

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-5-43-48>  
635.64:631.527.2/.4 (478)

Маковой М.Д.

Институт генетики, физиологии и защиты растений  
Республика Молдова, MD-2002,  
Кишинев, ул. Пэдурий, 20  
E-mail: m\_milania@mail.ru

**Конфликт интересов:** Автор заявляет  
об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Маковой М.Д. Метод отбора  
и его влияние на интенсификацию селекционно-  
го процесса томата. *Овощи России*. 2020;(5):43-48.  
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-5-43-48>

**Поступила в редакцию:** 21.04.2020

**Принята к печати:** 07.07.2020

**Опубликована:** 25.09.2020

Milania D. Makovei

Institute of Genetics,  
Physiology and Plant Protection  
20, Padurii St., Chisinau,  
MD-2002, Republic of Moldova  
E-mail: m\_milania@mail.ru

**Conflict of interest.** The author declare  
no conflict of interest.

**For citations:** Makovei M.D. The breeding method  
and its influence on the intensification of the tomato  
selection process. *Vegetable crops of Russia*.  
2020;(5):43-48. (In Russ.)  
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-5-43-48>

**Received:** 21.04.2020

**Accepted for publication:** 07.07.2020

**Accepted:** 25.09.2020

# Метод отбора и его влияние на интенсификацию селекционного процесса томата



## Резюме

**Актуальность.** В статье представлены результаты использования трех разных методов отбора для получения новых форм томата, сочетающих высокую продуктивность с устойчивостью к высокотемпературному стрессовому фактору.

**Материал и методы.** Экспериментальным материалом служили 11 гибридных комбинаций. Отборы проводили, начиная с потомств поколения F<sub>1</sub>. Использовали три разных методических подхода: 1 – поэтапное чередование спорофитно-гаметофитных отборов под давлением высокой температуры; 2 – только гаметофитного с использованием для опыления термообработанной пыльцы; 3 – традиционные отборы по высокому значению показателей изучаемых признаков. В каждом из вариантов опыта изучали: жаростойкость потомств на разных стадиях онтогенеза – «спорофит-гаметофит»; продолжительность вегетационного периода растений; плодообразование; общую урожайность. Потомства наиболее устойчивых и продуктивных растений, выделенных из разных гибридных комбинаций, в каждом варианте опыта объединяли в популяции и проводили сравнительный анализ и оценку эффективности использованных методов.

**Результаты.** Показано, что комбинирование поэтапных спорофитно-гаметофитных отборов под действием высокотемпературных режимов (43°C и 45°C), на ранних стадиях (F<sub>1</sub>–F<sub>3</sub>) приводят к получению более устойчивых, продуктивных потомств в F<sub>5</sub>–F<sub>7</sub> как по признакам спорофита, так и гаметофита, по сравнению с использованием только гаметофитных отборов и сильнее различия относительно варианта контроля. Поэтапное чередование отборов на разных стадиях онтогенеза приводит и к получению потомств с более коротким периодом прохождения фенофаз «всходы-цветение» – «цветение-созревание» и стабильным проявлением признаков, определяющих качество плодов. Использование только гаметофитных отборов и традиционных методов селекции – оказалось менее эффективным, чем чередование спорофитно-гаметофитных.

**Выводы.** Установлена дифференцирующая способность использованных методов отбора и их влияние на получение более устойчивых и продуктивных генотипов. Показано преимущество метода поэтапного чередования спорофитно-гаметофитных отборов, которое привело к получению новых линий (Л 118/1, 124/1, 133-11/1, 133-12/1, 134/1, 110/1 и 7/1) с высокой устойчивостью на разных стадиях онтогенеза (спорофит-гаметофит), коротким вегетационным периодом и высокой плодообразующей способностью в три разных года исследований (2015-2017).

**Ключевые слова:** томат, метод отбора, признак, спорофит, гаметофит, устойчивость, продуктивность.

# The breeding method and its influence on the intensification of the tomato selection process

## Abstract

**Relevance.** The article presents the results of using three different selection methods to obtain new forms of tomato that combine high productivity with resistance to high-temperature stress factor.

