true heterosis, degree of dominance.

Введение

Явление гетерозиса, известное как превосходство гибридов F₁ над родительскими образцами, эффективно используется в сельскохозяйственной практике. Гетерозисом обычно называют гибридную силу, которая в наибольшей степени проявляется в первом поколении и снижается при последующих пересевах. Причины гетерозиса до сих пор не выяснены полностью, но большинство исследователей считают, что более мощное развитие вегетативных, генеративных органов и целого ряда полезных хозяйственно биологических признаков проявляется за счет доминирования или сверхдоминирования соответствующих генов, объединившихся от различных родителей в одном генотипе [9].

Только у отдельных гибридных комбинаций проявляется эффект гетерозиса. Более того, гетерозис может касаться лишь определенных признаков растения. Различают: репродуктивный гетерозис, который выражается в лучшем развитии органов размножения, приводит к повышению урожайности плодов и семян; соматический гетерозис, приводящий к мощному развитию вегетативной массы; приспособительный, или адаптивный гетерозис, который выражается в общем повышении жизнеспособности [5].

Изучение гетерозиса у перца начато намного позже, чем у других овощных культур. Первые межсортные скрещивания для создания гетерозисных гибридов были проведены в Болгарии в середине минувшего века. Полученные гибриды превосходили по общей урожайности родителей на 4,2–26,1 %. Эти результаты стимулировали исследования по практическому использованию эффекта гетерозиса в культуре не только перца сладкого, но и перца остроуго.

Наиболее крупными производителями перца остроуго в Европе являются Испания, Венгрия, Болгария, Турция, Югославия. Большие площади под культуру отведены в Мексике, США, Индии, Корее, Китае, странах Северной Африки, Бирме, странах Закавказья. В настоящее время, в связи с растущим спросом на эту культуру, активно ведется селекционная работа [8].

Современный сортимент перца остроуго отечественной селекции представлен лишь отдельными

сортами, из этого следует необходимость создавать новые высокоурожайные, экологически стабильные с высоким качеством плодов сорта и гибриды.

Основная часть

Целью данной работы являлось изучение проявления эффекта гетерозиса у гибридов F₁ перца острого. Объектом исследования являлись сорта и гибриды перца острого, полученные по схеме топкросса. Работа проводилась в Белорусской государственной сельскохозяйственной академии в 2018–2020 годы на опытном поле кафедры сельскохозяйственной биотехнологии, экологии и радиологии. Закладка опыта осуществлялась с использованием общепринятых методик и методических указаний [3].

В схеме топкросса для получения гибридов в качестве исходных образцов использовались сорта и линии: Китай, Феферона красная, Красный дракон, Каин, Девятка, Волгоград, Лара, Халапеньо, Агдас, Зимрид, Чегевара, Ежик. Стандартом служил сорт Ежик. Сборы плодов проводились при появлении характерной для образца окраски, в начале биологической спелости. Истинный гетерозис определялся по методу Д.С. Омарова [6].

Истинный гетерозис (Гист.)– это превышение значения признака у гибрида F₁ над значением признака у лучшей родительской линии [(F₁ – Р лучш.) / Р лучш.] × 100, выраженное в процентах.

Степень доминирования (Нр) определяли по Дж.Л. Брюейкеру: $H_p = (F_1 - M_p) / (P \text{ лучш.} - M_p)$; где F₁ – это значение изучаемого признака у гибрида, Р лучш. – лучший показатель у одной из исходных форм, Мр – среднее значение признака у исходных образцов [1]. Отрицательное доминирование проявляется при Нр < -1; промежуточное наследование – при Нр от -1 до 1; положительное сверхдоминирование (гетерозис) – Нр > 1.

В процессе исследований проанализированы хозяйственно ценные признаки у 35 гибридных комбинаций перца острого, определены значения истинного гетерозиса и степень доминирования у гибридов первого поколения по признакам продуктивности и массе плода.

