

ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫЕ ПРИЗНАКИ И ПРОЯВЛЕНИЕ ЭФФЕКТА ГЕТЕРОЗИСА У ТОМАТА ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА

М. М. ДОБРОДЬКИН

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 05.09.2022)

Гетерозисные гибриды являются основным посевным материалом, в связи с чем селекция на гетерозис и изучение закономерностей подбора родительских пар остаётся актуальным направлением многих селекционных программ. Селекция на гетерозис получила широкое распространение, а эффект гетерозиса используется человеком у большинства сельскохозяйственных культур. Множество исследований, проведенных в различных частях земного шара на разных культурах, доказывают преимущество гетерозисных гибридов по сравнению с сортами.

По признаку «товарная урожайность» положительный гетерозис, за годы исследований, имели 11 комбинаций. Высокие значения, на уровне 26,1–48,6 %, выявлены у гибридов F_1 : B3-1-8 x Тамина, C9464 x Тамина, Линия 19/5d x Титан, и Линия 176 x Тамина. При наследовании хозяйственно ценных признаков, за годы исследований, установлено положительное сверхдоминирование по всем изучаемым признакам.

Комплексный анализ хозяйственно ценных признаков, по результатам испытания в 2012–2013 годов, позволил выявить лучшие гибридные комбинации: F_1 Линия 176 x Линия TX-140, F_1 Линия 182 x Никола и F_1 Линия 19/5d x Никола, характеризующиеся высокой скороспелостью, товарной урожайностью и массой плода. Одна гибридная комбинация под названием Агеньчык F_1 в 2013 году передана в ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений» и включена в Государственный реестр сортов с 2014 г.

Ключевые слова: гетерозис, томат, линия, значение, признаки, гибридная комбинация, урожайность, степень доминирования.

Heterotic hybrids are the main seed material, and therefore selection for heterosis and the study of patterns of selection of parental pairs remains an important area of many breeding programs. Breeding for heterosis has become widespread, and the effect of heterosis is used by humans in most crops. Many studies conducted in different parts of the globe on different crops prove the advantage of heterotic hybrids compared to varieties.

According to the indicator of "commercial yield", positive heterosis, over the years of research, had 11 combinations. High values, at the level of 26.1–48.6 %, were found in F_1 hybrids: B3-1-8 x Tamina, C9464 x Tamina, Line 19/5d x Titan, and Line 176 x Tamina. When inheriting economically valuable traits, over the years of research, positive overdominance has been established for all studied traits.

A comprehensive analysis of economically valuable traits based on the results of testing in 2012–2013 made it possible to identify the best hybrid combinations: F_1 Line 176 x Line TX-140, F_1 Line 182 x Nikola and F_1 Line 19/5d x Nikola, characterized by high early maturity, marketable and fruit weight. One hybrid combination called Agenchyk F_1 was transferred to the State Inspectorate for Testing and Protection of Plant Varieties in 2013 and has been included in the State Register of Varieties since 2014.

Key words: heterosis, tomato, line, meaning, traits, hybrid combination.

Введение

В настоящее время, наряду с классической селекцией, завершающейся выведением нового сорта, широкое распространение получила селекция на гетерозис. В современном производстве овощных культур гетерозисные гибриды являются основным посевным материалом, в связи с чем селекция на гетерозис и изучение закономерностей подбора родительских пар остаётся актуальным направлением многих селекционных программ [7].

Гетерозис – общебиологическое явление, при котором гибриды первого поколения, полученные от скрещивания различных сортов, линий растений, видов и пород животных по своим биологическим и хозяйственно полезным признакам значительно превосходят исходные родительские формы растений и породы животных [1, 11].

Различают истинный гетерозис, характеризующийся более сильным проявлением признака в первом поколении по сравнению с лучшим родителем, и гипотетический, как превышение признака гибрида над средним значением его родителей.

Гетерозис наблюдается в первом поколении после скрещивания различных видов, разновидностей, сортов и линий растений или видов и пород животных. Это увеличение может касаться более обильного плодоношения, устойчивости к абиотическим и биотическим факторам, ускорения или замедления фаз развития растений и других признаков [3, 4, 5, 6, 8].

Многие исследования, проведенные в различных частях земного шара на разных культурах, неоспоримо доказывают преимущество гетерозисных гибридов по сравнению с сортами. Гетерозисные гибриды лучше, чем родительские формы, переносят неблагоприятные условия среды и обеспе-

чивают сочетание высокой продуктивности и стабильной по годам урожайности. Меньшая изменчивость под действием экологических факторов объясняется более высоким уровнем гомеостаза гибридов F₁ [9].