**Methods.** Eleven hybrid combinations were used as experimental material. Selections were made starting with the offspring of the F<sub>1</sub> generation. Three different methodological approaches were used: 1 – step-by-step alternation of sporophytic-gametophytic selections under high temperature pressure; 2 – only gametophytic selection using heat-treated pollen for pollination; 3 – traditional selections based on a high value of indicators of the studied traits. In each of the variants of the experiment, we studied: the heat resistance of offspring at different stages of ontogenesis – "sporophyte-gametophyte"; the duration of the vegetation period of plants; the fruit formation; the total yield. The offspring of the most stable and productive plants isolated from different hybrid combinations were combined in the populations in each variant of the experiment and a comparative analysis and evaluation of the effectiveness of the methods used was carried out.

**Results.** It is shown that the combination of step-by-step sporophyte-gametophyte selections under the action of high-temperature regimes (43°C and 45°C), at early stages (F<sub>1</sub>–F<sub>3</sub>) lead to more stable, productive offspring in F<sub>5</sub>–F<sub>7</sub> both for sporophyte and gametophyte traits, compared to using only gametophyte selections and stronger differences relative to the control variant. The gradual alternation of selections at different stages of ontogenesis also leads to the production of offspring with a shorter period of passage of the phenophases "seedling-flowering" – "flowering-maturation" and a stable manifestation of signs that determine the quality of the fruits. Using only gametophytic selections and traditional methods of selection was less effective than alternating sporophyte-gametophyte ones.

**Conclusions.** The differentiating ability of the selection methods used and their influence on obtaining more resistance and productive genotypes was established. The advantage of the method of step-by-step alternation of sporophyte-gametophyte selections, which led to the production of new lines (118/1, 124/1, 133-11/1, 133-12/1, 134/1, 110/1 and 7/1) with high resistance at different stages of ontogenesis (sporophyte-gametophyte), shorter vegetation period and high fruit-forming capacity in three different years of research (2015-2017).

**Keywords:** tomato, selection method, trait, sporophyte, gametophyte, resistance, productivity

### Введение

В настоящее время при создании новых сортов и гибридов томата авторы пользуются разными методами их селекции. Различия в использовании тех или иных методов определяются задачами, которые стоят перед селекционером. Как правило, селекционная работа ведется одновременно в нескольких направлениях, то есть исследователю приходится искать и оценивать исходный материал, проводить скрещивания, оценку полученных гибридных популяций и соответствующие отборы.

С появлением новых технологий (молекулярные, гаметные, биохимические и разные физиологические тесты) для создания исходного материала и дальнейшего его изучения схемы селекционного процесса кардинально меняются или же в большинстве случаев используется комплексный подход с комбинированием методов традиционной классической и нетрадиционной селекции.

Отличительной особенностью нашей схемы организации селекционного процесса является изучение, анализ и отбор продуктивных новых форм томата в сочетании с устойчивостью к высокой температуре, которая оценивается с помощью моделирования стресса в условиях лаборатории на разных стадиях онтогенеза (спорофит, микрогаметофит). Целесообразность использования отбора по пыльце для повышения эффективности селекционного процесса подтверждают работы многих авторов [1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11]. Поэтому необходимость такого подхода к решению задач практической селекции вызвана желанием разработки, и выявления взаимодополняемых методов, которые бы позволили интенсифицировать и повысить эффективность отбора селекционно-ценных форм, при создании новых сортов и гибридов томата, одновременно сочетающих высокую продуктивность и качество плодов с экологической пластичностью.

### Материал и методы

Экспериментальным материалом служили 11 гибридных комбинаций. Отборы проводили, начиная с F<sub>1</sub>, используя три методических подхода:

1) поэтапное чередование спорофитно-гаметофитных отборов под давлением высокой температуры (**опыт-1**). На начальном этапе отборы проводили на стадии проростков при проращивании семян гибридов F<sub>1</sub> (по 50 семян в 3-х повторностях) на фоне высокой температуры (43°C) [5]. Отбирали только те семена, которые быстро прорастали и формировали наиболее длинные проростки. Скорость прорастания, длина корешка и стебля проростка служили критерием для отбора самых устойчивых генотипов (10-15%), которые затем пикировали в ящики для получения взрослого растения.

Следующий этап – оценка устойчивости растений, выращенных из выделенных устойчивых генотипов на стадии спорофита к высокой температуре на стадии зрелого мужского гаметофита (пыльцы). Оценивали – жизнеспособность, жаростойкость пыльцы и устойчивость пыльников трубок. Самые устойчивые опыляли собственной прогретой предварительно при температуре 45°C в течение 8 часов пыльцой. Сравнительный анализ результатов оценки на разных стадиях онтогенеза (спорофит-гаметофит), и высокое совпадение показателей жароустойчивости, служило критерием отбора лучших (опыт-1).