Таблица 1. Проявление эффекта гетерозиса и степени доминирования у гибридов F₁ перца острого по ранней урожайности в среднем за 2018–2020 годы

Комбинация скрещивания	Ранняя урожайность кг/м ²			Нр	Г _{ист.} , %
	Р♀	Р♂	F ₁		
♀Девятка х ♂Каин	0,70	0,44	0,77	5,2	10,0
♀Девятка х ♂Китай	0,70	0,0	0,72	1,0	2,9
♀Девятка х ♂Феферона красная	0,70	0,20	0,84	1,0	20,0
♀Девятка х ♂Красный дракон	0,70	0,32	0,62	-2,2	-11,4
♀Девятка х ♂Ежик	0,70	0,10	0,86	1,1	22,9
♀Волгоград х ♂Каин	0,39	0,44	0,69	28,1	56,8
♀Волгоград х ♂Китай	0,39	0,0	0,29	-1,0	-25,6
♀Волгоград х ♂Феферона красная	0,39	0,20	0,78	1,3	100,0
♀Волгоград х ♂Красный дракон	0,39	0,32	0,37	-0,1	-5,1
♀Волгоград х ♂Ежик	0,39	0,10	0,81	1,8	107,7
♀Лара х ♂Каин	0,62	0,44	1,01	0,2	62,9
♀Лара х ♂Китай	0,62	0,0	0,48	1,2	-22,6
♀Лара х ♂Феферона красная	0,62	0,20	0,64	1,6	3,2
♀Лара х ♂Красный дракон	0,62	0,32	0,96	6,8	54,8
♀Лара х ♂Ежик	0,62	0,10	0,79	2,3	27,4
♀Халапеньо х ♂Каин	0,17	0,44	0,34	0,3	-22,7
♀Халапеньо х ♂Китай	0,17	0,0	0,14	1,1	-17,6
♀Халапеньо х ♂Феферона красная	0,17	0,20	0,39	3,0	95,0
♀Халапеньо х ♂Красный дракон	0,17	0,32	0,19	-0,4	-40,6
♀Халапеньо х ♂Ежик	0,17	0,10	0,36	4,3	111,8
♀Агдас х ♂Каин	0,28	0,44	0,43	-0,1	-2,3
♀Агдас х ♂Китай	0,28	0,0	0,36	1,0	28,6
♀Агдас х ♂Феферона красная	0,28	0,20	0,67	-4,9	139,3
♀Агдас х ♂Красный дракон	0,28	0,32	0,40	-0,6	25,0
♀Агдас х ♂Ежик	0,28	0,10	0,29	0,7	3,6
♀Зимрид х ♂Каин	0,22	0,44	0,49	0,9	11,4
♀Зимрид х ♂Китай	0,22	0,0	0,24	-5,9	9,1
♀Зимрид х ♂Феферона красная	0,22	0,20	0,44	4,7	100,0
♀Зимрид х ♂Красный дракон	0,32	0,32	0,52	5,0	62,5
♀Зимрид х ♂Ежик	0,22	0,10	0,59	3,5	168,2
♀Чегевара х ♂Каин	0,16	0,44	0,29	0,6	-34,1
♀Чегевара х ♂Китай	0,16	0,0	0,17	0,8	6,3
♀Чегевара х ♂Феферона красная	0,16	0,20	0,36	12,4	80,0
♀Чегевара х ♂Красный дракон	0,16	0,32	0,14	-1,3	-56,3
♀Чегевара х ♂Ежик	0,16	0,10	0,34	3,7	112,5
Ежик	0,10				

Данные табл. 1 свидетельствуют, что в зависимости от генотипа исходных родительских образцов и комбинации их скрещивания наблюдались различия по признаку ранняя урожайность между родительскими формами и гибридами. Наибольшим показателям среди родителей характеризовались образцы с урожайностью 0,7 кг/м², а наименьшую – 0,1 кг/м². За анализируемый период по признаку ранняя урожайность все гибридные комбинации превзошли сорт стандарт в 1,5–9 раз. Максимальное положительное значения истинного гетерозиса от 100 до 167 % отмечено у гибридов: Волгоград х Феферона красная, Волгоград х Ёжик, Халапеньо х Ёжик, Агдас х Феферона красная, Зимрид х Ёжик, Чегевара х Ёжик. Показатель сверхдоминирования установлен у 17 образцов, его значение варьировало от 1,1 до 28,1, четыре образца имели отрицательное сверхдоминирование.

