ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МУТАНТНЫХ ГЕНОВ ТОМАТА ПРИ СЕЛЕКЦИИ НА ГЕТЕРОЗИС

Маковей М.Д.

Институт генетики, физиологии и защиты растений, Кишинэу, Республика Молдова

e-mail: milania.makovei@igfpp.md

Abstract

The article presents the results on the use of lines of carriers of mutant marker genes in crossings to obtain heterotic F₁ hybrids. The degree of dominance of the main traits of determining productivity (the duration of the growing season, the average number of flowers on inflorescences, the number of fruits and the mass of the fruit), depending on the characteristics of the initial parental forms, is shown. Combinations of hybrids with a high effect of heterosis in all studied features are isolated.

Key words: tomato, heterosis selection, mutant genes, degree of domination, heterosis effect

Введение

В настоящее время наиболее приоритетным направлением в селекции растений является создание гетерозисных гибридов. Под гетерозисом понимается свойство F₁ гибридов превосходить родителей или лучшую из родительских форм по степени выраженности биологических и хозяйственно-ценных признаков [1, 2, 5]. Гетерозисная мощь позволяет значительно повысить адаптивность и продуктивность, усилить скороспелость и дружность созревания, повысить устойчивость к болезням и вредителям гибридных растений, что широко отражено в работах разных авторов [1, 4, 6, 9, 10, 11, 14, 15, 18, 20 и др.]. Многие исследователи [1, 4, 8, 10, 12, 13, 14, 16], отмечают, что наибольший гетерозис по урожайности имеют гибриды F₁, полученные от форм, резко различающихся по морфологическим и биологическим признакам. Биологическая и, тем более морфологическая разнокачественность скрещиваемых форм (например, раннеспелых с позднеспелыми, штамбовых с нештамбовыми и др.) предусматривает и их генетическую разнородность, что и определяет более высокую гетерозиготность таких гибридов. Эффект гетерозиса по продуктивности и другим признакам отмечается и при моногенной гетерозиготности, когда различия между родительскими формами находятся в пределах одной пары аллельных генов. Факты моногенного гетерозиса [3, 6, 8, 16], свидетельствуют в пользу концепции сверхдоминирования, согласно которой гетерозиготное состояние гена имеет преимущества перед его гомозиготами. Аналогичный вывод делает и другой автор [13], утверждая что, чем больше количество рецессивных генов у исходной формы, тем выше эффект гетерозиса. Наиболее часто моногибридный гетерозис проявляют мутантные гены, обладающие депрессивным действием в гомозиготном состоянии. Также имеются данные [21, 22], что некоторые хозяйственно-ценные мутантные гены (*hp*, *dg*, *og^c*, *gs* и др.) имеют промежуточное проявление в гетерозиготе, что позволяет использовать их полезные свойства при создании гибридов F₁. Эффект промежуточной экспрессии в гетерозиготе (F₁) выявлен и для многих других мутантных генов (*sp*, *d*, *ful*, *der*, *aa*, *aw*, *aud*, *ro* и др.) [8, 13]. Доминантный характер проявления большинства генов устойчивости к болезням томата, также предполагает эффективное использование их в селекции на гетерозис [19].

Для прогнозирования эффекта гетерозиса следует учитывать степень доминирования признаков. Эффект гетерозиса проявляется в конкретных комбинациях скрещивания и, не может быть предсказан заранее [16]. Поэтому, проблемы гетерозисной селекции томата могут быть успешно решены только лишь на основе использования хорошо изученного разнообразного исходного материала. Особую значимость в этом плане приобретают образцы с определенным генетическим контролем и выраженным фенотипическим эффектом проявления селекционно-ценных признаков, в том числе устойчивости к абиотическим стрессам. Именно изучению этих вопросов в процессе создания исходного материала и при подборе пар для скрещивания нами уделяется особое внимание.

Целью исследований было изучение родительских форм, являющихся носителями ряда

мутантных маркерных генов и гибридов F_1 , полученных на их основе, по характеру проявления некоторых хозяйственно-ценных признаков – продолжительность вегетационного периода, число цветков, количество завязавшихся плодов, средняя масса плода и особенностей их наследования в зависимости от характеристик их родительских.