2) только гаметофитного с использованием для опыления термообработанной пыльцы (45°C/8 часов) (**опыт-2**). Семена растений, выделенные из одних и тех же гибридных комбинаций, не подвергая высокотемпературной обработке, просто проращивали в термостате при температуре 24°C. Отбирали семена с высокой энергией прорастания и высевали в ящики для получения рассады,

которую одновременно с растениями опыта-1, высаживали на экспериментальное поле. Высаженные растения делили на две части. Пыльца одной части растений оценивалась на устойчивость к высокой температуре, путем предварительного прогревания пыльцы (45°C/8 часов). Цветки растений, с высокими показателями устойчивости пыльцы и пыльников трубок, опыляли их собственной предварительно прогретой пыльцой [9].

3) традиционные отборы – по высокому значению показателей используемых признаков при самоопылении (**контроль**). Вторая часть растений (из опыта 2) также оценивалась на устойчивость к высокой температуре по пыльце, метками на растениях отмечались лучшие, без дальнейшего вмешательства в процесс опыления (естественное самоопыление). При совпадении высоких показателей по пыльце, и в процессе описания морфо-биологических и изучения селекционно-ценных признаков, отбирали лучшие.

В каждом из вариантов опыта изучали: продолжительность межфазных периодов; габитус и высоту растений, количество соцветий и число цветков на них, а также количество завязавшихся плодов, признаки плодов, общую урожайность [13].

Потомства наиболее устойчивых и продуктивных растений, выделенных из разных гибридных комбинаций, в каждом варианте опыта объединяли в популяции и проводили сравнительный анализ и оценку эффективности использованных методов. Критерием служил - селекционный дифференциал [4], который позволяет на конечном этапе (F<sub>5</sub>-F<sub>7</sub>) определить их влияние на интенсификацию селекционного процесса, направленную на получение форм сочетающих высокую продуктивность с устойчивостью. Исследования проводили, начиная с 2010 по 2017 год. Экспериментальный материал выращивали на опытном поле института.

### Результаты и их обсуждение

Вычисленный индекс эффективности отбора по ряду признаков выявил значимые различия: между использованными методами отбора; изученными линиями по их реакции на отбор; признаками на разных стадиях онтогенеза.

Анализ жаростойкости линий (F<sub>5</sub>-F<sub>7</sub>), полученных из разных гибридных комбинаций (11), разными методами по энергии прорастания семян под давлением высокой температуры выявил, что комбинированный отбор по спорофиту и гаметофиту на ранних этапах (F<sub>1</sub>-F<sub>3</sub>), приводит к получению более жаростойких потомств по отношению к линиям, полученным с использованием только гаметофитного отбора. Наиболее выражены эти различия в сравнении с контрольным вариантом (табл. 1).

По скорости прорастания семян на фоне высокой температуры (43°C), семена линий, полученных в варианте чередования спорофитно-гаметофитных отборов, прорастают лучше и быстрее (53,1-97,7%), тогда как линий от гаметофитного отбора – 36,1-81,5%, и самый низкий показатель – 30,1-78,3% у линий, полученных в варианте контроля. Высокоустойчивое потомство получено при использовании спорофитно-гаметофитных отборов по линиям: 135/1, 133/11/1; Л 123/1; Л 134/1. По остальным, различия между линиями и вариантами опытов несколько ниже, но существенны, и варьируют, имея индекс эффективности отбора от 1,00 до 1,43 (опыт-1 и контроль); от 1,03 до 1,40 (опыт-2 и контроль); и от 1,00 до 1,29 в вариантах опыт-1 и опыт-2 (табл. 1).

