

**ДОЛЯ ВЛИЯНИЯ РОДИТЕЛЬСКИХ КОМПОНЕНТОВ
СКРЕЩИВАНИЯ НА НАСЛЕДУЕМОСТЬ УСТОЙЧИВОСТИ К
ТЕМПЕРАТУРНЫМ СТРЕССАМ У ТОМАТОВ**

Маковей М.Д.

Институт генетики и физиологии растений Академии Наук Молдовы

Введение

Селекция томата на устойчивость к стрессовым температурам является актуальной проблемой в условиях Молдовы. Главным вопросом селекционера при получении новых форм растений является «Как правильно подобрать родительские пары для скрещивания, чтобы получить потомство с желаемыми признаками?» Этот вопрос актуален и при получении сортов и гибридов томатов,

устойчивых к стрессовым температурным факторам. Генетическая природа устойчивости растений к факторам стресса изучена недостаточно.

Исследуя наследование устойчивости к низким и высоким температурам у разных культур и по разным признакам [3, 5, 11] авторы приходят к выводу, что по изученным признакам имеет место рецессивный характер их наследования. Другие исследователи [8,10] утверждают, что признаки устойчивости в большинстве случаев находятся под полигенным контролем. Полигенная наследуемость также отмечена при генетическом анализе устойчивости пыльцы к низкой температуре [7]. Несмотря на это некоторые авторы [9] не оставляют попытки найти конкретные «гены устойчивости у растений».

Поскольку наследуемость представляет собой важный популяционно-генетический параметр, то при его помощи можно прогнозировать эффективность индивидуального отбора. Знание величины коэффициента наследуемости позволяет правильнее решить вопрос о выборе наиболее эффективного метода селекции, правильно подобрать родительские пары для скрещивания, что во многом определяет результаты дальнейшей селекции [6]. Целью данной работы является определение доли влияния родительских компонентов скрещивания на проявление в гибридном потомстве устойчивости пыльцы к таким стрессовым факторам, как повышенная и пониженная температуры.

Материал и методы

Анализ наследования признаков устойчивости пыльцы томатов к высокой и низкой температурам проводился на различных комбинациях гибридов F_1 , где в качестве исходных форм использовались две материнские (Л 5 и Л 6) и семь (Л302; Л304; Л305; Л311; Л324; Л327 и сорт Виза) отцовских форм. Всего 14 комбинаций скрещивания. Изучение наследования устойчивости к температурным стрессам по признакам пыльцы в различных комбинациях F_1 состояла из трех этапов:

- оценка и отбор устойчивых образцов из коллекционного и селекционного материала
- скрещивание генотипов с различными типами устойчивости к температурным стрессам и получение гибридного потомства
- анализ наследуемости изучаемых признаков пыльцы в F_1 и доли влияния материнских, отцовских форм и их взаимодействия в общей фенотипической дисперсии на проявление устойчивости в гибридах.

Оценку родительских форм использованных для скрещивания и гибридов F_1 , на устойчивость к высокотемпературному стрессу проводили на сложных температурных фонах. Для этого использовались четыре температурных режима: 35С; 38С; 45С и 48°С и три временные экспозиции воздействия на пыльцу изучаемых генотипов: 3, 5 и 7 часов.

Устойчивость пыльцы исходных родительских форм и гибридов F_1 , к низкотемпературному стрессу определяли в условиях *in vitro* при температурах 6С и 10°С проращивая её в течение 24 часов.

Пыльцу исследуемых образцов проращивали на искусственной питательной среде, состоящей из 15% сахарозы и 0,006% борной кислоты [1]. Устойчивость генотипов к факторам стресса определялась по соотношению процента проросших

пыльцевых зерен в опыте к контролю [4]. Дисперсионный анализ результатов исследований проводился по схеме двухфакторного комплекса. Для изучения и установления доли влияния родительских компонентов на проявление признаков в F_1 использовался компонентный анализ двухфакторного комплекса [2].

Результаты и обсуждение

В литературе имеются многочисленные данные, свидетельствующие об изменении качественных и количественных признаков в зависимости от условий выращивания растений. В данной работе приводятся результаты изучения влияния стрессовых температурных факторов (жара, холод) на характер проявления признаков устойчивости пыльцы у исходных родительских форм и в последующем гибридном поколении F_1 .

Оценка экспериментальных образцов на разных температурных фонах (35°C, 38°C, 45°C и 48°C) позволила дифференцировать их по степени устойчивости к высокотемпературному стрессу. Дисперсионный анализ характера взаимодействия «генотип x температура» и «генотип x время действия на пыльцу» вышеприведенными температурными режимами дает возможность выделить генотипы, пыльца которых способна выдерживать влияние высоких температур в течение более длительного времени – Л 7; Л 304 и Л 327. Это свидетельствует о том, что данные генотипы характеризуются высокой адаптивной способностью. Остальные изученные генотипы обладают средней и низкой адаптивностью, так как в зависимости от температурных режимов и временной экспозиции воздействия на пыльцу её жизнеспособность значительно меняется. Изученные линии с разными типами устойчивости использовались в скрещиваниях для получения гибридов F_1 .