Селекция на гетерозис получила широкое распространение, а эффект гетерозиса используется человеком у большинства сельскохозяйственных культур [10]. В связи с этим создание высокоурожайных сортов и гибридов томата защищенного грунта является весьма актуальным.

Основная часть

Научно-исследовательская работа проводилась на опытном поле кафедры сельскохозяйственной биотехнологии, экологии УО БГСХА в 2012–2013 гг. В защищенном грунте проведено конкурсное испытание гетерозисных гибридов томата, полученных по схеме топкроссов (сорок гибридных комбинаций) совместно с исходными формами. В качестве материнских форм в схеме топкроссов для пленочных теплиц выступали стерильные и фертильные формы: БЗ-1-8 (ФМС), С9464 (ФМС), Линия 19/5, Линия 19/5д, Линия 74/0, Линия 90/0, Линия 97/0 (ФМС), Линия 79/0 (ФМС), Линия 80/0 (ФМС). Отцовскими формами в схеме топкроссов являлись Никола, Титан, Тамина, Линия ТХ-144, Линия ТХ-140. Изучаемые образцы высаживались в 3-кратной повторности по 5 растений на делянке, Схема посадки 70 x 30 см. Агротехника общепринятая для томата защищенного грунта. Стандартами являлись детерминантный гибрид Александр и индетерминантный гибрид Старт.

Истинный гетерозис оценивали как процент превышения значения признака у гибрида F₁ над значением лучшей родительской линии $[(F_1 - P_{лучш.}) / P_{лучш.}] \times 100 \%$. Степень доминирования (Hr) определяли по Дж. Л. Брюбейкеру $Hr = (F_1 - M_r) / (P_{лучш.} - M_r)$; где F₁ – это значение изучаемого признака у гибрида, P_{лучш.} – лучший показатель у одной из исходных форм, M_r – среднее значение признака у исходных форм [2].

Отрицательное доминирование характеризуется Hr > -1; доминирование низкого показателя – Hr от -1 до -0,5; отсутствие доминирования (промежуточное) – Hr от -0,5 до 0,5; неполное доминирование высокого показателя – Hr от 0,5 до 1,0; сверхдоминирование (гетерозис) – Hr > 1 [46].

Оценка ранней урожайности в условиях республики обусловлена необходимостью отбора скороспелых форм, способных большую часть урожая отдавать за короткий вегетационный период до наступления ранних осенних заморозков (табл. 1). Следует отметить, что значения ранней урожайности у гибридов F₁ Александр и F₁ Старт, используемых в качестве стандартов, в 2012 году находились на уровне 0,31 и 1,81 кг/м² соответственно. Достоверно более высокие, чем у стандарта F₁ Старт, значения признака «ранняя урожайность» были отмечены у 16 гибридов из 40. Наиболее скороспелыми из испытанных образцов являются гибриды F₁: Линия 178 x Линия ТХ-144, Линия 19/5д x Тамина, Линия 176 x Тамина, БЗ-1-8 x Никола, Линия 182 x Титан, Линия 182 x Линия ТХ-144, Линия 182 x Никола, Линия 182 x Тамина. Значения ранней урожайности у них в 2,6–5,0 раз выше, чем у лучшего стандарта F₁ Александр. Положительные значения эффекта гетерозиса в 2012 году по ранней урожайности имели 29 гибридов из 40. Наибольший гетерозис по данному признаку наблюдался у гибридов F₁: Линия 176 x Тамина, БЗ-1-8 x Титан, Линия 176 x Линия-ТХ-140, Линия 182 x Линия-ТХ-140, Линия 178 x Линия-ТХ-144, Линия 182 x Тамина, Линия 182 x Линия-ТХ-144, превышение над лучшим из родителей составило 3,01–8,86 раза.

В 2013 году ранняя урожайность у стандартов F₁ Старт и F₁ Александр была выше и составляла 5,1 и 6,4 кг/м² соответственно. Значения этого признака на уровне (в пределах ошибки опыта НСР_{0,05} – 3,16) более раннеспелого стандарта F₁ Александр были отмечены у 28 гибридов из 40 и составили от 3,4 до 5,9 кг/м². Наиболее скороспелыми из испытанных образцов являются гибриды F₁: БЗ-1-8 x Никола, Линия 19/5 x Тамина, Линия 19/5 x Титан, С9464 x Титан, Линия 19/5 x Линия ТХ-140, Линия 19/5д x Никола, БЗ-1-8 x Титан, сформировавшие 5,4–5,9 кг/м² рано созревающих плодов.