Анализ индивидуальной реакции линий на использованный фактор стресса и метод отбора по признаку «устойчивость по длине проростка» показывает сильно выраженные

различия в вариантах: «опыт 1 - контроль» у линий 118/1; 135/1; 133/11/1; 124/1; 133/12/1; 110/1; 7/1 и 134/1. Это свидетельствует, что семена линий, полученных при использовании спорофитно-гаметофитных отборов, не просто быстро прорастают, а ещё на фоне высокой температуры формируют проростки большей длины (табл.1). В вариантах «опыт 2 – контроль» различия между линиями менее выражены, но по некоторым они существенны. Наиболее высокие показатели отмечены у линий 124/2; 133/12/2; 110/2; 7/2; 134/2; 133/11/2. У других - 123/2, 128/2 и 133/15/2, процент прорастания семян выше на фоне с высокой температурой, но длина проростков ниже, чем в варианте контроля или их значения равны. Из чего следует, что чередование спорофитно-гаметофитных отборов положительно влияет на повышение устойчивости спорофитных потомств, полученных из разных гибридных комбинаций. Наиболее выражен он по длине проростка. Линии от гаметофитных отборов имеют меньший сдвиг показателей в сторону увеличения, но у них более выражены генотипические особенности по реакции на фактор отбора.

Сравнительный анализ линий по признакам мужского гаметофита (жаростойкость пыльцы и устойчивость по длине пыльцевых трубок) не выявляет однозначного влияния метода отбора на характер проявления названных признаков.

Жаростойкость пыльцы у некоторых линий (Л118/1; Л133/12/1; Л128/1 и Л134/1), полученных в варианте спо-

рофитно-гаметофитных отборов, была ниже, чем при использовании только гаметофитного, но выше чем в контрольном (табл.1). Одинаковые значения при двух разных методах их селекции, по устойчивости пыльцы демонстрируют линии: - 133/11/1, 133/11/2, 123/1, 123/2, 124/1 и 124/2. Только три линии: 135/1, 110/1, 7/1/1 имеют более высокую жаростойкость пыльцы, в сравнении вариантом гаметофитного отбора. Относительно контроля их больше (135/1; 133/11/1; 123/1; 124/1; 110/1 и 7/1/1) с соответствующими индексами эффективности метода чередования спорофитно-гаметофитных отборов – 1,23; 1,33; 1,45; 1,14; 1,25 и 1,55 (табл. 1). У остальных линий показатель признака на уровне контрольных или ниже их. Это значит, что по жаростойкости пыльцы метод гаметофитного отбора был более эффективным.

Обратная реакция выявлена при анализе признака «устойчивость по длине пыльцевых трубок». Более длинные трубки формирует пыльца всех линий, полученных в варианте чередования спорофитно-гаметофитных отборов. Устойчивость пыльцевых трубок у линий в этом варианте на 3-167,6% выше, чем в контроле и, на 1-78,3% относительно варианта гаметофитного отбора. Высокую устойчивость при обоих методах относительно контроля демонстрируют линии: 118/1-2; 123/1-2; 124/1-2; 133/12/1-2; 128/1-2; 110/1-2; 7/1/1-2 и 134/1-2. В отличие от всех, линия 133/15 не реагирует на метод отбора, равно, как и на фактор стресса, имея равные показатели

**Таблица 1. Индексы эффективности использованных методических подходов для получения более жаростойких потомств на разных стадиях онтогенеза (2015-2017 годы)**  
**Table 1. Efficiency indices of the used methodological approaches for obtaining more heat-resistant offspring at different stages of ontogenesis (2015-2017)**

