

УДК 635.64:631.527

КОМБИНАЦИОННАЯ ЦЕННОСТЬ СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ТЕПЛИЧНОГО ТОМАТА

И. К. ШАУМЯН, И. П. ГОТОВЦЕВА

(Кафедра овощеводства)

В нашей стране среди тепличных культур томат занимает второе место по площади выращивания после огурца. Наиболее распространены отечественные сорта и гибриды тепличного томата Московский осенний, Грибовский А-50, Украинский тепличный 285, Вайнмон, Внуковский, F₁ Солнышко, Ласточка. Однако потребность в новых высокоурожайных, устойчивых к болезням сортах и гибридах тепличного томата все еще велика.

Перспективным направлением его селекции на продуктивность является создание гетерозисных гибридов F₁. При подборе родительских форм скрещивания необходимо учитывать уровень их комбинационной способности, наиболее полную информацию о которой можно получить при диаллельном скрещивании.

Методы диаллельного анализа, а также более экономичный метод топкроссов [2, 3, 5, 8] позволяют с большой достоверностью отбирать линии с высоким уровнем комбинационной способности у различных культур. На томате в нашей стране и за рубежом проведен ряд исследований с применением диаллельного анализа и топкроссов [1, 4—7]. Определена селекционная ценность изучаемого материала, дан анализ характера действия генов, установлены уровни общей и специфической комбинационной способности (ОКС и СКС) по хозяйственно-ценным признакам.

В 1980 г. на Овощной опытной станции им. В. И. Эдельштейна с использованием метода топкроссов проведена селекционно-генетическая оценка 28 селекционных линий отбора тепличного томата F₆—F₈, отобранных из гибридов иностранной селекции по признакам повышенной продуктивности, увеличенному размеру плода и устойчивости к болезням (ВТМ, кладоспориоз). После скрещивания 18 материнских форм с 10 отцовскими было получено и испытано 180 прямых гибридов.

Гибриды и их родительские формы выращивали в ангарной теплице в зимне-весеннем обороте 1980 г. Опыт был заложен по методу рендомизированных блоков в 2-кратной повторности, площадь учетной делянки 2,5 м², посадка растений двухстрочная, расстояние между грядками 90 см, ширина междурядий 60 см, расстояние между растениями в ряду 45 см.

Эффекты комбинационной способности вычисляли по признаку урожайность на 1 растение. Для оценки ОКС и СКС применили I метод В. К. Савченко [2], т.е. вычисление эффектов комбинационной способности проводили на основе модели

$$x_{ij} = U + g_i + g_j + S_{ij} + \frac{1}{b} \sum_{k=1}^b e_{ijk},$$

где x_{ij} — эффект индивидуального наблюдения; U — средняя популяционная опыта; g_i, g_j — эффекты ОКС i -й и j -й родительских форм, S_{ij} — константа СКС при скрещивании этих форм, e_{ijk} — ошибка ijk -го наблюдения.

При использовании данной модели эффекты ОКС вычисляются относительно средней популяционной опыта, поэтому высокими эффектами ОКС будут обладать линии, средняя урожайность гибридов которых превысит значение средней популяционной опыта. Включение в опыт различных по урожайности линий приводит к снижению уровня

средней популяционной, в результате чего преимущество по уровню ОКС приобретают более урожайные линии (так как средняя урожайность гибридов этих линий выше средней популяционной опыта). При наличии высокой положительной ОКС у линии ее гибридное потомство будет устойчиво наследовать присущий ей уровень продуктивности. Получение более продуктивного, т. е. гетерозисного, потомства возможно только в случае сильного специфического взаимодействия при скрещивании данной линии с другой формой.

Большой практический интерес представляют методы определения комбинационной способности, при которых оценка эффектов ОКС дается исходя из возможности получения более продуктивного потомства. В 1976 г. нами была предложена модификация приведенной выше модели, на основе которой проводится вычисление эффектов комбинационной способности [1]:

$$x_{ij} = \frac{1}{2}(Y_i + Y_j) + g_i + g_j + S_{ij} + \frac{1}{b} \sum_{k=1}^b e_{ijk},$$

где Y_i, Y_j — значения признака у родительских форм скрещивания, остальные обозначения те же, что и в исходной модели.