В табл. 2 представлен эффект гетерозиса и характер наследования по общей урожайности. По данному признаку гибридные комбинации находились на уровне или выше стандарта со значениями от 2,6 кг/м² до 3,2 кг/м². Лучшими из них являлись Агдас х Ёжик, Волгоград х Ёжик, Девятка х Китай, Лара х Ёжик, Девятка х Ёжик, Халапеньо х Ёжик. Положительные значения гетерозиса наблюдались у семнадцати образцов с показателями от 3,8 до 73,3 %. По общей урожайности выявлено положительное сверхдоминирование у 57,2 % или 20 гибридов. Степень доминирования признака находилась в пределах от -1,5 до 10,2, что свидетельствует о большой вариабельности данного признака у гибридных комбинаций.

Таблица 2. Проявление эффекта гетерозиса и степени доминирования у гибридов F₁ перца остроуго по общей урожайности в среднем за 2018–2020 годы

Комбинация скрещивания	Общая урожайность кг/м ²			H _p	Гист., %
	P♀	P♂	F ₁		
♀Девятка х ♂Каин	2,3	2,2	2,2	1,6	-4,3
♀Девятка х ♂Китай	2,3	1,0	3,0	10,2	30,4
♀Девятка х ♂Феферона красная	2,3	1,3	2,4	1,4	4,3
♀Девятка х ♂Красный дракон	2,3	1,6	2,4	1,3	4,3
♀Девятка х ♂Ёжик	2,3	2,6	2,9	8,4	11,5
♀Волгоград х ♂Каин	1,5	2,2	2,2	0,0	0,0
♀Волгоград х ♂Китай	1,5	1,0	2,1	0,9	-4,5
♀Волгоград х ♂Феферона красная	1,5	1,3	2,3	1,3	4,5
♀Волгоград х ♂Красный дракон	1,5	1,6	1,8	-1,0	-18,2
♀Волгоград х ♂Ёжик	1,5	2,6	3,2	0,8	23,1
♀Лара х ♂Каин	2,2	2,2	2,4	1,5	9,1
♀Лара х ♂Китай	2,2	1,0	2,6	8,8	73,3
♀Лара х ♂Феферона красная	2,2	1,3	1,8	8,9	20,0
♀Лара х ♂Красный дракон	2,2	1,6	2,6	2,4	62,5
♀Лара х ♂Ёжик	2,2	2,6	2,7	0,9	3,8
♀Халапеньо х ♂Каин	1,6	2,2	2,3	4,8	4,5
♀Халапеньо х ♂Китай	1,6	1,0	2,2	9,8	37,5
♀Халапеньо х ♂Феферона красная	1,6	1,3	2,3	2,4	43,8
♀Халапеньо х ♂Красный дракон	1,6	1,6	2,2	0,0	37,5
♀Халапеньо х ♂Ёжик	1,6	2,6	2,6	1,9	0,0
♀Агдас х ♂Каин	2,1	2,2	1,7	-0,6	-22,7
♀Агдас х ♂Китай	2,1	1,0	1,9	0,8	-9,5
♀Агдас х ♂Феферона красная	2,1	1,3	1,9	0,4	-9,5
♀Агдас х ♂Красный дракон	2,1	1,6	1,9	0,0	-9,5
♀Агдас х ♂Ёжик	2,1	2,6	3,2	1,7	23,1
♀Зимрид х ♂Каин	1,7	2,2	1,9	-1,5	-13,6
♀Зимрид х ♂Китай	1,7	1,0	1,7	2,0	0,0
♀Зимрид х ♂Феферона красная	1,7	1,3	2,0	2,2	17,6
♀Зимрид х ♂Красный дракон	1,7	1,6	2,0	1,8	17,6
♀Зимрид х ♂Ёжик	1,7	2,6	2,4	0,3	-7,7
♀Чегевара х ♂Каин	1,3	2,2	1,3	-0,7	-40,9
♀Чегевара х ♂Китай	1,3	1,0	1,4	0,0	7,7
♀Чегевара х ♂Феферона красная	1,3	1,3	1,5	3,7	15,4
♀Чегевара х ♂Красный дракон	1,3	1,6	1,1	2,0	-31,3
♀Чегевара х ♂Ёжик	1,3	2,6	1,9	0,1	-26,9
Ёжик		2,6			

