

## ИЗУЧЕНИЕ КОМБИНАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ РОДИТЕЛЬСКИХ ФОРМ ТОМАТА В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ (2012–2013 гг.)

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)

*Под комбинационной способностью линии или сорта понимается способность давать при скрещивании с другой линией или сортом гетерозисное гибридное потомство, обладающее повышенной жизнеспособностью и урожайностью. Комбинационная способность – это неотъемлемая часть в изучении гетерозиса, под которой понимают способность родительских линий при скрещиваниях к образованию ценных гибридов. Проявление эффекта гетерозиса в значительной степени зависит от конкретных комбинаций скрещиваний  $F_1$  и не может быть предсказано заранее, так как ценность исходных родительских форм различна, одни из них характеризуются высокой комбинационной способностью, а другие – низкой.*

*Выявлены достоверные различия по эффектам ОКС и СКС материнских и отцовских форм по большинству изучаемых признаков. Сопоставление отношений ОКС и СКС генотипов томата указывает на достоверное влияние аддитивных эффектов по отношению к неаддитивным. Высокими значениями эффектов ОКС и вариант СКС по товарной урожайности обладают материнские формы 176, 178, 182 и 19/5 д., а также тестер Никола; по ранней урожайности Тамина, Линия ТХ-140, БЗ-1-8, 178, 182. Для гетерозисной селекции с целью создания высокоурожайных гибридов рекомендуется использовать материнские линии С9464, 19/5, 19/5 д., 176 и отцовские формы Никола, Титан, Тамина и Линия ТХ-144*

**Ключевые слова:** комбинационная способность, гетерозис, томат, материнская линия, тестер, значение, признак, урожайность.

*The combination ability of a line or variety is understood as the ability to produce, when crossed with another line or variety, heterotic hybrid offspring with increased viability and productivity. Combination ability is an integral part in the study of heterosis, which is understood as the ability of parental lines to form valuable hybrids when crossed. The manifestation of the effect of heterosis largely depends on specific combinations of  $F_1$  crosses and cannot be predicted in advance, since the value of the initial parental forms is different, some of them are characterized by high combinational ability, while others – by low one.*

*Significant differences in maternal and paternal forms according to the effects of GCA and SCA were revealed for most of the studied characteristics. Comparison of the ratios of GCA and SCA of tomato genotypes indicates a significant influence of additive effects in relation to non-additive ones. The maternal forms 176, 178, 182 and 19/5 d, as well as the Nikola tester, have high values of the effects of GCA and the variance of SCA in terms of marketable yield; according to early yield – Tamina, Line TX-140, BZ-1-8, 178, 182. For heterotic breeding in order to create high-yielding hybrids, it is recommended to use maternal lines C9464, 19/5, 19/5 d., 176 and paternal forms of Nikola, Titan, Tamina and Line TX-144.*

**Key words:** combination ability, heterosis, tomato, maternal line, tester, value, trait, yield.

### Введение

Под комбинационной способностью линии или сорта понимается способность давать при скрещивании с другой линией или сортом гетерозисное гибридное потомство, обладающее повышенной жизнеспособностью и урожайностью [9]. Комбинационная способность – это неотъемлемая часть в изучении гетерозиса, под которой понимают способность родительских линий при скрещиваниях к образованию ценных гибридов. Проявление эффекта гетерозиса в значительной степени зависит от конкретных комбинаций скрещиваний  $F_1$  и не может быть предсказано заранее, так как ценность исходных родительских форм различна, одни из них характеризуются высокой комбинационной способностью, а другие – низкой. Исходя из этого, подбор исходных родительских форм для скрещивания проводится на основе предварительного изучения их общей и специфической комбинационной способности [1, 2, 3, 5, 11]. Термин «общая комбинационная способность» выражает среднюю ценность линий в гибридных комбинациях, т.е. величину гетерозиса, наблюдаемую по всем гибридным комбинациям, а термин «специфическая комбинационная способность» – отклонение от этой величины у той или иной конкретной комбинации, т.е. определённые комбинации оказываются лучше или хуже, чем можно было ожидать на основании среднего качества изучаемых линий [9].

По мнению многих ученых, наибольший гетерозисный эффект проявляют сорта и линии, характеризующиеся высокой общей комбинационной способностью, поиск таких сортов и линий имеет важное значение в селекции сельскохозяйственных растений [4, 8, 9, 10]. Оценку комбинационной способности особенно важно проводить на начальных этапах селекционного процесса, при подборе родительских пар [7].