Материалы и методы

Исходным материалом для получения гибридов F_1 , служили всесторонне изученные линии с разным набором мутантных маркерных генов: – Л 8 (sp^+ , u , nor), Л 111 (ssp , nor , u , $hp-1$, $j-2$), Л 11069 (sp^+ , u , nor , $Tm-2^a$, ls , $j-2$), Л 1185 (dw), Л 28 (sp , Mi , gs , $Tm-2$, rin), Мо 443 (ls) и Мо 632 (ag , h,t , l , u , pl , lg), а также высокопродуктивные сорта и линии – MaKrista, Stefani, Факел. Л 1185, Л 135.

Работа выполнялась в несколько этапов: 1 – изучение, анализ и выделение доноров важнейших признаков; 2 – проведение скрещиваний между формами с генетически контрастными признаками; 3 – изучение характера наследования признаков.

Анализ особенностей наследования таких признаков как: продолжительность вегетационного периода, число цветков, количество завязавшихся плодов, средняя масса плода проводили на 8 межмутантных, мутантно-сортовых и сорто-линейных гибридных комбинациях F_1 : – Л111 x Л 11069; Л111 x MaKrista; Л 111 x Л 1185; Л1185 x MaKrista; Л 111 x Факел; Л 111 x Мо 443; Л8 x Л 11069; Stefani x Л 135, Факел x Мо 632, Л28 x Л 111. Растения исходных родительских форм и гибридов F_1 , полученных на их основе выращивали в условиях экспериментального поля института. Фенологические наблюдения и учеты проводили по общепринятым для культуры томата методикам [7, 17]. Определяли степень доминирования (hp) [3] и величину эффекта гетерозиса [6].

Результаты и обсуждение

Анализ характера наследования признака «продолжительность вегетационного периода» гибридами F_1 , полученными от скрещивания двух форм, которые являются носителями генов лежкости « nor и rin » показал положительное сверхдоминирование ($h_p = +1,1 \dots 1,8$) у всех гибридов с их участием. При скрещивании этих же линий с раннеспелыми и среднеспелыми сортовыми формами этот признак наследуется по-разному, от промежуточного с отклонениями в сторону отрицательного или положительного доминирования до сверхдоминирования в сторону как положительного, так и отрицательного (табл. 1).

Определение субкомпонентов урожая (число цветков, количество завязавшихся плодов, средняя масса плода) у родительских форм и гибридов F_1 , и характер их наследования (hp) гибридами F_1 индивидуально показал, что число цветков на одно соцветие было разным. Например, у всех комбинаций F_1 с участием линий носителей генов лежкости этот признак наследуется от промежуточного до сверхдоминирования ($hp = +0,02 \dots +1,1$). У остальных комбинаций имеет место отрицательное доминирование ($hp = -0,12$) и сверхдоминирование ($hp = -3,0$). Аналогичные результаты получены и по комбинации Л111 x MaKrista. Положительное доминирование и сверхдоминирование по данному признаку отмечается у комбинаций гибридов F_1 – Л 28 x Л111 и Л111 x Мо 443. Число цветков на соцветии (в среднем по 6-ти изученным) у F_1 : с. Stefani x Л 135 и с. Факел x Мо 632 наследовалось по типу отрицательного сверхдоминирования (табл. 1). Это указывает на то, что наследование данного признака гибридами зависит исключительно от особенностей, использованных в скрещиваниях родительских форм.

Индивидуальный анализ признаков – число завязавшихся плодов, и их средняя масса при выращивании гибридов F_1 и их родительских форм в три разных года позволил выявить особенности их проявления. Например, в комбинации гибрида Л 111 x Л 11069 завязывание плодов шло по типу положительного доминирования ($hp = +0,95$), количество завязавшихся плодов на этих соцветиях равно показателю лучшего родителя. В данной комбинации высокий гетерозис отмечается и по средней массе, коэффициент наследования составляет +2,00. Аналогичные данные (положительное доминирование и сверхдоминирование) отмечены и, у комбинации Л 111 x с. MaKrista, Л28 x Л111, Л111 x Мо443 ($hp = +1,05$, $+0,90$, $+0,70$ число завязавшихся плодов и $hp = +1,37$, $+1,2$ и $+1,4$ средняя масса плода, соответственно). Следовательно, у этих гибридов F_1 , высокий гетерозис имеет место как по числу завязавшихся плодов, так и средней их массе. Самый высокий эффект гетерозиса по

товарности плодов отмечен у гибрида Л111 х MaKриста, а также в других гибридных комбинациях с участием линии 111.

