

ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТА ГЕТЕРОЗИСА ПЕРЦА СЛАДКОГО ПРИ ПОДБОРЕ РОДИТЕЛЬСКИХ ПАР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ МОЛЕКУЛЯРНОГО АНАЛИЗА



Снигирь Е.А. – аспирант лаб. селекции и семеноводства пасленовых культур

Кочиева Е.З. – доктор биол. наук, Центр «Биоинженерия» РАН
Мамедов М.И. – доктор с.-х. наук, зав. лаб. селекции и семеноводства пасленовых культур;

Супрунова Т.П. – кандидат с.-х. наук, с.н.с. лаб. биотехнологии

Шмыкова Н.А. – доктор с.-х. наук, зав. лаб. биотехнологии

Пышная О.Н. – доктор с.-х. наук, зам. директора по науке

ГНУ Всероссийский НИИ селекции и семеноводства овощных культур Россельхозакадемии

143080, Московская обл., Одинцовский р-он, п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, 14

E-mail: pishnaya_o@mail.ru

По результатам молекулярно-генетического анализа сортообразцов перца селекции ВНИИССОК подобраны родительские пары и проведены диаллельные скрещивания между ними. В результате получены гибриды F₁, рассчитан эффект гетерозиса по основным хозяйственно ценным признакам. Выявлены лучшие гетерозисные гибридные комбинации. Проведены исследования по выявлению взаимосвязи между уровнем генетической дивергентности, определенной с помощью молекулярного маркирования, и эффектом гетерозиса.

Ключевые слова: F₁ гибриды перца, гетерозис, AFLP- и SSR- маркирование.

Введение

Прогрессивным направлением в селекции является создание гетерозисных гибридов, которые занимают значительное место в товарном производстве. Гетерозис – это сложное биологическое явление, под ним понимают превосходство гибридов над родительскими формами по степени проявления одного или нескольких признаков. До настоящего времени проблема прогнозирования гетерозиса не решена, и почти во всех технологиях селекции на гетерозис доминирует метод проб – испытание всех возможных комбинаций скрещиваний линий, включенных в селекцию на гетерозис.

В настоящее время для более эффективной работы современных селекционных программ, наряду с классическими методами селекции и отбора, все чаще используются методы молекулярного маркирования, позволяющие наиболее эффективно определять уровень дивергентности исходного материала, отбирать родительские линии и прогнозировать

СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СЕЛЕКЦИИ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

эффект гетерозиса гибридов, полученных при скрещивании данных образцов.

В задачи настоящего исследования входило проведение диаллельных скрещиваний между отобранными сортообразцами на основании данных молекулярного анализа, получение гибридных комбинаций для оценки комбинационной способности исходных линий и расчета эффекта гетерозиса по основным хозяйственно ценным признакам для обоснования оптимального сочетания пар и выявления лучшей гетерозисной гибридной комбинации.

Материал и методы

Линии перца, используемые в работе (Мадона, Чаймс, Пирати, Екатерина, Желтый Букет, Оранжевое Чудо, Мемфис), были отобраны по ряду

морфологических, хозяйственно ценных признаков, необходимых для передачи гибридному потомству, а также по результатам молекулярно-генетического анализа, показавшего их наибольшую дивергентность (генетическую удаленность) (Снигирь Е.А. и др., 2011, 2013). Отобранные сортообразцы были использованы в качестве родительских линий, проведена 21 комбинация диаллельных скрещиваний и получены гибриды F₁.

Оценку растений в период вегетации по хозяйственно ценным признакам проводили по «Методике проведения испытания на отличимость, однородность и стабильность» (1996), а также UPOV (1994). Оценку плодов на качество проводили общепринятыми в биохимии методами анализа, содержание в плодах ас-

корбиновой кислоты – методом титрования 2,6-дихлорфенолидофенола (Волобуева В.Ф., Шатилова Т.И., 2008).

Методика полевых опытов соответствовала особенностям закладки полевых опытов в селекции и сортоиспытании овощных культур (ОСТ 46-71-78).

Эффект гетерозиса определяли как достоверное превышение гибридом лучшего родителя (истинный гетерозис).