Результаты проявления гетерозиса по ранней урожайности, в 2013 году, свидетельствуют о том, что из 40 гибридов 31 имели положительные значения. Наибольший гетерозис по данному признаку наблюдался у гибридов F₁: Линия 182 x Тамина, Линия 179 x Титан, Линия 182 x Титан, Линия 176 x Титан, С9464 x Тамина, С9464 x Титан, БЗ-1-8 x Титан, превышение над лучшим из родителей составило 3,67–6,37 раза.

В среднем за два года исследований ранняя урожайность стандартов составляла 2,7 кг/м² у F₁ Старт и 4,1 кг/м² F₁ Александр. Восемь гибридных комбинаций имели этот показатель на 10–70 % выше, чем у раннеспелого стандарта: БЗ-1-8 x Никола, БЗ-1-8 x Титан, Линия 19/5д x Никола, Линия 19/5д x Тамина, Линия 182 x Никола, Линия 182 x Титан, Линия 182 x Тамина, Линия 182 x Линия-ТХ-144. За два года исследований положительное значение гетерозиса по ранней урожайности имели у 36 гибридных комбинаций из 40. Наибольший гетерозис, в течение двух лет, по данному признаку

наблюдался у гибридов F₁: БЗ-1-8 х Титан, Линия 176 х Титан, Линия 176 х Тамина, Линия 182 х Титан и Линия 182 х Линия ТХ-144, превышение над лучшим из родителей составило 3,27–5,86 раза.

Товарная урожайность – основной признак, определяющий хозяйственно полезную часть урожая. Анализ полученных данных по этому признаку показал, что величина товарной урожайности большинства изучаемых образцов в 2012 году находилась на уровне стандартов F₁ Александр и F₁ Старт и составила 6,8–11,0 кг/м² (табл. 2). Достоверно более высокие (на 35–53 %), чем у стандарта F₁ Старт, значения признака «товарная урожайность» отмечены у трех образцов: F₁Линия 176 х Линия-ТХ-140, F₁Линия 182 х Никола и F₁Линия 19/5д х Никола. Наибольшее количество товарных плодов (13,2 кг/м²) сформировал гибрид F₁ Линия 19/5д х Никола, что на 3,5 кг/м² больше, чем у стандарта F₁ Старт.

Таблица 1. Истинный гетерозис у гибридов томата в защищенном грунте по ранней урожайности, %