При анализе признака «жизнеспособность пыльцы» у гибридов F_1 в оптимальных условиях (25°C) более высокие показатели имели место во втором блоке скрещиваний, где в качестве материнского компонента использовалась линия 7 (таблица 1). Лучшие результаты получены с обеими материнскими линиями в комбинациях Л 5 x Л 302 – 38,2%; Л 7 x Л 302 – 34,0%, а также Л 5 x Л 311 – 31,4% и Л 7 x Л 311 – 44,4%.

При анализе признака «жаростойкость пыльцы» высокие показатели обнаруживаются в комбинациях, где в качестве материнского компонента также используется линия 7. Такая закономерность наблюдается во всех вариантах температурного воздействия на пыльцу. Поскольку данная линия (Л 7) характеризуется жаростойкой пыльцой, то при её использовании в скрещиваниях этот признак четко передается потомству.

Высокая жаростойкость выявляется у гибридов F_1 с участием отцовских форм Л 304; Л 311 и Л 324 при взаимодействии с обеими материнскими компонентами – линии 5 и 7 (таблица 1).

В целом по опыту, существенным в изученных комбинациях скрещивания (14 гибридов F_1) при воздействии на пыльцу различными температурами (35°C, 38°C, 45°C и 48°C) с использованием двух временных экспозиций (5 и 7 часов) оказалось влияние взаимодействия АВ (материнская x отцовская форма). О чем свидетельствуют коэффициенты наследуемости признака «жаростойкость

пыльцы» у гибридов F_1 (таблица 2). Также, существенным в изученных комбинациях скрещивания оказалось влияние материнских форм (А).

Таблица 1. Показатели жаро- и холодостойкости пыльцы у разных комбинаций гибридов F_1 томатов.

Комбинации гибридов F_1	Показатели признаков пыльцы у гибридных комбинаций F_1						
	Жизнеспособность пыльцы, % (25 °С)	Жаростойкость пыльцы, %				Холодостойкость пыльцы, %	
		35°С	38°С	45°С	48°С	6°С	10°С
Л5 х Л302	38,2	20,6	29,1	17,1	3,9	8,6	32,2
Л5 х Л304	24,2	31,0	66,5	57,0	7,4	19,7	27,8
Л5 х Л305	28,2	19,5	23,5	29,0	2,5	8,6	13,1
Л5 х Л311	31,4	37,2	72,9	83,7	8,3	17,9	29,9
Л5 х Л324	21,5	42,3	72,0	53,0	5,1	7,6	26,5
Л5 х Л327	24,0	54,6	19,0	14,6	3,3	3,9	8,0
Л5 х Виза	26,6	32,6	58,2	16,5	9,4	8,5	13,6
Л7 х Л302	34,0	37,6	77,1	62,9	12,6	5,8	6,4
Л7 х Л304	36,9	55,4	79,1	80,3	9,7	88,6	85,6
Л7 х Л305	31,0	34,2	61,9	84,2	2,8	76,6	84,7
Л7 х Л311	44,4	49,8	75,2	89,4	4,0	73,5	93,4
Л7 х Л324	28,4	28,5	46,1	75,7	10,9	3,5	28,5
Л7 х Л327	29,1	69,7	38,0	49,2	4,1	22,7	36,0
Л7 х Виза	24,2	66,5	58,8	26,5	6,6	42,8	94,8

Показатели жизнеспособности пыльцы у гибридов F_1 в оптимальных температурных условиях (25°С) в основном определяются взаимодействием родительских компонентов (АхВ). Коэффициент наследования составляет 66,7%.

При воздействии на пыльцу гибридов F_1 температурным режимом 35°С в течение 5 часов более значительное влияние на проявление признака жаростойкости пыльцы в F_1 оказывает материнский компонент (55,4%) и несколько ниже этот показатель при его взаимодействии с отцовской формой (35,1%). При более длительной временной экспозиции воздействия на пыльцу (7 часов) эти значения несколько меняются (таблица 2). Такая же закономерность выявляется, при использовании температурного режима 38°С. В данном блоке скрещиваний достаточно высокие показатели отмечены у трех комбинаций F_1 (66,5% - 72,9%) с материнской линией 5. В блоке скрещивания с материнской линией 7 достаточно высокую жаростойкость пыльцы проявляют гибриды – Л7 х Л 302 -77,1%; Л 7 х Л 304–79,1%; Л 7 х Л 305-61,9% и Л 7 х Л 311–75,2% (таблица 1). Коэффициент наследуемости в широком смысле (Н) показывает, что наибольший эффект в проявлении признака «жаростойкость пыльцы» в данном варианте имеет место при взаимодействии АВ (материнская х отцовская форма) - 68,0%. Степень передачи изучаемого признака от материнских форм (А) к гибридам составляет 21,9%. От отцовских форм (В) и того меньше – 10,0%.