Результаты исследования

Ранее нами был проведен молекулярно-генетический анализ 48 сортообразцов перца. На основании анализа полиморфизма 4-х микросателлитных локусов отобраны 7 сортообразцов (Мадона, Чаймс, Пирати, Екатерина, Желтый Букет, Оранже-

1. Эффект гетерозиса по основным хозяйственно ценным признакам у гибридных комбинаций перца сладкого

Гибридные комбинации	Эффект гетерозиса, %			
	Продолжительность периода «всхожесть – биологическая спелость»	Ранняя урожайность	Общая урожайность	Витамин С
F ₁ Мадона х Чаймс	100	135,44	85,62	89,8
F ₁ Мадона х Пирати	97,5	95,24	92,27	90,4
F ₁ Мадона х Екатерина	105,5	154,18	94,92	76,5
F ₁ Мадона х Желтый букет	99,3	96,21	91,37	102,4
F ₁ Мадона х Оранжевое Чудо	102	105,61	91,77	83,1
F ₁ Мадона х Мемфис	104,1	143,69	106,36	71,7
F ₁ Чаймс х Пирати	102,5	83,65	82,38	103,2
F ₁ Чаймс х Екатерина	104,1	181,21	124,40	106,5
F ₁ Чаймс х Желтый букет	102,8	85,84	100,41	100,7
F ₁ Чаймс х Оранжевое Чудо	102,1	114,51	87,95	89,1
F ₁ Чаймс х Мемфис	99,4	70,34	118,95	105,6
F ₁ Пирати х Екатерина	103,5	120,24	105,41	105,0
F ₁ Пирати х Желтый букет	97,6	95,73	87,89	91,7
F ₁ Пирати х Оранжевое Чудо	101,9	113,07	88,38	104,4
F ₁ Пирати х Мемфис	101,6	157,14	129,69	128,7
F ₁ Екатерина х Желтый букет	99,1	86,20	85,02	75,0
F ₁ Екатерина х Оранжевое Чудо	103,3	125,90	92,29	82,0
F ₁ Екатерина х Мемфис	109,6	106,52	115,48	137,0
F ₁ Желтый букет х Оранжевое Чудо	104,6	58,91	88,54	97,3
F ₁ Желтый букет х Мемфис	100,4	94,57	93,32	125,7
F ₁ Оранжевое Чудо х Мемфис	101,2	55,09	62,50	80,9

вое Чудо, Мемфис), имеющих различные аллельные варианты данных SSR-локусов. При этом данные образцы относились и к различным кластерным группам, выявляемым с помощью AFLP-маркирования, т.е. были наиболее дивергентны (Снигирь Е.А. и др., 2011, 2013). Однако, практическая пригодность сортов и линий для использования их в качестве родительских форм, главным образом, определяется их способностью давать высокий эффект гетерозиса у гибридов F_1 по основным хозяйственно ценным признакам (скороспелость, урожайность, высокое содержание биологически активных веществ). Создание скороспелых гибридов перца сладкого имеет большое экономическое значение, так как ранняя продукция обеспечивает 30-40%, а иногда и 50% рентабельность производства в годовом исчислении, а также от этого зависит продвижение культуры перца в северные регионы страны.

Результаты сортоиспытания гибридных комбинаций F_1 перца сладкого показали, что 15 комбинаций (71%) из 21-ой оказались ранними по продолжительности периода «всходы – биологическая спелость» по сравнению с родительскими компонентами скрещивания. Эффект гетерозиса по признаку «всходы – биологическая спелость» у этих гибридных комбинаций составил 0,4-9,6%. Достижение такого эффекта гетерозиса является очень положительным моментом, так как сами родительские компоненты скрещивания были раннеспелыми. Самыми лучшими гибридными комбинациями по продолжительности периода «всходы – биологическая спелость» оказались F_1 Екатерина х Мемфис – 113 суток (эффект гетерозиса 9,6%), F_1 Чаймс х Желтый букет – 111 суток (2,8%), F_1 Желтый букет х Оранжевое Чудо – 109 суток (4,6%) и др. (табл. 1).

Вторым очень важным показателем раннеспелости является ранняя

урожайность. В нашем эксперименте анализ результатов показывает, что у 11 (52,4%) гибридных комбинаций перца сладкого по ранней урожайности наблюдается эффект гетерозиса на уровне 5,61-57,14%. Самыми лучшими по ранней урожайности оказались гибридные комбинации: F_1 Пирати х Мемфис (эффект гетерозиса 57,14%); F_1 Мадона х Мемфис (43,7%); F_1 Екатерина х Оранжевое Чудо (25,9%); F_1 Мадона х Екатерина (54,2%) и др.