### Основная часть

Научно-исследовательская работа проводилась на опытном поле кафедры сельскохозяйственной биотехнологии и экологии УО БГСХА в 2012–2013 г. В защищенном грунте проведено конкурсное испытание гетерозисных гибридов томата, полученных по схеме топкроссов, что явилось основанием

для расчета комбинационной способности исходных форм. Схема посадки 70 x 30 см. Агротехника общепринятая для томата защищенного грунта. Стандартами являлись детерминантный гибрид Александр и индетерминантный гибрид Старт.

Для определения параметров общей комбинационной способности (ОКС) и специфической комбинационной способности (СКС) комбинационной способности использовали модель 1 метода О. Kempthorne [11] с использованием компьютерной программы AGROS [6].

Результаты дисперсионного анализа по комбинационной способности схемы топкроссов, представленные в табл. 1, свидетельствуют о существенных различиях между исследуемыми гибридами по большинству признаков урожайности в 2012 году, кроме признака «общая урожайность». Установлена достоверность различий по эффектам ОКС материнских и отцовских форм по комплексу признаков, за исключением ОКС тестеров по товарной и общей урожайности, где результаты оказались недостоверны.

Таблица 1. Дисперсионный анализ комбинационной способности родительских форм томата (2012–2013 гг.)

| Признаки                                | Годы | Средние квадраты |              |           |               |                  |           |
|---|------|------------------|--------------|-----------|---------------|------------------|-----------|
|   |      | ОКС линий        | ОКС тестеров | СКС       | ОКС линий СКС | ОКС тестеров СКС | Случайные |
| Ранняя урожайность, кг/м <sup>2</sup>   | 2012 | 17,19*           | 5,19*        | 2,13*     | 8,07          | 2,44             | 2,17      |
|   | 2013 | 7,943**          | 3,779**      | 1,382     | 5,747         | 2,734            | 1,212     |
| Товарная урожайность, кг/м <sup>2</sup> | 2012 | 2,79*            | 2,27         | 1,51      | 1,84          | 1,50             | 3,25      |
|   | 2013 | 1,806            | 8,843**      | 5,492*    | 0,329         | 1,610            | 1,801     |
| Общая урожайность, кг/м <sup>2</sup>    | 2012 | 2,12             | 2,36         | 1,70      | 1,25          | 1,39             | 3,27      |
|   | 2013 | 1,347            | 12,223**     | 5,676*    | 0,237         | 2,153            | 1,692     |
| Масса плода, г.                         | 2012 | 14,15*           | 18,39*       | 2,12*     | 6,67          | 8,67             | 189,37    |
|   | 2013 | 604,553**        | 578,039**    | 137,855** | 4,385         | 4,193            | 37,364    |

\*\* – достоверно при P=0,01 \* – достоверно при P=0,05.

Достоверность различий по СКС между родительскими формами выявлена по таким признакам как «ранняя урожайность» и «средняя масса товарного плода». Дисперсионный анализ товарной и общей урожайности не установил существенных различий в 2012 году по вариансам СКС между родительскими образцами.

Сопоставление эффектов ОКС и СКС линий и тестеров свидетельствует о том, что по всем изучаемым признакам аддитивные эффекты вносят большую изменчивость в генотипическую вариацию.

В 2013 году выявлена достоверность различий по эффектам ОКС материнских и отцовских форм по комплексу признаков, за исключением ОКС линий по признакам «товарная урожайность» и «общая урожайность», также выявлена достоверность различий по СКС между родительскими формами по всем признакам, за исключением ранней урожайности.

Нами было изучено отношение средних квадратов ОКС линий и тестеров к СКС, т. е. соотношение проявления аддитивных и неаддитивных эффектов по изучаемым признакам. На основании сопоставления отношений ОКС линий к СКС выявлено преобладание аддитивных эффектов над неаддитивными по ранней урожайности и массе плода. При сопоставлении отношений ОКС тестеров к СКС установлено преимущественное проявление аддитивных эффектов над неаддитивными по большинству изучаемых признаков, за исключением ОКС тестеров по товарной и общей урожайности.