Во всех изученных комбинациях скрещивания (14), действие температурой 45°С в течение 5 часов на пыльцу гибридов F_1 показывает, что проявление результирующего признака в гибридах в основном определяется материнским компонентом (А).

Таблица 2. Коэффициенты наследования признака «жаростойкость пыльцы» гибридами F₁. Примечание: ♀ - Линия 5 и Линия 7. ♂ - Л 302; Л 304; Л 305; Л 311; Л 324; Л 327 и сорт Виза.

Компоненты скрещивания	Н, %				
	25°С – 3 часа (контроль)	35°С	38°С	45°С	48°С
5 часов					
A ♀	12,4	55,4	44,0	52,4	28,6
B ♂	16,2	7,5	15,2	9,2	7,2
A × B (♀ × ♂)	66,7	35,1	39,3	37,9	61,6
7 часов					
A ♀	12,4	37,6	21,9	35,9	19,0
B ♂	16,2	9,4	10,0	9,5	7,5
A × B (♀ × ♂)	66,7	52,7	68,0	54,4	71,2

Коэффициент наследуемости составляет 52,4%. При временной экспозиции 7 часов, доля влияния материнского компонента (А) уменьшается и усиливается взаимодействие родительских компонентов (А × В). Действие отцовских форм (В) в обоих вариантах несущественно. Жаростойкую пыльцу с участием материнской линии 5 формируют гибриды F₁ по следующим комбинациям: Л 5 × Л 311 – 83,7% и Л 5 × Л 304 – 57,0%. Высокие показатели по анализируемому признаку выявлены практически по всем гибридам F₁ с материнской линией 7. Это Л 7 × Л 302 – 62,9%; Л 7 × Л304 -80,3%; Л 7 × Л 305 – 84,2%; Л 7 × Л 311 -89,4%; Л 7 × Л 324 -75,7% и Л 7 × Л327- 49,2% (табл.1).

В варианте с режимом 48°С также выделяется линия 7. Показатели её взаимодействия со всеми изучаемыми отцовскими формами значительно выше, чем у линии 5. Наиболее существенное влияние на проявление анализируемого признака в F₁ при более высоком температурном режиме воздействия на пыльцу оказывает взаимодействие (А × В) факторов. Коэффициент наследуемости составляет 61,6 -71,2% и на 28,6-19,0 % данный признак определяется материнскими формами. Проявление признака в этом варианте, как и в предыдущих существенно не зависит от отцовских форм (В).

Следовательно, анализ влияния разных температурных режимов и временных экспозиций на жизнеспособность и жаростойкость пыльцы гибридов F₁ от разных комбинаций скрещивания показал, что существенное влияние на степень проявления изучаемых признаков оказывают материнские формы (А) и их взаимодействие с отцовскими формами (А × В). В случае высокого температурного режима и более длительного воздействия на пыльцу, в изученных комбинациях существенным оказалось взаимодействие (А × В) о чём свидетельствуют коэффициенты наследуемости признака (таблица 2).

В следующем блоке исследований проводится оценка холодостойкости пыльцы у родительских компонентов, использованных в скрещиваниях. Дисперсионный анализ взаимодействия генотипа с температурным фактором выявил различную реакцию генотипов на действие низкотемпературного стресса. Из всех изученных генотипов самой холодостойкой пыльцой при 10°С характеризовались Л327-66,2% и Л7-60,2%. Значительно ниже показатели изучаемых признаков у сорта

Виза (27,6%). Очень низкие показатели по признаку «холодостойкость пыльцы» при обоих температурных режимах проявили линии 324; 304 и 305. У остальных генотипов отмечаются низкие показатели при 6°С и значительное увеличение их при проращивании пыльцы на температурном фоне 10°С в течение 24 часов.

При анализе устойчивости пыльцы гибридов F₁ на температурном фоне 6°С выявляются гибриды с достаточно высокими показателями. Например, Л 7 × Л 304–88,6%; Л 7 × Л 305–76,6%; Л 7 × Л 311–73,5%; Л 7 × сорт Виза - 42,8%. При температуре 10°С эти показатели несколько выше (таблица 1). Коэффициент наследуемости признака в данном блоке исследуемых гибридов показывает достаточно высокую долю влияния материнского компонента (А) на показатели этого признака у гибридов F₁ и составляет 40,6%. Тогда, как при температурном режиме 10°С, доля влияния материнских форм значительно меньше – 18,0% (таблица 3). В изученных комбинациях скрещивания существенным в обоих вариантах опыта (6°С и 10°С) оказалось влияние взаимодействия АВ (материнская × отцовская формы) и, это подтверждают полученные коэффициенты наследуемости признака «холодостойкость пыльцы» - 55,7% - 78,8% соответственно (таблица 3).