Наряду с раннеспелостью, наиболее важным показателем ценности гибрида является его урожайность. У большинства гибридных комбинаций эффект гетерозиса по признаку «общая урожайность» отличается от показателя признака «ранняя урожайность», хотя по некоторым комбинациям общая тенденция сохраняется. Гибридные комбинации F_1 Мадона х Мемфис, F_1 Пирати х Мемфис, F_1 Пирати х Екатерина, F_1 Екатерина х Мемфис, F_1 Чаймс х Екатерина имели вы-



СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СЕЛЕКЦИИ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

сокие показатели эффекта гетерозиса, как по ранней, так и общей урожайности (6,36 – 29,69%).

Селекция на гетерозис дает возможность решать задачу не только увеличения урожайности, но и ряда других проблем, например, таких как повышение содержания биологически активных веществ. Значимое место среди них занимает витамин С, который обладает выраженной антиоксидантной активностью. Основным источником витамин С среди овощей является перец сладкий. Результаты наших исследований показывают, что по содержанию аскорбиновой кислоты в плодах исходные родительские формы и полученные гибридные комбинации значительно варьируют. Если различия по содержанию аскорбиновой кислоты в плодах между родительскими компонентами скрещивания составляет 63,9% (от 122 мг% до 200 мг%), то между гибридными комбинациями, созданными на их основе, это различие достигает уровня 234% (119 мг% – 274 мг%).

Среди родительских линий самое высокое содержание витамина С отмечено у линии Екатерина – 200 мг%. Среди гибридных комбинаций лучшими показателями по содержанию аскорбиновой кислоты выделились F_1 Екатерина х Мемфис – 274 мг%, F_1 Пирати х Екатерина – 210 мг%, и F_1 Чаймс х Екатерина – 213 мг%. Примечательно, что во всех трех комбинациях участвует линия Екатерина, как в качестве материнского, так в качестве отцовского компонента скрещивания. Содержание аскорбиновой кислоты в

этих гибридных комбинациях наследуется полудоминированием, а эффект гетерозиса у них составляет 37%, 5% и 6,5% соответственно (табл.1). Кроме вышеназванных гибридных комбинаций F_1 по содержанию витамина С выделились также F_1 Пирати х Мемфис – 202мг% (эффект гетерозиса 28,7%, F_1 Желтый букет х Мемфис – 181мг% (25,7%), F_1 Мадона х Желтый букет – 170мг% (2,4%), F_1 Пирати х Оранжевое Чудо – 191 мг% (4,4%).

В целом, среди полученных комбинаций высокий эффект гетерозиса по изучаемым хозяйственно ценным признакам отмечен у гибридов F_1 Чаймс х Екатерина, F_1 Пирати х Мемфис, F_1 Екатерина х Мемфис, F_1 Пирати х Екатерина. При этом, родительские линии данных гибридов отличались наибольшим уровнем дивергентности по результатам AFLP-маркирования и обладали различными комбинациями аллельных вариантов 4-х микросателлитных локусов (Снигирь Е.А. и др., 2011, 2013).



Заключение

Таким образом, в результате проведенных исследований показана возможность использования данных молекулярно-генетического анализа при подборе пар для получения гибридов с высоким эффектом гетерозиса и выделены перспективные гетерозисные гибридные комбинации перца сладкого с комплексом основных хозяйственно ценных признаков, в том числе содержанием витамина С.

Литература

1. Волобуева В.Ф., Шатилова Т.И. Практикум по биохимии овощных, плодовых, ягодных, эфирноносных и лекарственных культур. Издание №2. - М. 2008. - 135 с.
2. Методика проведения испытания на отличимость, однородность и стабильность перца *Capsicum annuum* L. // Официальный бюллетень Государственной Комиссии РФ по испытанию и охране селекционных достижений при Минсельхозе России. - 1996. - С.781-796.
3. Снигирь Е.А., Рыжова Н.Н., Кочиева Е.З., Пышная О.Н.

- Характеристика полиморфизма микросателлитного локуса CAMS-336 у сортов перца и близкородственных видов. // Сельскохозяйственная биология. – 2011.- №6. - С. 45-50.
4. Снигирь Е.А., Пышная О.Н., Кочиева Е.З., Рыжова Н.Н. AFLP- анализ сортового полиморфизма *Capsicum annuum* L. // Сельскохозяйственная биология.- 2013.-Т.№1, в печати.
 5. UPOV «Guidelines for the conduct of tests for distinguishing, homogeneity, and stability», 1994.