Наиболее высокие значения эффектов ОКС по товарной урожайности отмечены у материнских форм Линия 19/5 д. и Линия 176. У тестеров по эффектам ОКС в 2012 году выделяется Никола. Высокие варианты СКС по товарной урожайности имели следующие материнские линии: Линия 178, Линия 182 и Линия 19/5 д., а также тестер Никола. Анализ комбинационной способности по признаку «товарная урожайность» позволяет выделить линии томата, сочетающие высокие значения ОКС и СКС – Линия 19/5 д. и Никола.

Оценка показателей общей комбинационной способности исследуемых образцов по признаку «масса товарного плода» позволяет выделить материнские линии 176 и 182, а также тестер Титан, как характеризующиеся высокими значениями эффектов ОКС. Наибольшие варианты СКС по массе плода отмечены у материнских линий 19/5, 176, 178; 19/5 д. и С 9464; среди тестеров – у сорта Титан и Линия ТХ-144. К образцам, сочетающим высокие эффекты ОКС и варианты СКС, относятся Линия 176 и Титан (табл. 2).

Таблица 2. Оценка комбинационной способности родительских форм томата в схеме топкроссов по хозяйственно ценным признакам в 2012 году

| Родительские образцы     | Параметры комбинационной способности |                      |                   |             |                    |                      |                   |             |
|--------------------------|--------------------------------------|----------------------|-------------------|-------------|--------------------|----------------------|-------------------|-------------|
|                          | Эффекты ОКС                          |                      |                   |             | Вариансы СКС       |                      |                   |             |
|                          | ранняя урожайность                   | товарная урожайность | общая урожайность | масса плода | ранняя урожайность | товарная урожайность | общая урожайность | масса плода |
| <b>Материнские линии</b> |                                      |                      |                   |             |                    |                      |                   |             |
| Б318                     | -0,089                               | -0,777               | –                 | 9,450       | 5,743              | 1,197                | –                 | 48,254      |
| С 9464                   | -1,857                               | -0,097               | –                 | -14,150     | 1,157              | 0,697                | –                 | 173,104     |
| Линия 19/5               | -2,113                               | -1,497               | –                 | 5,650       | 0,659              | 1,547                | –                 | 352,479     |
| Линия 19/5 д             | 0,646                                | 1,462                | –                 | -12,150     | 0,323              | 2,398                | –                 | 177,417     |
| Линия 176                | 0,030                                | 1,002                | –                 | 23,050      | 1,955              | 1,589                | –                 | 284,567     |
| Линия 178                | -0,169                               | -0,477               | –                 | -8,350      | 3,091              | 5,487                | –                 | 242,792     |
| Линия 179                | -0,621                               | 0,062                | –                 | -21,750     | 1,548              | 1,362                | –                 | 18,242,     |
| Линия 182                | 4,172                                | 0,322                | –                 | 18,250      | 2,025              | 2,947                | –                 | 110,804     |
| <b>Линии-тестеры</b>     |                                      |                      |                   |             |                    |                      |                   |             |
| Никола                   | 0,379                                | 0,782                | 0,658             | -9,075      | 3,469              | 4,259                | 4,234             | 74,456      |
| Титан                    | 0,063                                | -1,017               | -1,097            | 21,925      | 0,766              | 1,214                | 1,389             | 387,885     |
| Тамина                   | 1,132                                | 0,395                | 0,533             | -13,950     | 0,892              | 0,534                | 0,382             | 49,631      |
| Линия ТХ-144             | -0,512                               | 0,032                | -0,028            | 8,050       | 2,119              | 1,457                | 2,549             | 174,774     |
| Линия ТХ-140             | 1,063                                | 0,192                | 0,066             | 6,950       | 2,028              | 2,376                | 2,553             | 7,631       |

Анализируя данные комбинационной способности 2013 года по признаку «ранняя урожайность», следует отметить среди материнских образцов, такие линии как С9464 и 19/5, которые обладают наиболее высоким значением эффекта ОКС (табл. 3). Оценивая эффекты ОКС среди тестеров, можно выделить сорт Титан, который имел высокие значения данного показателя. Наибольшие значения вариантов СКС по ранней урожайности среди материнских линий отмечены у Линия – 19/5 д, С9464 и Б 3-1-8. Среди тестеров высокую СКС имели образцы Тамина и Линия-ТХ-144.