При использовании модификации модели уровень ОКС оценивается по тому, насколько средняя урожайность гибридов данной линии превышает среднюю урожайность родительских форм. Тогда высокими положительными эффектами ОКС будут характеризоваться те линии, продуктивность гибридов которых в среднем выше, чем у родительских форм, т. е. те линии, у которых проявится истинный гетерозис. В этом случае наиболее ценным материалом для получения высокоурожайных гибридов будут линии, отличающиеся высокими продуктивностью и уровнем ОКС.

В селекционной практике имеет смысл использовать оценки эффектов комбинационной способности, полученные на основе обеих моделей. Тогда при скрещивании линий с высокими эффектами ОКС по хозяйственно-ценным признакам могут быть созданы гибриды, превосходящие по урожайности лучшие родительские формы.

Гибридный материал от скрещивания форм с высокой комбинационной способностью можно использовать для последующего отбора линий по этому признаку.

В данной работе вычисление эффектов комбинационной способности проводили с использованием исходной и модифицированной моделей. На модель В. К. Савченко наложены ограничения $\sum_i g_j = 0$; $\sum_j g_i = 0$; $\sum_i S_{ij} = \sum_j S_{ij} = 0$. В модифицированной модели ограничение $\sum_i g_j = 0$; $\sum_j g_i = 0$ устранено. Ограничения на константы СКС остались без изменений. В результате замены средней популяционной опыта на среднее значение признака у родительских форм и устранения ограничения на эффекты ОКС была изменена формула для вычисления эффектов ОКС:

$$g_i = \frac{1}{P_2} \sum_j x_{ij} + \frac{1}{P_1} \sum_i x_{ij} - \frac{1}{P_1 P_2} \sum_i \sum_j x_{ij} - \frac{1}{2}(Y_i + Y_j) - g_j,$$

формулы для вычисления констант СКС остались без изменения.

При использовании модификации модели для однозначного определения эффектов ОКС родительских форм вычисление проводится относительно какой-либо одной родительской формы, у которой эффект ОКС известен. В нашем опыте в качестве такого эталона использовали линию Лина, отбор 1040, значение эффекта ОКС которой по изучаемому признаку было предварительно вычислено с применением исходной модели и равнялось $-0,130$.

Урожайность гибридов тепличного томата и их родительских форм (кг/растение) в зимне-весеннем обороте 1980 г.

Отбор ♀	Отбор ♂										Формы ♀
	1024	1025	1027	1030	1031	1034	1035	1036	1051	490	
1026	0,99	0,98	0,84	0,88	1,16	1,07	1,18	0,89	1,14	0,74	1,31
1028	0,98	0,94	0,51	1,06	0,87	0,95	1,43	1,12	1,20	0,25	0,63
1032	0,99	1,23	0,84	0,88	1,67	0,95	0,17	0,90	1,08	0,87	0,89
1033	0,94	0,94	0,93	1,07	0,39	1,17	0,77	0,90	1,27	0,98	0,74
1037	0,96	1,18	0,88	1,10	1,17	1,00	1,19	1,28	1,52	1,41	1,07
1038	1,08	0,99	1,14	0,93	1,01	1,11	1,05	1,11	1,11	1,54	1,63
1039	1,39	0,95	0,83	0,64	0,39	0,63	1,01	0,83	0,86	0,76	1,15
1040	0,89	0,81	0,81	0,81	0,88	0,94	0,52	0,59	0,82	1,07	0,86
1042	0,96	1,09	0,59	1,24	0,66	0,96	0,96	0,66	1,17	1,34	0,66
1043	0,74	0,89	0,65	0,83	1,02	0,84	0,88	0,84	0,61	1,09	0,61
1044	1,07	1,10	1,29	1,04	0,99	1,09	0,62	0,88	1,02	1,09	1,06
1045	0,96	1,04	0,93	0,43	0,44	0,93	1,31	1,05	1,03	1,15	1,26
1046	0,84	0,84	0,66	0,78	0,83	1,18	1,17	0,33	0,84	0,94	1,02
1048	1,29	0,89	0,94	1,18	0,86	0,77	1,23	1,22	1,06	0,76	0,69
1049	1,66	0,98	0,73	0,71	0,47	0,95	1,03	0,89	1,05	0,63	0,76
1050	0,67	0,98	0,84	0,63	0,97	0,41	1,03	0,96	1,35	1,07	0,64
1052	0,67	0,98	0,87	0,88	0,86	1,18	1,96	0,90	0,97	0,98	1,04
1053	0,67	1,03	0,87	0,79	0,87	1,03	1,03	0,83	0,77	0,10	0,56
Формы ♂	1,72	1,09	1,05	0,55	0,58	0,59	1,67	0,95	0,74	0,56	