Изучение эффекта гетерозиса и степени доминирования по массе плода (табл. 3) позволило выявить четыре комбинации, имеющие положительные значения гетерозиса и сверхдоминирование по данному признаку: Волгоград х Ёжик, Халапеньо х Красный дракон, Халапеньо х Ёжик.

Анализ признака масса плода показал, что 24 комбинации превзошли стандарт со значениями от 12,8 г до 28,5 г. Однако, нами выявлено, что гибрид Чегевара х Феферона красная сформировал плоды массой 8,1 г при эффекте гетерозиса 24,6 %, а комбинация скрещивания Агдас х Ёжик с массой плода 28,5 г имела отрицательное значение гетерозиса -28,8 %. Это свидетельствует о том, что гибриды, имеющие высокое значение истинного гетерозиса по определенному признаку, не всегда оказываются лучшими по этому признаку [1, 5, 6].

Таблица 3. Проявление гетерозиса и степени доминирования у гибридов перца острого F₁ по массе плода в среднем за 2018–2020 годы

Комбинация скрещивания	Масса плода г			Hр	Гист., %
	Р♀	Р♂	F ₁		
♀ Девятка х ♂ Каин	51,7	13,3	24,5	-0,4	-52,6
♀ Девятка х ♂ Китай	51,7	3,5	22,6	0,0	-56,3
♀ Девятка х ♂ Феферона красная	51,7	5,8	24,7	-0,1	-52,2
♀ Девятка х ♂ Красный дракон	51,7	11,1	21,8	-0,5	-57,8
♀ Девятка х ♂ Ёжик	51,7	12,2	27,3	-0,2	-47,2
♀ Волгоград х ♂ Каин	15,2	13,3	11,4	0,0	-25,0
♀ Волгоград х ♂ Китай	15,2	3,5	6,2	-0,6	-59,2
♀ Волгоград х ♂ Феферона красная	15,2	5,8	8,8	-0,3	-42,1
♀ Волгоград х ♂ Красный дракон	15,2	11,1	9,2	-2,2	-39,5
♀ Волгоград х ♂ Ёжик	15,2	12,2	15,4	1,5	1,3
♀ Лара х ♂ Каин	26,2	13,3	22,9	0,4	-12,6
♀ Лара х ♂ Китай	26,2	3,5	11,3	-0,3	-56,9
♀ Лара х ♂ Феферона красная	26,2	5,8	17,2	0,1	-34,4
♀ Лара х ♂ Красный дракон	26,2	11,1	20,1	0,2	-23,3
♀ Лара х ♂ Ёжик	26,2	12,2	25,0	0,8	-4,6
♀ Халапеньо х ♂ Каин	18,5	13,3	17,4	-4,2	-5,9
♀ Халапеньо х ♂ Китай	18,5	3,5	13,4	0,3	-27,6
♀ Халапеньо х ♂ Феферона красная	18,5	5,8	14,1	0,4	-23,8
♀ Халапеньо х ♂ Красный дракон	18,5	11,1	18,7	1,5	1,1
♀ Халапеньо х ♂ Ёжик	18,5	12,2	19,1	1,2	3,2
♀ Агдас х ♂ Каин	40,0	13,3	26,8	0,0	-33,0
♀ Агдас х ♂ Китай	40,0	3,5	13,2	-0,5	-67,0
♀ Агдас х ♂ Феферона красная	40,0	5,8	20,2	-0,2	-49,5
♀ Агдас х ♂ Красный дракон	40,0	11,1	19,2	-0,4	-52,0
♀ Агдас х ♂ Ёжик	40,0	12,2	28,5	-0,5	-28,8
♀ Зимрид х ♂ Каин	24,9	13,3	16,4	-0,6	-34,1
♀ Зимрид х ♂ Китай	24,9	3,5	11,9	-0,2	-52,2
♀ Зимрид х ♂ Феферона красная	24,9	5,8	12,8	-0,2	-48,6
♀ Зимрид х ♂ Красный дракон	24,9	11,1	18,8	0,2	-24,5
♀ Зимрид х ♂ Ёжик	24,9	12,2	24,1	1,0	-3,2
♀ Чегевара х ♂ Каин	6,5	13,3	8,9	-0,2	-33,1
♀ Чегевара х ♂ Китай	6,5	3,5	5,5	0,9	-15,4
♀ Чегевара х ♂ Феферона красная	6,5	5,8	8,1	5,8	24,6
♀ Чегевара х ♂ Красный дракон	6,5	11,1	9,4	0,0	-15,3
♀ Чегевара х ♂ Ёжик	6,5	12,2	10,7	0,4	-12,3
Ёжик			12,2		