Наиболее высокие значения эффектов ОКС по товарной урожайности в 2013 году отмечены у материнской формы С9464, Линия – 19/5. У тестеров по эффектам ОКС в 2013 году выделяется Титан. Высокие варианты СКС по товарной урожайности имели следующие материнские линии: С9464, Линия 19/5, Линия 178, а также тестеры Линия ТХ-144 и Титан. Анализ комбинационной способности по признаку «товарная урожайность» позволяет выделить линии томата, сочетающие высокие значения ОКС и СКС – С9464, Линия 19/5 и Титан.

Таблица 3. Оценка комбинационной способности родительских форм томата в схеме топкроссов по хозяйственно ценным признакам в 2013 году

| Родительские образцы     | Параметры комбинационной способности |                      |                   |             |                    |                      |                   |             |
|--------------------------|--------------------------------------|----------------------|-------------------|-------------|--------------------|----------------------|-------------------|-------------|
|                          | Эффекты ОКС                          |                      |                   |             | Вариансы СКС       |                      |                   |             |
|                          | ранняя урожайность                   | товарная урожайность | общая урожайность | масса плода | ранняя урожайность | товарная урожайность | общая урожайность | масса плода |
| <b>Материнские линии</b> |                                      |                      |                   |             |                    |                      |                   |             |
| Б-318                    | 0,435                                | 0,257                | 0,055             | -3,650      | 2,513              | 3,297                | 3,871             | 37,506      |
| С 9464                   | 0,875                                | 0,378                | 0,535             | -8,670      | 2,182              | 1,716                | 4,603             | 23,559      |
| Линия 19/5               | 1,215                                | 0,518                | 0,275             | -5,130      | 0,495              | 5,066                | 6,035             | 43,053      |
| Линия 19/5 д             | 1,215                                | -0,303               | -0,385            | -3,010      | 2,031              | 1,735                | 1,862             | 294,422     |
| Линия 176                | -1,065                               | 0,578                | 0,735             | 17,290      | 0,972              | 3,625                | 2,498             | 163,218     |
| Линия 178                | -2,025                               | -1,263               | -0,865            | 17,51       | 0,469              | 21,747               | 19,159            | 102,448     |
| Линия 179                | -1,265                               | -0,183               | -0,285            | -9830       | 0,339              | 0,834                | 1,009             | 159,994     |
| Линия 182                | 0,615                                | 0,018                | -0,065            | -4,510      | 0,671              | 0,422                | 0,694             | 140,772     |
| <b>Линии-тестеры</b>     |                                      |                      |                   |             |                    |                      |                   |             |
| Никола                   | 0,417                                | -0,447               | -0,645            | 4,225       | 0,311              | 3,511                | 3,644             | 80,446      |
| Титан                    | 0,705                                | 1,540                | 1,742             | -8,363      | 0,861              | 8,452                | 8,419             | 194,922     |
| Тамина                   | 0,243                                | 0,452                | 0,692             | -8,787      | 1,831              | 2,188                | 2,104             | 51,542      |
| Линия ТХ-144             | -1,020                               | -1,247               | -1,432            | 10,962      | 1,974              | 6,326                | 5,949             | 143,567     |
| Линия ТХ-140             | 0,345                                | 0,297                | 0,358             | 1,962       | 0,552              | 1,489                | 2,588             | 0,934       |

Анализируя данные комбинационной способности по признаку «общая урожайность», следует отметить среди материнских образцов С9464, Линию – 19/5 и Линию – 176, которые обладают наиболее высоким значением эффекта ОКС. Оценивая эффекты ОКС среди тестеров, можно выделить сорт Титан, который имел высокие значения данного показателя. Наибольшие значения вариантов СКС по общей урожайности среди материнских линий отмечены у Линии – 19/5 и Линии – 178. Среди тестеров высокую СКС имели Титан и Линия-ТХ-144.

Оценка показателей общей комбинационной способности исследуемых образцов по признаку «масса товарного плода» позволяет выделить материнские линии 176, 178, а также тестер Линия-ТХ-144, как характеризующиеся высокими значениями эффектов ОКС. Наибольшие варианты СКС по массе плода отмечены у материнских линий 179, 176 и 19/5 д; среди тестеров – у сорта Титан и Линии-ТХ-144. К образцам, сочетающим высокие эффекты ОКС и варианты СКС, относятся Линия – 176 и Линия-ТХ-144.