У остальных комбинаций F_1 : Л111 х Л 1185; Stefani х Л 135; Л 111 х с. Факел выявлено высокое положительное сверхдоминирование и доминирование по числу завязавшихся плодов ($h_p = +1,05$, $+1,05$ и $+0,20$ соответственно) и отрицательное доминирование по признаку «средняя масса плода» ($h_p = -0,37$; $-0,30$; $-0,60$). То есть по этим комбинациям F_1 , гетерозис проявляется только по завязыванию плодов.

Высокое отрицательное сверхдоминирование (депрессия) по изученным признакам ($h_p = -3,0$ число цветков на растении; $h_p = -1,86$ количество завязавшихся плодов; $h_p = -2,38$ средняя масса плода) отмечено у гибрида F_1 от комбинации с. Факел х Мо 632.

Таблица 1. Характер наследования (h_p) некоторых хозяйственно-ценных признаков гибридами F_1 томата

Гибриды F_1	Признаки и степень их доминирования (h_p)			
	Продолжительность вегетационного периода	Число цветков на растении	число завязавшихся плодов на растении	Средняя масса плода
Л 111 х Л11069	+ 1,1	+ 0,02	+ 0,95	+ 2,0
Л 111 х с. MaKриста	- 1,0	+ 0,40	+ 1,05	+ 1,37
Л 111 х Л 1185	+ 0,64	+ 0,48	+ 1,05	- 0,32
Л 8 х Л 11069	+ 1,4	- 1,31	+ 0,02	- 0,68
с. Stefani х Л 135	- 0,87	- 1,33	+ 0,80	- 0,3
с. Факел х Мо 632	- 1,5	- 3,0	- 1,86	- 2,38
Л 28 х Л 111	+ 1,86	+ 0,76	+ 0,90	+ 1,2
Л 111 х Факел	+ 0,12	- 0,12	+ 0,20	- 0,60
Л 111 х Мо 443	+ 1,8	+ 1,1	+ 0,70	+ 1,4

У данной комбинации депрессия по характеру проявления изученных признаков была стабильно выраженной в три разных года их исследования. Вероятно, это связано с плеiotропным влиянием большего числа мутантных генов (*ag*, *h*, *t*, *l*, *u*, *pl*, *lg*), носителями которых является мутантная форма Мо 632.

Выводы

Степень доминирования признаков определяющих уровень продуктивности у гибридов F_1 , полученных с участием линий носителей мутантных маркерных генов томата (Л111 х Л11069, Л28 х Л111, Л111 х Мо443), оказался значительно выше, чем у мутантно-сортолинейных гибридов F_1 .

Наибольший эффект гетерозиса отмечен по признаку «число завязавшихся плодов» практически по всем изученным гибридам F_1 , за исключением гибридной комбинации – с. Факел х Мо 632, где в качестве материнского компонента используется многомаркерная мутантная форма 632. Стабильно выраженная депрессия по характеру проявления изученных признаков у данного гибрида, вероятно, связана с плеiotропным влиянием большего числа мутантных генов (*ag*, *h*, *t*, *l*, *u*, *pl*, *lg*), носителем которых она является.

Повышенная продуктивность в комбинациях гибридов F_1 – Л111 х Л1185, с. Stefani х Л135, Л111 х с. Факел и Л8 х Л11069 достигалась за счет увеличения количества завязавшихся плодов от числа цветков на соцветиях.

Самый высокий эффект гетерозиса по товарности плодов отмечен у гибрида Л111 х MaKриста, а также в других гибридных комбинациях с участием линии 111.

Исследования проведены в рамках проекта Государственной Программы 20.80009.5107.11 "Длительное сохранение генетических ресурсов растений в геномном банке с использованием методов молекулярной биологии в тестировании состояния здоровья растительной зародышевой плазмы", финансируемой Национальным Агентством по Исследованиям и Развитию.