№ линии	Происхождение	Индексы эффективности использованных методов отбора устойчивых линий											
		Чередование спорофитно-гаметофитных отборов (опыт-1) (а)				Только гаметофитный отбор (опыт-2) (б)				Традиционный отбор (контроль) (в)			
		Спорофит		Гаметофит		Спорофит		Гаметофит		Спорофит		Гаметофит	
		семена	длина проростков	пыльца	длина пыльцевых трубок	семена	длина проростков	пыльца	длина пыльцевых трубок	семена	длина проростков	пыльца	длина пыльцевых трубок
		(опыт-1) а : б (опыт-2)				(опыт-2) б : в (контроль)				(опыт 1) а : в (контроль)			
Л118/1/2/к	Л 7 х Лидер	1,29	1,57	0,72	1,08	1,10	1,18	1,21	1,34	1,40	1,85	0,86	1,46
135/1/2/к	Солярис х Демидов	1,91	1,89	1,23	1,30	1,20	1,13	1,01	0,96	2,29	2,13	1,23	1,26
133-11/1/2/к	Руслан х 106152	1,41	1,54	1,02	1,11	1,37	1,59	1,30	0,97	1,92	2,45	1,33	1,08
123/1/2/к	Линия 7 х Л 304	1,36	1,62	1,05	1,11	1,43	0,99	1,38	1,38	1,95	1,60	1,45	1,54
124/1/2/к	Линия 7 х Л 327	1,19	1,47	1,06	1,22	1,21	1,43	1,07	1,67	1,44	2,11	1,14	2,04
133-12/1/2/к	Руслан х 106152	1,26	1,29	0,65	0,89	1,02	1,53	1,54	1,85	1,28	1,98	1,00	1,66
128/1/2/к	Л 7 х Солярис	1,13	1,70	0,65	1,32	1,08	0,99	1,33	1,24	1,23	1,73	0,86	1,65
110/1/2/к	Л1185 х Барн. кон	1,20	1,51	1,14	1,51	1,03	1,25	1,08	1,08	1,25	1,90	1,24	1,63
7-1/1/2/к	Линия 7 (828х187)	1,00	1,47	1,13	1,15	1,40	1,41	1,38	1,22	1,40	2,07	1,55	1,26
134/1/2/к	Л 7 х Л 126	1,58	1,58	0,86	1,11	1,03	1,66	1,26	1,15	1,03	2,61	1,09	1,28
133-15/1/2/к	Л 15 (Ж.Г. х F, C)	1,19	1,08	1,04	0,99	1,20	1,04	0,93	1,03	1,43	1,12	0,97	1,02

Примечание: В графе № линии цифра /1 – характеризует линии, полученные в варианте с использованием поэтапного чередования спорофитно-гаметофитных отборов; /2 – линии, выделенные при использовании только гаметофитных отборов; /к – линии, отобраные в варианте контроля (отборы без давления высокотемпературного фактора стресса). Индексы эффективности отборов по изученным признакам под давлением использованных методов отбора на разных стадиях онтогенеза: 1). а : б – спорофитно-гаметофитный отбор в сравнении с только гаметофитным; 2). а : в – спорофитно-гаметофитный отбор относительно контроля; 3). б : в – только гаметофитный отбор в сравнении с контролем).

по этим признакам во всех вариантах опыта, в том числе и по обоим признакам на стадии спорофита (табл. 1). Одновременно следует отметить, что проросшие пыльцевые зерна от линий спорофитно-гаметофитных отборов формируют и более длинные пыльцевые трубки (91-214 делений окуляр-микр.), чем линий, от гаметофитных отборов (67-121 д.о.м.), и самые короткие трубки формирует пыльца линий, полученных в варианте контроля (44,3-87,5 д.о.м.). Учитывая, что способность пыльцы в условиях стресса формировать длинные пыльцевые трубки являет-

ся одним из важнейших условий хорошего плодобразования, то полученные характеристики по линиям, позволяют считать, что метод спорофитно-гаметофитных отборов был также более эффективным.

Наряду с устойчивостью, изучали продолжительность вегетационного периода. С ним неразрывно связана возможность возделывания сорта в определенных условиях, раннеспелость, химический состав плодов, качество продукции, урожайность. Изучали продолжительность подпериодов – «всходы-цветение» и «цветение-созревание».

**Таблица 2. Характеристика перспективных линий томата, полученных с использованием разных методов отбора по ряду хозяйственно ценных признаков (2015-2017гг)**  
**Table 2. Characteristics of promising tomato lines obtained using different selection methods for a number of economically valuable traits (2015-2017)**