Наименование образца	Годы исследований				Среднее за два года	
	2012		2013			
	урожайность, кг/м ²	гетерозис, %	урожайность, кг/м ²	гетерозис, %	урожайность, кг/м ²	гетерозис, %
БЗ-1-8 х Никола	6,30	186,4	5,4	22,4	5,9	104,4
БЗ-1-8 х Титан	4,62	413,3	5,9	637,1	5,3	525,2
БЗ-1-8 х Тамина	2,49	91,5	2,0	86,1	2,2	88,8
БЗ-1-8 х Линия ТХ-144	0,29	-58,6	4,7	294,8	2,5	118,1
БЗ-1-8 х Линия ТХ-140	0,00	-100,0	3,4	55,5	1,7	-22,3
С9464 х Никола	0,28	-87,3	4,8	8,5	2,5	-39,4
С9464 х Титан	0,44	-51,1	5,5	583,5	3,0	266,2
С9464 х Тамина	1,46	12,3	6,8	514,2	4,1	263,3
С9464 х Линия ТХ-144	1,47	110,0	4,6	25,0	3,0	67,5
С9464 х Линия ТХ-140	1,21	101,7	5,0	125,5	3,1	113,6
Линия 19/5 х Никола	2,22	0,9	5,1	240,7	3,7	120,8
Линия 19/5 х Титан	0,00	-100,0	5,4	257,7	2,7	78,9
Линия 19/5 х Тамина	1,18	-40,7	5,4	257,4	3,3	108,4
Линия 19/5 х Линия ТХ-144	0,00	-100,0	3,5	132,3	1,8	16,2
Линия 19/5 х Линия ТХ-140	0,18	-91,0	5,9	167,3	3,0	38,2
Линия 19/5д х Никола	4,35	97,7	5,9	34,7	5,1	66,2
Линия 19/5д х Титан	3,72	85,1	4,2	108,7	4,0	96,9
Линия 19/5д х Тамина	4,90	143,8	4,0	101,2	4,5	122,5
Линия 19/5д х Линия ТХ-144	2,00	-0,5	5,9	196,8	4,0	98,2
Линия 19/5д х Линия ТХ-140	2,41	19,9	5,3	142,1	3,9	81,0
Линия 176 х Никола	2,29	4,1	3,8	-14,6	3,0	-5,3
Линия 176 х Титан	2,28	153,3	4,8	501,2	3,5	327,3
Линия 176 х Тамина	5,22	301,5	3,0	171,4	4,1	236,5
Линия 176 х Линия ТХ-144	0,96	37,1	0,8	-35,2	0,9	0,9
Линия 176 х Линия ТХ-140	3,55	491,7	1,5	-30,9	2,5	230,4
Линия 178 х Никола	0,92	-58,2	2,5	-43,9	1,7	-51,1
Линия 178 х Титан	3,39	276,7	2,0	153,4	2,7	215,1
Линия 178 х Тамина	3,21	146,9	3,0	170,2	3,1	158,6
Линия 178 х Линия ТХ-144	4,75	578,6	0,0	-100,0	2,4	239,3
Линия 178 х Линия ТХ-140	1,03	71,7	1,6	-27,5	1,3	22,1
Линия 179 х Никола	0,54	-75,5	2,4	-45,9	1,5	-60,7
Линия 179 х Титан	2,00	122,2	3,9	382,6	3,0	252,4
Линия 179 х Тамина	4,25	226,9	3,4	205,0	3,8	216,0
Линия 179 х Линия ТХ-144	2,17	210,0	1,5	23,7	1,8	116,9
Линия 179 х Линия ТХ-140	2,08	246,7	1,7	-22,3	1,9	112,2
Линия 182 х Никола	8,77	298,6	4,2	-3,9	6,5	147,4
Линия 182 х Титан	6,69	643,3	4,7	488,7	5,7	566,0
Линия 182 х Тамина	8,98	590,8	5,1	367,5	7,0	479,2
Линия 182 х Линия ТХ-144	6,90	885,7	4,7	287,6	5,8	586,7
Линия 182 х Линия ТХ-140	3,67	511,7	3,6	64,1	3,6	287,9
Старт (стандарт)	0,31		5,1		2,7	2,7
Александр (стандарт)	1,81		6,4		4,1	4,1
НСР _{0,05}	2,83		3,16			

Положительный эффект гетерозиса в 2012 году по признаку «товарная урожайность» имели 11 гибридных комбинаций из 40 с максимальным положительным значением по данному признаку (7,4–24,5%) у гибридов F₁:Линия 182 х Линия ТХ-144, Линия 176 х Тамина, Линия 182 х Никола, Линия 19/5д х Никола, родительские формы которых сформировали небольшую товарную урожайность. Товарная урожайность в 2013 году у большинства изучаемых образцов достоверно не отличалась от уровня стандарта F₁ Александр и составила 11,3–16,1 кг/м². Достоверно более высокое (на 48 %), чем

у стандарта F₁ Александр, значение признака «товарная урожайность» наблюдалось у образца F₁ Линия 178 x Титан – 19,6 кг/м². Величина товарной урожайности, достоверно не уступающая, значению лучшего стандарта F₁ Старт (13,6-19,6 кг/м²) отмечена у следующих гибридов F₁: Линия 182 x Титан, Линия 179 x Титан, Линия 178 x Титан, Линия 176 x Тамина, Линия 19/5д x Титан, Линия 19/5 x Титан, БЗ-1-8 x Линия-ТХ-144, БЗ-1-8 x Тамина.

Таблица 2. Истинный гетерозис у гибридов томата в защищенном грунте по товарной урожайности, %