Литература

1. БООС, Г.В., БАДИНА, Г.В. // Гетерозис овощных культур. Ленинград. 1990. 218 С.
2. БРЮБЕЙКЕР, Д.Л. //Сельскохозяйственная генетика. Москва. 1966. 221С.
3. ВОДА, Л.А., ГАНЯ, А.И. Влияние некоторых мутантных генов на проявление моногибридного гетерозиса по урожайности у томатов //VII съезд селекционеров и генетиков. Мн. 1999. С. 121-123.
4. ГАНЕВА, Д.Г., ДАНАИЛОВ, Ж.П. Успехи болгарской гетерозисной селекции томата. //В сб.: Селекция и семеноводство овощных культур. Москва. 2015. С. 201- 208.
5. ГУЖОВ, Ю.Л., ПУХАЛЬСКИЙ, В.А. И ДР. //Генетика. Москва. 2003. 480 С.
6. ДАСКАЛОВ, Х. Гетерозис и его использование при выращивании томатов. 1972. 19 С.
7. ДОСПЕХОВ, Б.А. Методика опытного дела. - М.: Агропромиздат, 1979. 416 С.
8. ЖУЧЕНКО, А.А. Генетика томатов. Кишинев: Штиинца, 1973. 644 С.
9. ИГНАТОВА, С.И. Селекция гетерозисных гибридов тепличного томата с групповой устойчивостью к болезням. //Автореф. дисс. докт. с.-х. н. Ленинград. 1999. 38 С.
- 10.КИЛЬЧЕВСКИЙ, А.В. Создание гетерозисных гибридов томата с использованием ФМС и партенокарпии /А.В. Кильчевский, М.М. Добродькин, Н.Ю. Лещина, А.В. Исаков // Овощеводство: сб. науч. тр. - НАН Беларуси; РУП «институт овощеводства». - Минск. 2008. Т. 14. С. 158 - 165.
- 11.КОНДРАТЬЕВА, И.Ю., ГИНС, В.К. Перспективы и результаты гетерозисной селекции томата для открытого грунта в северных широтах. В сб.: Селекция и семеноводство овощных культур. ВНИИССОК. Вып. 46. М., 2015. С. 275-282
- 12.КРАВЧЕНКО, В.А., ПРИЛИПКА, О.В. Методика и техника селекционной работы с томатом. Киев; Аграрная наука, 2001. 84 С.
- 13.КУЗЕМЕНСКИЙ, А.В. Селекционно-генетические исследования мутантных форм томата. Харьков. 2004. 392 С.
- 14.МАМЕДОВ, М.И. Изучение связи между проявлением гетерозиса и экологической стабильностью гибридов томата /М.И. Мамедов // Селекция и семеноводства овощных культур: Сб.науч.тр. ВНИИССОК - 20026. Вып.37. С. 146 - 149.
- 15.ПИВОВАРОВ, В.Ф. и др. Гетерозис сельскохозяйственных растений: развитие теоретических аспектов и практическое применение //В книге Гетерозис сельскохозяйственных растений. Москва. 1997. С. 5.
- 16.ШУМНЫЙ В.К., СОКОЛОВ В.А., ВЕРШИНИН А.В. Гетерозис и механизмы сверхдоминирования //Гетерозис. Мн.: Наука и техника. 1982. С. 109-141.
- 17.Descriptors for Tomato (*Solanum lycopersicon* L.) IPGRI. 2001. 46 P.
- 18.DOWKER, B.D. Гетерозис: Пер. с англ. / B.D. Dowker, C.J. Driscoll, G.H. Gordin. - М.: Агропромиздат. 1987. 347 С.
- 19.LATERROT H. Genetic control of the tomato pathogens. Present situation and hopes for the future //XIII Meeting of the EUCARPIA Tomato Working Group. Israel, Jerusalem. 1997. P. 42-43.
- 20.MICU V. Ameliorarea plantelor necesită ameliorare. ///În: Buletinul AȘM. Științele vieții, 2015, 2(326). P. 111 - 118.
- 21.MOCHIZUKI T. Studies on lines with-pigment genes as high vitamin C and carotenoid sources in tomato breeding //Bull. Veg. Orgaam. Crops Res. Stn. Ser. A. 1995. № 10. P. 55-139.
- 22.MUSTTILL A., FENRI, F., CILIENCO, R., ALFANO, F., BOWLER, C. Phenotype of the tomato high pigment-2 mutant is caused by a mutation in the tomato homolog of DEETIOLATED 1 //Plant Cell. 1999. V 11, № 2. P. 145-157.