№ линии	Продолжительность вегетационного периода (дни)			Растение		
	Всходы-цветение	Цветение-созревание	Всходы-созревание	высота (см)	уровень закладки 1-го соцветия	длина междоузлий, см
<b>Потомства, от чередования спорофитно-гаметофитных отборов (опыт-1)</b>						
118/1	49± 0,2	54± 0,3	103± 0,7	65 - 70	6 - 7	8,8
135/1	41± 0,4	46± 0,5	87± 0,5	62 - 70	5 - 7	8,3
133/11/1	54± 0,3	63± 0,5	117± 0,9	55 - 62	7 - 8	7,7
123/1	60± 0,7	68± 0,4	128± 0,7	56 - 65	8 - 9	9,4
124/1	43± 0,3	51± 0,4	94± 0,5	50 - 57	5 - 7	7,4
133/12/1	54± 0,5	61± 0,5	115± 0,7	58 - 65	6 - 8	7,9
128/1	51± 0,4	54± 0,4	105± 0,4	55 - 60	6 - 7	8,2
110/1	37± 0,2	43± 0,3	80± 0,4	15 - 23	4 - 5	3,3
7/1/1	53± 0,4	61± 0,7	114± 0,8	55 - 60	6 - 7	8,6
134/1	56 ± 0,4	58± 0,7	114± 0,5	65 - 70	7 - 8	9,1
133/15/1	54 ± 0,3	63 ± 0,6	117 ± 0,7	90 и >	8	10,8
<b>Потомства, полученные с использованием только гаметофитного отбора (опыт-2)</b>						
118/2	54 ± 0,7	57± 0,7	111± 0,6	64 - 75	7 - 8	9,7
135/2	44 ± 0,3	45± 0,4	89± 0,3	60 - 70	6 - 7	8,9
133/11/2	56 ± 0,6	61± 0,4	117± 0,9	65 - 75	7 - 9	8,6
123/2	62 ± 0,8	67 ± 0,6	129 ± 0,7	65 - 70	9	10,0
124/2	46 ± 0,3	51 ± 0,4	97 ± 0,5	61 - 67	6 - 7	8,1
133/12/2	55 ± 0,8	62 ± 0,7	117 ± 1,0	60 - 70	7 - 9	9,2
128/2	55 ± 0,5	54 ± 0,3	109 ± 0,3	52 - 60	7 - 8	9,4
110/2	42 ± 0,7	46± 0,4	88± 0,4	17 - 30	5	4,0
7/1/2	54 ± 0,3	63 ± 0,4	117 ± 0,8	53 - 65	7 - 8	9,5
134/2	58 ± 0,4	57± 0,3	115± 0,5	60 -70	7 - 8	9,3
133/15/2	54 ± 0,5	63 ± 0,4	117 ± 0,4	90 и >	8 - 9	11,2
<b>Потомства, полученные с использованием традиционных отборов (контроль)</b>						
118/к	55± 0,7	59± 0,7	114± 0,4	65 - 78	7 - 9	9,5
135/к	43± 0,3	46± 0,4	89± 0,3	60 - 70	6 - 8	8,7
133/11/к	57± 0,6	61± 0,4	118± 0,6	70 - 75	8 - 9	8,9
123/к	62 ± 0,8	67 ± 0,6	129 ± 0,5	60 - 65	8 - 9	10,6
124/к	48 ± 0,3	53 ± 0,4	101 ± 0,3	58 - 65	6 - 7	8,3
133/12/к	56 ± 0,8	61 ± 0,7	117 ± 1,0	60 - 70	7 - 9	9,2
128/к	53 ± 0,5	55 ± 0,3	108 ± 0,4	53 - 61	7 - 8	9,0
110/к	43 ± 0,7	47± 0,4	90± 0,4	20 - 27	5 - 6	4,4
7/1/к	57± 0,4	62± 0,4	118 ± 0,6	56 - 65	8 - 9	9,6
134/к	57± 0,4	58± 0,3	115± 0,5	60 -72	7 - 8	9,3
133/15/к	54 ± 0,5	63 ± 0,5	117 ± 0,7	90 и >	8 - 9	10,8

Так как длительность их наследуется независимо [12], изучение их отдельно предполагает выявление и отбор на более ранних этапах раннеспелых генотипов.

Данные, представленные в таблице 2, показывают, что использование отборов под давлением высокой температуры приводит к сокращению продолжительности фазы «всходы-цветение». Эти различия одновременно зависят как от генотипических особенностей родительских форм, вовлеченных в скрещивания, так и использованного метода отбора. Наиболее выражены они у линии 110/1, в варианте спорофитно-гаметофитного отбора. Продолжительность подпериода «всходы-цветение» у неё составляет 37 дней против 42 дня в варианте гаметофитного отбора и 43 дня в контроле.

По линии 118/1 использование спорофитно-гаметофитных отборов также приводит к сокращению этой фазы, относительно гаметофитного на 4 дня, а контроля – 5 дней. Линия 124/1 демонстрирует аналогичные результаты – 43 дня против 46 и 48 дней соответственно. Несмотря на то, что у линии 128/1 достаточно длинный период (51 день) анализируемой фазы, использование чередования отборов на разных стадиях онтогенеза под давлением высокотемпературного фактора приводит к его сокращению относительно двух других вариантов отбора на 4 и 2 дня.