В большинстве из рассматриваемых вариантов гибридов F₁ как по признаку жаростойкость, так и холодостойкость пыльцы существенным оказалось действие материнских форм (А) и взаимодействие (АВ) материнская × отцовская формы. Выявленный высокий коэффициент наследуемости характеризует силу генетического влияния материнских форм и их взаимодействия с отцовскими компонентами на проявление признаков устойчивости по пыльце к факторам стресса. Жизнеспособность, жаро- и холодостойкость пыльцы у гибридов томатов существенно не зависит от отцовских форм. В комбинациях скрещивания, где в качестве материнского компонента используется линия устойчивая к высокотемпературному стрессу у гибридов F₁, с участием таких линий наблюдается более высокая устойчивость.

Таблица 3. Наследование признака холодостойкость пыльцы гибридами F₁

Компоненты скрещивания	Н, %		
	25°С – 3 часа (контроль)	10°С – 24 часа	6°С – 24 часа
А ♀	31,6	18,0	40,6
В ♂	4,6	3,2	3,6
А × В (♀ × ♂)	62,5	78,8	55,7

Примечание: ♀ - Линия 5 и Линия 7. ♂- Л 302; Л 304; Л 305; Л 311; Л 324; Л 327; сорт Виза.

В случае увеличения температурного режима и временной экспозиции воздействия на пыльцу доля влияния взаимодействия АВ (материнская × отцовская форма) на показатели анализируемых признаков пыльцы гибридов усиливается.

Проведенное исследование позволяет определить селекционную ценность использованных в скрещиваниях генотипов, которая выражается в степени их влияния на проявление проанализированных признаков в следующем поколении, что измеряется коэффициентом наследуемости. В данном эксперименте

показатель наследуемости – это не только характеристика изученных признаков (жизнеспособность, жаро- и холодостойкость пыльцы), но также и тех искусственно созданных средовых (фоновых) условий в которых проводилось изучение исходных форм и гибридов F_1 , полученных на их основе.

Полученные показатели коэффициентов наследуемости позволяют наметить наиболее эффективные методы при селекции томата на устойчивость к стрессовым абиотическим факторам на этом этапе онтогенеза, предвидеть какие результаты могут быть получены при оценке и отборе форм устойчивых к конкретным условиям внешней среды.

Выявленный характер наследуемости селективируемых признаков может быть предпосылкой для рационального планирования при подборе родительских пар для скрещивания и ориентировочного прогнозирования эффективности селекции.

Выводы

- Выявлено, что стабильная передача признака жаро- и холодостойкость пыльцы к гибриднему потомству F_1 , обеспечивается за счет материнских форм (А) и их взаимодействия с отцовскими формами (А х В).

- Установлено, что при более высоких температурных режимах и временных экспозициях воздействия на пыльцу, доля влияния взаимодействия родительских компонентов (материнская форма х отцовская форма) на проявление признаков устойчивости к стрессам у гибридов F_1 , усиливается.

- Доля влияния отцовских компонентов (В) на показатели признаков устойчивости к абиотическим факторам стресса в F_1 - несущественна.

- Показано, что в комбинациях скрещивания, где в качестве материнского компонента используется линия устойчивая к высокотемпературному стрессу у гибридов F_1 , с участием таких линий наблюдается более высокая устойчивость.

Литература

1. Голубинский И.Н. Биология прорастания пыльцы. Киев, 1974. 368с.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва, 1979. 420с.
3. Кильчевский А.В., Антропенко Н.Ю., Пугачева И.Г. В: Вестник национальной академии наук Беларуси. 2007, № 4, с. 68-72.
4. Кравченко А.Н., Лях В.А., Тодераш Л.Г. и др. Методы гаметной и зиготной селекции томатов. Кишинев, 1988. 152 с.
5. Маковей М.Д. În: Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele vieţii, 2008, nr. 3 (306), p. 57-66.
6. Рокицкий П.В. Введение в статистическую генетику. Минск, 1978. 447 с.
7. Тюрина М.М. Методы оценки устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды. Ленинград, 1976, с. 171-183.
8. Fernandez-Munoz R., Gonzales-Fernandez J.J., Cuartero J. In: Euphytica, 1995, vol. 84, nr. 2. p. 139-144.
9. Forster B.P., Philips M.S., Miller T.E. et.al. In: Heredity, 1990, vol. 65, nr. 1
10. Marshall H.G. Breeding plants for less favorable environments. New York, 1982.
11. Morishima H. In: Annu. Rept. Nat. Inst. Genet. Jap. 1991, nr. 2. p. 103-104.