Наименование образца	Годы исследований				Среднее за два года	
	2012		2013			
	урожайность, кг/м ²	гетерозис, %	урожайность, кг/м ²	гетерозис, %	урожайность, кг/м ²	гетерозис, %
БЗ-1-8 x Никола	9,8	-7,5	11,2	2,8	10,5	-2,4
БЗ-1-8 x Титан	8,5	-11,5	12,0	32,2	10,3	10,4
БЗ-1-8 x Тамина	8,5	-10,5	14,5	62,6	11,5	26,1
БЗ-1-8 x Линия ТХ-144	7,9	-16,8	13,7	33,0	10,8	8,1
БЗ-1-8 x Линия ТХ-140	6,5	-45,4	13,0	15,3	9,8	-15,1
С9464 x Никола	8,5	-19,8	13,0	19,5	10,8	-0,2
С9464 x Титан	7,5	-21,9	13,5	47,9	10,5	13,0
С9464 x Тамина	9,5	0,0	13,3	49,5	11,4	24,8
С9464 x Линия ТХ-144	9,4	-1,1	12,3	-7,8	10,9	-4,5
С9464 x Линия ТХ-140	9,7	-18,5	14,7	29,7	12,2	5,6
Линия 19/5 x Никола	9,8	-7,5	16,1	47,8	13,0	20,2
Линия 19/5 x Титан	3,2	-69,1	13,6	37,5	8,4	-15,8
Линия 19/5 x Тамина	9,1	-12,1	12,6	27,1	10,9	7,5
Линия 19/5 x Линия ТХ-144	6,6	-36,2	12,9	25,4	9,8	-5,4
Линия 19/5 x Линия ТХ-140	6,2	-47,9	10,5	-6,9	8,4	-27,4
Линия 19/5д x Никола	13,2	24,5	11,9	9,1	12,6	16,8
Линия 19/5д x Титан	10,7	11,5	13,6	48,8	12,2	30,2
Линия 19/5д x Тамина	9,6	1,1	11,3	24,1	10,5	12,6
Линия 19/5д x Линия ТХ-144	8,9	-6,3	13,2	28,1	11,1	10,9
Линия 19/5д x Линия ТХ-140	10,0	-16,0	11,6	2,8	10,8	-6,6
Линия 176 x Никола	9,4	-11,3	11,5	5,5	10,5	-2,9
Линия 176 x Титан	9,0	-6,3	12,3	35,4	10,7	14,6
Линия 176 x Тамина	11,0	15,8	16,1	81,4	13,6	48,6
Линия 176 x Линия ТХ-144	9,1	-4,2	12,9	25,3	11,0	10,6
Линия 176 x Линия ТХ-140	11,6	-2,5	13,2	17,1	12,4	7,3
Линия 178 x Никола	5,5	-48,1	8,0	-63,8	6,8	-56,0
Линия 178 x Титан	8,5	-11,5	19,6	-11,9	14,1	-11,7
Линия 178 x Тамина	8,4	-11,6	13,2	-40,7	10,8	-26,2
Линия 178 x Линия ТХ-144	10,7	12,6	4,5	-79,6	7,6	-33,5
Линия 178 x Линия ТХ-140	9,6	-19,3	11,5	-48,0	10,6	-33,7
Линия 179 x Никола	9,8	-7,5	12,9	-22,1	11,4	-14,8
Линия 179 x Титан	6,2	-35,4	14,2	-14,5	10,2	-25,0
Линия 179 x Тамина	9,6	1,1	11,6	16,7	10,6	8,9
Линия 179 x Линия ТХ-144	9,6	1,1	11,9	-28,3	10,8	-13,6
Линия 179 x Линия ТХ-140	10,2	-14,3	11,6	-30,3	10,9	-22,3
Линия 182 x Никола	12,4	17,0	12,8	17,5	12,6	17,3
Линия 182 x Титан	7,7	-19,8	14,5	59,5	11,1	19,9
Линия 182 x Тамина	9,6	1,1	12,0	34,7	10,8	17,9
Линия 182 x Линия ТХ-144	10,2	7,4	11,4	10,5	10,8	9,0
Линия 182 x Линия ТХ-140	6,8	-42,9	12,5	10,8	9,7	-16,1
Старт (стандарт)	9,7		17,4		13,6	2,7
Александр (стандарт)	8,6		13,2		10,9	4,1
НСР _{0,05}	2,97		3,85			

Положительные значения гетерозиса по признаку «товарная урожайность» в 2013 году имели большинство гибридных комбинаций (29 из 40). Максимальные положительные значения по данному признаку (47,8–81,4 %) отмечены гибридов F₁: Линия 19/5д x Никола, С9464 x Титан, С9464 x Тамина, Линия 182 x Титан, БЗ-1-8 x Тамина и Линия 176 x Тамина, родительские формы которых сформировали небольшую товарную урожайность или не сформировали ее вообще.

По результатам двухлетних испытаний высокую товарную урожайность (на уровне стандарта Старт и выше) сформировали Линия 19/5 x Никола, Линия 176 x Тамина и Линия 178 x Титан. В среднем за два года положительное значение гетерозиса имела 21 гибридная комбинация из 40. Положительный гетерозис в течение двух лет имели 11 комбинаций.