Выраженного влияния метода отбора на изменчивость межфазного периода «цветение-созревание» не выявлено. Хотя у 3-х линий – Л 118/1; Л 110/1; Л 7/1 отмечено значительное его сокращение в опыте 1. Из чего следует, что поэтапное чередование спорофитно-гаметофитных отборов под давлением высокой температур (43°C и 45°C), на начальных этапах селекции приводит к получению потомств с более коротким периодом прохождения обеих фаз на 1-11 дней, чем у линий в варианте

использования только гаметофитного отбора (1-4 дня) и контроля (табл. 2). Наиболее значимы различия у линий, выделенных из комбинаций: «раннеспелые x раннеспелые» (Л 110/1) и «раннеспелые x среднеранние» (Л118/1, Л124/1). Эффект отбора по ним присутствует и в варианте гаметофитного отбора, но он ниже, чем в опыте 1 (табл. 2).

Индивидуальный анализ линий в питомнике конкурсного испытания (F<sub>7</sub>), выделенных из одной и той же комбинации, но разными методами, показывает значительные различия по высоте растения, уровню закладки первого соцветия и длине междоузлий между ними. Выделены линии: 133-11/1, 133-12/1, 124/1, 110/1 и 7/1 у которых высота закладки первого соцветия в варианте использования спорофитно-гаметофитных отборов снижается на 1-2 листа. Последние 3 соцветия чередуются один за другим, тогда, как в контрольном варианте между первым и вторым соцветиями имеется два листа, а последующие располагаются через лист. Сильно выражены различия у них и по длине междоузлий, в то время как у линий, полученных с использованием только гаметофитных отборов, таких изменений относительно линий контрольного варианта не установлено (табл. 2).

Высокая степень стабильности по характеру проявления изученных морфо-биологических и хозяйственноценных признаков отмечена у линий, выделенных с использованием поэтапного чередования спорофитно-гаметофитных отборов. Они более выровнены по камерности плодов и толщине их перикарпия, в то время, как линии из контрольного варианта при выращивании их в разные годы демонстрируют более высокую изменчивость по этим признакам. Использование только гаметофитных отборов не выявило значимых различий по характеру проявления перечисленных признаков плода, от линий, полученных в варианте контроля.

**Таблица 3. Соотношение коэффициента по признаку «плодообразование» и общая урожайность у линий, выделенных с использованием разных методов отбора (2015-2017 годы)**  
**Table 3. Ratio of the coefficient for the "fruit formation" attribute and the total yield of lines selected using different selection methods (2015-2017)**

№ Линии	Индекс эффективности отбора (ИЭО) по % завязывания плодов			Общая урожайность, т/га		
	а : б	а : в	б : в	(опыт-1)а	(опыт-2)б	Контрольв
118/1/2/к	1,15	1,32	1,14	51,7	49,4	48,1
135/1/2/к	1,10	1,20	1,07	45,4	42,5	43,4
133-11/1/2/к	1,10	1,06	0,96	69,7	67,2	65,8
123/1/2/к	1,14	1,09	0,96	43,5	40,8	41,1
124/1/2/к	1,20	1,43	1,18	78,6	72,6	68,7
133-12/1/2/к	1,01	1,04	1,03	68,0	64,0	60,9
128/1/2/к	1,03	1,02	0,99	42,1	42,1	41,3
110/1/2/к	1,13	1,21	1,07	3,6	3,3	3,2
7/1/2/к	1,17	1,29	1,11	53,1	51,4	50,6
134/1/2/к	1,13	1,12	0,99	55,2	51,9	50,5
133-15/1/2/к	1,03	0,94	0,92	41,5	40,3	40,6

Примечание: 1. Индекс эффективности отбора (ИЭО): а : б - отношение среднего значения признака в опыте 1 к опыту 2; а : в - в опыте 1 к контролю; б : в - в опыте 2 к контролю

Учет и анализ плодообразования и общей урожайности линий позволяет определить значимость, как самих линий, так и использованных методов их селекции. Процент завязавшихся плодов у линий 118/1, 124/1, 110/1 и 7/1 в опыте-1 выше, чем у линий в 2-х других вариантах. Осыпание цветков у них независимо от яруса положения соцветия на главном стебле растения незначительное, следовательно, завязываемость плодов выше, что и подтверждается соответствующими индексами – 1,32; 1,43; 1,21 и 1,29. Ниже показатели между линиями от спорофитно-гаметофитных и только гаметофитным отборами – 1,15; 1,20; 1,13 и 1,17 и ещё ниже (1,14; 1,18; 1,07; 1,11) в вариантах гаметофитного отбора и контролем (табл. 3).