Закключение

По результатам трехлетних исследований выделены лучшие гибридные комбинации по ранней (0,2–1,0 кг/м²) урожайности: Волгоград х Феферона красная, Волгоград х Ёжик, Халапеньо х Ёжик, Агдас х Феферона красная, Зимрид х Ёжик, Чегевара х Ёжик. По общей урожайности (2,6–3,2 кг/м²) – это гибриды Агдас х Ёжик, Волгоград х Ёжик, Девятка х Китай, Лара х Ёжик, Девятка х Ёжик, Халапеньо х Ёжик. Большинство изучаемых комбинаций скрещивания характеризовались проявлением положительного истинного гетерозиса.

Положительный эффект гетерозиса и сверхдоминирование по массе плода наблюдался у гибридов: Волгоград х Ёжик, Халапеньо х Красный дракон, Халапеньо х Ёжик.

По итогам испытаний были выделены гибридные комбинации: Агдас х Ёжик, Халапеньо х Ёжик, Лара х Ёжик, сочетающие высокую урожайность, массу плода и обладающие значительным эффектом гетерозиса по изучаемым признакам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Брюбейкер, Дж. Л. Сельскохозяйственная генетика / Дж. Л. Брюбейкер. – М.: Колос, 1966. – 224 с.
2. Гуляев, Г. В. Словарь терминов по генетике, цитологии, селекции и семеноводству и семеноведению / Г. В. Гуляев,

В. В. Мальченко. – М. 1983. – 240 с.

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

4. Моисеева, М. О. Создание и оценка гетерозисных гибридов перца сладкого в необогреваемых пленочных теплицах: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / М. О. Моисеева. – Горки, 2016. – 22 с.

5. Омаров Д. С. К методике учета и оценки гетерозиса у растений / Д. С. Омаров // Сельскохозяйственная биология. – М.: Колос, 1975. – С. 123-127.

6. Особенности проявления гетерозиса и характер наследования признаков у гибридов F₁ перца сладкого в грунтовых теплицах Н. А. Невестенко, Н. Ю. Лещина, И. Г. Пугачева, М. М. Добродькин, Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – №2. – С. 129–133.

7. Проявление эффекта гетерозиса по хозяйственно-ценным признакам у томата в открытом грунте / А. М. Добродькин [и др.] // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – №2. – С. 140–143.

8. Пышная, О. Н. Селекция перца / О. Н. Пышная, М. И. Мамедов, В. Ф. Пивоваров. – М., 2012. – 248 с.

9. Тарануха, Г. И. Селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур: Учебное пособие для студентов агрономических специальностей сельскохозяйственных высших учебных заведений / Г. И. Тарануха. – Минск: Ураджай, 2001. – 314 с.