Признак «средняя масса товарного плода» (табл. 3) у изучаемых образцов томата в условиях 2012 года варьировал от 60 до 170 граммов. Достоверно более крупные, чем у стандартов F₁ Александр и F₁ Старт, плоды сформировали гибриды: F₁Б 3-1-8 x Линия ТХ-144 (120,0 г), F₁ Б3-1-8 x Титан (128,0 г), F₁Линия 182 x Титан (137,0 г), F₁ Линия 182 x Линия-ТХ-144 (138,0 г), F₁ Линия 19/5 x Титан (152,0 г), F₁ Линия 176 x Титан (170,0 г).

Таблица 3. Истинный гетерозис у гибридов томата в защищенном грунте по массе плода, г

Наименование образца	Годы исследований				Среднее за два года	
	2012		2013			
	урожайность, кг/м ²	гетерозис, %	урожайность, кг/м ²	гетерозис, %	урожайность, кг/м ²	гетерозис, %
Б3-1-8 x Никола	87,0	10,1	86,0	4,6	86,5	7,4
Б3-1-8 x Титан	128,0	37,6	63,0	-32,2	95,5	2,7
Б3-1-8 x Тамина	87,0	26,1	77,4	12,1	82,2	19,1
Б3-1-8 x Линия ТХ-144	120,0	21,2	94,5	2,2	107,3	11,7
Б3-1-8 x Линия ТХ-140	105,0	14,1	88,1	2,8	96,6	8,5
С9464 x Никола	83,0	5,1	79,5	-3,2	81,3	1,0
С9464 x Титан	84,0	-9,7	68,3	-26,5	76,2	-18,1
С9464 x Тамина	81,0	17,4	73,5	6,6	77,3	12,0
С9464 x Линия ТХ-144	91,0	-8,1	70,3	-1,6	80,7	-4,9
С9464 x Линия ТХ-140	70,0	-23,9	71,6	-16,5	70,8	-20,2
Линия 19/5 x Никола	99,0	25,3	90,6	10,3	94,8	17,8
Линия 19/5 x Титан	152,0	63,4	63,6	-31,6	107,8	15,9
Линия 19/5 x Тамина	81,0	17,4	76,4	10,7	78,7	14,1
Линия 19/5 x Линия ТХ-144	88,0	-11,1	94,4	2,1	91,2	-4,5
Линия 19/5 x Линия ТХ-140	88,0	-4,3	76,6	-10,7	82,3	-7,5
Линия 19/5д x Никола	60,0	-24,1	84,1	2,3	72,1	-10,9
Линия 19/5д x Титан	92,0	-1,1	100,5	8,0	96,3	3,5
Линия 19/5д x Тамина	78,0	13,0	78,6	10,6	78,3	11,8
Линия 19/5д x Линия ТХ-144	106,0	7,1	74,9	-19,0	90,5	-6,0
Линия 19/5д x Линия ТХ-140	83,0	-9,8	74,1	-13,5	78,6	-11,7
Линия 176 x Никола	106,0	34,2	105,7	28,6	105,9	31,4
Линия 176 x Титан	170,0	82,8	77,7	-16,5	123,9	33,2
Линия 176 x Тамина	100,0	44,9	89,1	29,1	94,6	37,0
Линия 176 x Линия ТХ-144	112,0	13,1	131,8	42,5	121,9	27,8
Линия 176 x Линия ТХ-140	107,0	16,3	109,4	27,6	108,2	22,0
Линия 178 x Никола	84,0	-8,7	101,0	-22,9	92,5	-15,8
Линия 178 x Титан	88,0	-5,4	104,7	-20,1	96,4	-12,8
Линия 178 x Тамина	73,0	-20,7	80,7	-38,4	76,9	-29,6
Линия 178 x Линия ТХ-144	91,0	-8,1	123,3	-5,9	107,2	-7,0
Линия 178 x Линия ТХ-140	102,0	10,9	105,1	-19,8	103,6	-4,5
Линия 179 x Никола	70,0	-11,4	97,8	19,0	83,9	3,8
Линия 179 x Титан	92,0	-1,1	74,1	-20,3	83,1	-10,7
Линия 179 x Тамина	60,0	-13,0	60,8	-11,8	60,4	-12,4
Линия 179 x Линия ТХ-144	86,0	-13,1	71,8	-22,3	78,9	-17,7
Линия 179 x Линия ТХ-140	63,0	-31,5	73,6	-14,1	68,3	-22,8
Линия 182 x Никола	106,0	34,2	72,7	-11,6	89,4	11,3
Линия 182 x Титан	137,0	47,3	64,8	-30,3	100,9	8,5
Линия 182 x Тамина	96,0	39,1	76,8	11,3	86,4	25,2
Линия 182 x Линия ТХ-144	138,0	39,4	89,6	-3,1	113,8	18,2
Линия 182 x Линия ТХ-140	94,0	2,2	100,8	17,6	97,4	9,9
Старт (стандарт)	119,0		98,9		109,0	2,7
Александр (стандарт)	99,0		81,2		90,1	4,1
НСР _{0,05}	17,6		17,54			