Вычисление эффектов комбинационной способности в данной работе на основе исходной и модифицированной моделей проведено с помощью специально составленных программ на ЭВМ «Минск-32».

В табл. 1 приведены значения урожайности 180 испытанных гибридов и их родительских форм, полученные при испытании образцов в первом обороте 1980 г.

Дисперсионный анализ выявил достоверность генотипических различий между гибридами. Средний квадрат отклонений, обусловленных влиянием генотипов, составил 0,125, $F_{\text{факт}}=3,178$, $F_{\text{теор}}=1,59$ (при $P \geq 0,01$). Статистический анализ показал существенное влияние эффектов ОКС и СКС на изменчивость изучаемого признака (табл. 2). При оценке эффектов комбинационной способности по исходной модели отмечены высокие положительные эффекты ОКС у линии Лина (отборы 1037, 1038, 1044). Линии Кар, В-75, Г-14 (отбор 1048), Сон (отборы 1024, 1025, 1035) также обладали повышенными эффектами ОКС. Высокие отрицательные значения ОКС были у линий Лина (отборы 1039, 1040), Г-14 (отбор 1046), ПГК, Вин (отбор 1043), ms-35.

При использовании модификации модели высокие положительные значения ОКС отмечены у линии Г-14 (отборы 1028, 1048), Лина (отбор 1037), Вин (отбор 1042), Вирз, ПГК, Дэц, Кар и Мери. Низкими эффектами ОКС характеризовались некоторые линии отбора Лина (1039, 1040), Г-42, Г-14 (отбор 1046) и Сон. Значения ОКС, вычисленные на основе исходной и модифицированной моделей, приведены в табл. 3.

Положительные значения ОКС, полученные при использовании модификации модели, указывают на то, что по урожайности гибриды

Таблица 2

Анализ
варианс комбинационной способности
по признаку урожайность 1 растения

Источник дисперсии	Средний квадрат	$F_{\text{факт}}$	$F_{\text{теор}}$	
			$P < 0,05$	$P < 0,01$
ОКС	0,103	5,175**	1,630	1,980
СКС	0,056	2,839**	1,390	1,590
Случайные отклонения	0,020	—	—	—

** Достоверно при $P \geq 0,01$.

Эффекты ОКС материнских и отцовских форм тепличного томата по урожайности (кг/растение)