В результате проведенной оценки комбинационной способности в качестве источников комплекса хозяйственно ценных признаков для гетерозисной селекции можно рекомендовать материнские линии С-9464, 19/5, 19,5 д, 176 и отцовские формы Титан, Тамина и Линия-ТХ-144.

### **Заключение**

Дисперсионный анализа комбинационной способности схемы топкроссов в 2012 году выявил существенные различия между исследуемыми гибридами по большинству признаков урожайности, за исключением признака «общая урожайность». Выявлена достоверность различий по эффектам ОКС и СКС материнских и отцовских форм, кроме тестеров по товарной и общей урожайности. В 2013 году достоверность различий по эффектам ОКС отмечена у материнских и отцовских форм, за исключением ОКС линий по признакам «товарная урожайность» и «общая урожайность», также выявлена достоверность различий по СКС между родительскими формами по всем признакам, за исключением ранней урожайности. При сопоставлении отношений ОКС и СКС генотипов томата в схеме топкроссов указал на достоверное влияние аддитивных эффектов на проявление изучаемых признаков.

Высокими значениями эффектов ОКС и вариантов СКС по товарной урожайности обладают материнские формы 176, 178, 182 и 19/5 д., а также тестер Никола; по ранней урожайности Тамина, Линия ТХ-140, БЗ-1-8, 178, 182. Для гетерозисной селекции с целью создания высокоурожайных гибридов рекомендуется использовать материнские линии С9464, 19/5, 19/5 д., 176 и отцовские формы Никола, Титан, Тамина и Линия ТХ-144

### *ЛИТЕРАТУРА*

1. Георгиев, Хр. Перспективы гетерозисной селекции томата / Хр. Георгиев, Ж. П. Данаилов // Состояние и перспективы интенсификации овощеводства: Тез. докл. – Кишинев, 1990. – С. 56–57.
2. 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)
3. Грати, В. Г. Комбинационная способность некоторых перспективных форм томата / В. Г. Грати, М. И. Грати // Гетерозис с.-х. растений: сб. науч. тр. / Всерос. науч.-исслед. ин-т селекции и семеноводства овощных культур. – М.: ВНИИССОК, 1997. – С. 100–101.
4. Крючков, А. В. Селекция и семеноводство овощных культур / А. В. Крючков, С. П. Потапов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1986. – 278 с.
5. Курганская, Н. В. Подбор прородительских компонентов для получения гетерозисных гибридов томата / Н. В. Курганская // Селекция и семеноводство картофеля и овощебахчевых культур: сб. науч. тр. / Вост. отд. ВАСХНИЛ. КазНИИ картофеля и овощного хозяйства. – Алма-Ата, 1979. – 191 с.
6. Савченко, В. К. Генетический анализ в сетевых пробных скрещиваниях / В. К. Савченко. – Минск: Наука и техника, 1984. – 223 с.
7. Тарутина, Л. А. Взаимодействие генов при гетерозисе / Л. А. Тарутина, Л. В. Хотылева / АН БССР Ин-т генетики и цитологии, Белорус. о-во генетиков и селекционеров. – Минск: наука і тэхніка, 1990. – 176 с.
8. Турбин, Н. В. Генетика гетерозиса и методы селекции растений на комбинационную ценность / Н. В. Турбин // Вестник с. х. науки. – 1967. – №3. – С. 16–21.
9. Турбин, Н. В. Гетерозис и радиустойчивость растений / Н. В. Турбин, В. Г. Володин, И. А. Гордей / АН БССР, Ин-т генетики и цитологии, Белорус. о-во генетиков и селекционеров. – Минск: Наука и техника, 1977. – С. 5–28.
10. Хотылева, Л. В. Принципы и методы селекции на комбинационную способность в селекции гибридной кукурузы / Л. В. Хотылева. – Минск: Наука и техника, 1965. – С. 3–80.
11. Хотылева, Л. В. Анализ различных схем скрещивания для оценки общей комбинационной способности исходного материала томата по раннему и общему урожаю / Л. В. Хотылева, Л. А. Мишин, Л. В. Тарутина // Овощеводство: сб. научн. тр. – Вып. 9. – Минск, 1996. – С. 38–43.
12. Kempthorne, O. An introduction to genetics statistics / O. Kempthorne. – New York, 1957. – P. 468–472.