Результаты изучения проявления эффектов гетерозиса по массе плода в 2012 г. показали, что половина гибридов имели положительные значения. Наибольшие значения гетерозиса наблюдались у гибридных комбинаций Линия 176 x Тамина, Линия 182 x Титан, Линия 19/5 x Титан, Линия 176 x Титан; родительские формы которых характеризовались мелкоплодностью.

В условиях 2013 года значение признака «средняя масса товарного плода» у изучаемых образцов томата варьировало от 61 до 132 граммов, достоверно более крупные, чем у стандарта F₁ Александр, плоды сформировали гибриды F₁: Линия 19/5 x Титан (100,5 г), Линия 182 x Линия-ТХ-140 (100,8 г), Линия 178 x Никола (101,0 г), Линия 178 x Титан (104,7 г), Линия 178 x Линия-ТХ-140 (105,1 г), Линия 176 x Никола (105,7 г), Линия 176 x Линия-ТХ-140 (109,4 г), Линия 178 x Линия-ТХ-144 (123,3 г) и Линия 176 x Ли-

ния-ТХ-144 (131,8 г). Масса плода гибридов Линия 178 x Линия-ТХ-144 и Линия 176 x Линия-ТХ-144 существенно превышала значение этого признака стандарта Старт на 24,4 и 32,9 г.

Результаты изучения проявления эффектов гетерозиса по массе плода показали, что восемнадцать гибридов из сорока в 2013 году имели положительные значения гетерозиса по данному признаку. Наибольшие значения наблюдались у гибридных комбинаций Линия 179 x Никола, Линия 176 x Линия-ТХ-140, Линия 176 x Никола, Линия 176 x Тамина, Линия 176 x Линия-ТХ-144.

Масса плода изучаемых образцов в среднем за два года колебалась от 60,4 до 123,9 граммов. На уровне стандарта Старт (109,0 г) и выше эти значения имели 10 комбинаций скрещивания: Б 3-1-8 x Линия-ТХ-144, Линия 19/5 x Титан, Линия 176 x Никола, Линия 176 x Титан, Линия 176 x Линия ТХ-144, Линия 178 x Линия ТХ-140, Линия 178 x Линия ТХ-144, Линия 178 x Линия ТХ-140, Линия 182 x Титан, Линия 182 x Линия ТХ-144. В среднем за годы исследований положительные значения гетерозиса по массе плода имели 17 комбинаций из 40.

Более полную картину наследования хозяйственно ценных признаков у томата можно представить по степени доминирования (табл. 4).

Таблица 4. Степень доминирования по хозяйственно ценным признакам у гибридов томата, %

Признак	Год	Нр < -1	-1 ≥ Нр ≤ 1	Нр > 1
Ранняя урожайность	2012	10	17,5	72,5
	2013	5,0	22,5	72,5
	В среднем за два года	7,5	20,0	72,5
Товарная урожайность	2012	22,5	55,0	22,5
	2013	5,0	25,0	70,0
	В среднем за два года	13,7	40,0	46,3
Масса плода	2012	10,0	35,0	55,0
	2013	2,5	52,5	45,0
	В среднем за два года	6,3	43,7	50,0

По признаку «ранняя урожайность» преобладало положительное сверхдоминирование (72,5 % процента гибридов имели Нр > 1). По товарной урожайности в 2012 году у большинства гибридов (55,0 %) наблюдалось промежуточное наследование, а в 2013 г. преобладало положительное сверхдоминирование по признакам «ранняя урожайность» и «товарная урожайность» (72,5 % и 70,0 % гибридов соответственно имели Нр > 1). По массе товарного плода в 2012 году у большинства гибридов (55,0 %) наблюдалось положительное сверхдоминирование, а в 2013 году отмечалось промежуточное наследование (52,5 %). Наследование по всем изучаемым признакам, в среднем за два происходило по типу положительного сверхдоминирования.