Отбор	Линии	Исходная модель	Модификация модели	Отборы	Линии	Исходная модель	Модификация модели
Материнские формы							
1026	Лукум	0,045	-0,173	1043	Вин	-0,105	0,029
1028	Г-14	-0,002	0,122	1044	Лина	0,078	-0,016
1032	Лина	0,015	0,010	1045	Г-42	-0,015	-0,207
1033	Г-20	-0,007	0,058	1046	Г-14	-0,101	-0,172
1037	Лина	0,226	0,128	1048	Г-14	0,076	0,165
1038	Лина	0,164	-0,215	1049	Немо	-0,033	0,023
1039	Лина	-0,113	-0,220	1050	Марк	-0,053	0,062
1040	Лина	-0,130	-0,120	1052	В-75	0,082	-0,003
1042	Вин	0,019	0,126	1053	ms-35	-0,143	0,100
$(\hat{g}_i - \hat{g}'_i) \pm 0,061$							
Отцовские формы							
1024	Сон	0,043	-0,318	1034	Дэц	0,011	0,214
1025	Сон	0,048	-0,153	1035	Сон	0,087	-0,214
1027	Кэт	-0,103	-0,127	1036	Сон	-0,044	-0,019
1030	Вирз	-0,061	0,163	1051	Кар	0,107	0,235
1031	ПГК	-0,075	0,131	490	Мери	-0,011	0,257
$(\hat{g}_j - \hat{g}'_j) \pm 0,046$							

данной линии в среднем превосходят родительские формы. Из этого следует, что если по оценкам ОКС, полученным по исходной модели, подбор линий для скрещивания будет направлен на получение продуктивного, но не обязательно гетерозисного гибрида, то по значениям ОКС, полученным с использованием модификации модели и с учетом собственной продуктивности линий, можно оценить ожидаемый гибрид как с точки зрения продуктивности, так и с точки зрения проявления гетерозиса.

При скрещивании линий с высокими эффектами ОКС, вычисленными по исходной модели, таких, как Лина (отборы 1037 и 1038), В-75, Сон (отборы 1025 и 1035), Кар, Г-14 (отбор 1048), был получен ряд гибридов, проявивших повышенную урожайность, однако о целесообразности использования этих линий в селекции на гетерозис можно судить исходя из оценок ОКС, определяемых по модификации модели.

Наибольший интерес при создании высокоурожайных гибридов представляют линии Лина (отбор 1037), Г-14 (отбор 1048) и Кар (отбор 1051), которые характеризовались высокими значениями ОКС по модифицированной модели. Среди них наиболее перспективной является линия Лина, которая наряду с высокой ОКС обладает и повышенной продуктивностью.

Выявлены значительные различия по ОКС между линиями, отобранными из одного гибрида, что указывает на большую степень гетерозиготности исходного материала и разнонаправленность проводимых отборов. Из 5 линий отбора Лина самыми высокими положительными значениями ОКС отличался отбор 1037, а из 3 линий отбора Г-14 — отбор 1048. У относительно высокопродуктивных линий Сон отмечены низкие значения ОКС по модификации модели. Следовательно, гибриды этих линий в среднем уступали родительским формам по урожайности. Линии Сон следует использовать только в тех комбинациях, где проявляется сильное специфическое взаимодействие родительских форм и наиболее удачно реализуется их повышенная продуктивность.

В результате испытаний выделен ряд перспективных гибридов: Лина×Кар (1037×1051), В-75×Сон (1052×1035), Г-14×Сон (1028×1035), Лина×Сон (1037×1036), Лина×Мери (1037×490 и 1038×490), Немо×Сон (1049×1024), Вин×Вирз (1042×1030), Немо×Кар (1049×1051) и др. Эти гибриды разосланы на экологическое испытание

в тепличные хозяйства. Некоторые из них при выращивании в тепличных комбинатах превзошли по урожайности гибриды Сонато и Ревермун.

Урожайность гибрида Немо×Кар в совхозе «Московский» (Московская область) на 1 августа 1980 г. составила 17 кг/м², у Сонато и Ревермун — соответственно 14,6 и 14,8 кг/м², в совхозе «Труженик» Пермской области на 2 мая 1981 г. — 4,1 кг/м² (у Сонато и Ревермун — 3,1 и 2,7 кг/м²). Гибрид Г-14×Сон в совхозе «Московский» по этому показателю на 1 сентября 1980 г. не уступал гибриду Ревермун ТmС₄ (5,6 кг/м²), а в совхозе «Рига» (г. Рига) на 1 августа 1980 г. урожайность его была 10,8 кг/м², т. е. на 0,5 кг/м² выше, чем у гибрида Сонато. При испытании гибрида Вин×Сон в совхозе «Пурсей» (г. Братск) на 1 августа 1981 г. в продленной культуре его урожайность составила 17,3 кг/м², или была на 2,2 кг/м² больше, чем у Сонато, в совхозе «Спутник» (г. Барнаул) к 1 июля — 10,4 кг/м², или на 2,3 кг/м² выше, чем у Ревермуна.