Заключение

По результатам двухлетних испытаний выявлены наиболее скороспелые гибриды F₁: Б3-1-8 x Никола, Б3-1-8 x Титан, Линия 19/5д x Никола, Линия 19/5д x Тамина, Линия 182 x Никола, Линия 182 x Титан, Линия 182 x Тамина, Линия 182 x Линия ТХ-144, значения ранней урожайности у которых превышало стандарт на 10–70 %.

За два года исследований положительное значение гетерозиса по ранней урожайности имели 36 гибридных комбинаций из 40. Наибольший гетерозис в течение двух лет по данному признаку наблюдался у гибридов F₁: Б3-1-8 x Титан, Линия 176 x Титан, Линия 176 x Тамина, Линия 182 x Титан и Линия 182 x Линия ТХ-144, превышение над лучшим из родителей составило 3,27–5,86 раза.

По результатам двухлетних испытаний высокую товарную урожайность сформировали Линия 19/5 x Никола, Линия 176 x Тамина и Линия 178 x Титан. По признаку «товарная урожайность» положительный гетерозис, за годы исследований, имели 11 комбинаций. Высокие значения на уровне 26,1%–48,6 % выявлены у гибридов F₁: Б3-1-8 x Тамина, С9464 x Тамина, Линия 19 /5д x Титан и Линия 176 x Тамина.

При наследовании хозяйственно ценных признаков, за годы исследований, установлено положительное сверхдоминирование по всем изучаемым признакам.

Комплексный анализ хозяйственно ценных признаков, по результатам испытания 2012–2013 годах, позволил выявить лучшие гибридные комбинации: F₁Линия 176 x Линия ТХ-140, F₁Линия 182 x Никола и F₁Линия 19/5д x Никола, характеризующиеся высокой скороспелостью, товарной и массой плода. Одна гибридная комбинация под названием Агеньчык F₁ в 2013 году передана в ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений» и включена в Государственный реестр сортов с 2014 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Брежнев, Д. Д. Томаты / Д. Д. Брежнев // Гетерозис в овощеводстве. –Л., 1966. – С. 9–48.

2. Брюбейкер, Дж. Л. Сельскохозяйственная генетика / Дж. Л. Брюбейкер. – М.: Колос, 1966. – 224 с.
3. Ганева, Д. Г. Успехи Болгарской гетерозисной селекции томата / Д. Г. Ганева, Ж. П. Данаилов // Селекция и семеноводство овощных культур: сб. научн. тр. – 2015. – Выпуск 46. – С. 201–208.
4. Генетические основы селекции растений: в 4 т. Т.2 Частная генетика растений/ науч. ред. А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылева. – Минск: «Беларуская навука», 2020. – 663 с. (С. 483–572)
5. Гетерозис / Н. В. Турбин [и др.]. – Минск, 1982. – 245 с.
6. Добродькин, М. М. Создание партенокарпических гетерозисных гибридов томата для пленочных теплиц на основе функциональной мужской стерильности: автореф. дис.... канд. с.-х. наук 06.01.05 / М. М. Добродькин; Белорус. с.-х. акад. – Горки, 2004. – 18 с.
7. Добродькин, А. М. Селекция гибридов томата на стерильной и фертильной основах для защищенного грунта автореф. дис.... канд. с.-х. наук 06.01.05 / М. М. Добродькин; Белорус. с.-х. акад. – Горки, 2021. – 24 с.
8. Игнатова, С. И. Использование гетерозиса в селекции тепличных гибридов томата / С. И. Игнатова // Гетерозис с.-х. растений: сб. науч. тр. Всерос. науч.-исслед. ин-т селекции и семеноводства овощных культур. – М.: ВНИИССОК, 1997. – С. 112–113.
9. Пивоваров, В. Ф. Частная селекция пасленовых культур / В. Ф. Пивоваров, Р. В. Скворцова, И. Ю. Кондратьева. – М., 2002. – 285 с.
10. Парий, Ф. Н. Проблемы использования гетерозиса / Ф. Н. Парий // Гетерозис (теория и практика): Тез. докл. конф. – Харьков (28–29 янв. 1988г.), 1988. –С. 97–98.
11. Турбин, Н. В. Генетика гетерозиса и методы селекции растений на комбиционную ценность / Н. В. Турбин // Вестник с. х. науки. – 1967. – №3. – С. 16–21.