Хорошие результаты получены и при выращивании гибридов В-75×Сон, Лина×Сон, Лина×Мери. Следует отметить, что у большинства перечисленных гибридов одна или обе родительские формы обладали повышенной ОКС. Более высокая продуктивность у ряда гибридов обусловлена сильным взаимодействием генов, выразившемся в высоком значении константы СКС, как, например, у гибрида В-75×Сон. У большей части гибридов повышенная продуктивность определяется в основном аддитивным характером взаимодействия родительских форм, константа СКС у этих гибридов отрицательная.

Выводы

1. При использовании метода топкроссов определена общая комбинационная способность ряда селекционных линий тепличного томата по признаку урожайность 1 растения.

2. Применение исходной и модифицированной математической модели для вычисления эффектов комбинационной способности позволило отобрать перспективные формы томатов для селекции на гетерозис, такие, как отборы 1037 (линия Лина), 1051 (Кар), 1048 (Г-14).

3. В результате экологических испытаний выделены перспективные гибридные комбинации, полученные на основе родительских форм с повышенной ОКС, которые пригодны к выращиванию в зимне-весеннем обороте.

ЛИТЕРАТУРА

1. Готовцева И. П. Уточнение методики оценки комбинационной способности в диаллельных и анализирующих скрещиваниях (на примере томатов). — Науч. тр. НИИ овощного хоз-ва. М., 1976, вып. 6, с. 175—190. — 2. Савченко В. К. Оценка общей и специфической комбинационной способности полиплоидных форм в системах диаллельных скрещиваний. — Генетика, 1966, № 1, с. 29—39. — 3. Савченко В. К. Метод оценки комбинационной способности генетически разнокачественных наборов родительских форм. — В сб.: Методика ген.-селек. и генетич. экспериментов. Минск: Наука и техника, 1973, с. 48—77. — 4. Стрельникова Т. Р., Маштакова А. Х., Сердюк А. Л.

Оценка комбинационной способности сортов томата методом диаллельных скрещиваний. — Тез. докл. конф. «Селекция и генетика овощных культур». Кишинев, 1975, вып. 3, с. 82—85. — 5. Турбин Н. В., Хотылева Л. В., Тарутина Л. А. Диаллельный анализ в селекции растений. Минск: Наука и техника, 1974. — 6. Dhillon G. S., Handraji K. S., Gupta V. P. — J. Res. Punjab Univ., 1976, vol. 16, N 1, p. 34—40. — 7. Govindarasu C., Muthukrishnan C., Irgulappan I. — Sci. Hort. (Neth.), 1980, vol. 14, N 2, 125—130. — 8. Jenkins M. T. — Iowa State Coll. J. Sci., 1935, vol. 9, 429—450.

Статья поступила 18 апреля 1983 г.

SUMMARY

Combinability of strains of greenhouse tomato according to such characteristics as "one plant yielding capacity" was evaluated with the help of the topcross method. The strains had been selected with regard to a complex of productive characteristics (increased productivity and fruit setting, resistance against tobacco mosaic virus and cladosporiosis).

A comparison was carried out of combinability evaluations obtained with the use of mathematic model by V. K. Savchenko and of its modification suggested by the authors. The essence of the latter is that combinability calculation is performed as related to the average value of the characteristics studied of parent forms. Strains perspective for hybrid vigour selection were obtained as well as hybrids, which under ecological test on greenhouse farms of this country proved suitable for growing in winter-spring rotation.