Вторая группа линий: 135/1/2/к; 123/1/2/к; 128/1/2/3 и 133-15/1/2/к показала низкий уровень завязываемости плодов от числа цветков на соцветиях. Одновременно у них отмечается высокий процент осыпавости цветков на 3-5 соцветиях.

Практически равные значения индексов при всех трех методах отбора по завязыванию плодов выявлены у линий: 133-12/1/2/к (1,01 : 1,04 : 1,03) и 128/1/2/к (1,03 : 1,02 : 0,99). Не отмечено влияния метода на показатель данного признака и у Л 133-15/1/2, где процент плодообразования у них в варианте контроля выше (44,7%), чем при спорофитно-гаметофитном (42,2) и гаметофитном (40,9%) при индексах 1,03:0,94:0,92. (табл. 3).

Неравнозначное влияние разных методов отбора отмечено и по признаку «общая урожайность». Более продуктивными были линии, полученные в варианте чередования спорофитно-гаметофитных отборов, чем в двух других (табл. 3). Наиболее выражено это у линии 124/1, которая формирует в опыте-1 общий урожай плодов на 9,9 т/га больше, чем в контроле. Несколько ниже эти показатели у линий: 134/1; 133-

11/1; 118/1; 133-12/1; 7/1; Л123/1 и 135/1 относительно контроля с разницей в 4,7 т/га; 3,9 т/га; 3,1 т/га; 3,0 т/га; 2,6 т/га и 2,0 т/га, соответственно. Линии от гаметофитных отборов (опыт 2) имеют урожайность ниже, чем в опыте 1 (от 0,7 т/га до 6,0 т/га), но выше на 0,3-3,9 т/га, чем полученных в контроле. Использование обоих методов отбора, привело к получению более урожайных потомств по линиям: 124/1/2; 134/1/2; 133-11/1/2; 133-12/1/2. Равные значения имели линии 128/1-2-к и 133/15/1-2-к, полученные при использовании трех разных методов отбора (табл. 3).

## Закключение

Установлена дифференцирующая способность использованных методов отбора и их влияние на получение более устойчивых и продуктивных генотипов.

Показано, что использование комбинированного отбора по спорофиту и гаметофиту на ранних этапах в F<sub>1</sub>-F<sub>3</sub> под давлением высокотемпературных режимов (43°C и 45°C), приводит к получению более устойчивых потомств в F<sub>5</sub>-F<sub>7</sub> как по признакам спорофита, так и гаметофита, по сравнению с использованием только гаметофитных отборов и сильнее выражены различия относительно варианта контроля. Поэтапное чередование отборов на разных стадиях онтогенеза приводит к сокращению продолжительности вегетационного периода (1-11 дней) и получению потомств с более коротким периодом прохождения фаз «всходы-цветение» - «цветение-созревание». Преимущество его отмечается и, при учете числа образовавшихся цветков на соцветии и количества завязавшихся плодов из них. Использование комбинированных спорофитно-гаметофитных отборов, позволило выделить ряд новых более устойчивых, раннеспелых и продуктивных с высоким качеством плодов линий томата – 118/1, 124/1, 133-11/1, 133-12/1, 134/1, 110/1 и 7/1.

### Об авторе:

**Маковой Миланья Дмитриевна** – кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, конференциар исследователь

### About the author:

**Milania D. Makovei** – Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, Associate Professor

### Литература

1. Балашова Н.Н., Валеева З.Т., Игнатов А.Т. и др. К вопросу о роли микрогаметофита в адаптации растений к эконше возделывания. *Сельскохозяйственная биология*. 1994;(3):59-64.
2. Балашова И.Т., Пивоваров В.Ф., Балашова Н.Н. и др. Селекционные технологии, созданные во ВНИИ селекции и семеноводства овощных культур на основе методов молекулярного анализа и селекции по микрогаметофиту. *Сельскохозяйственная биология*. 2005;(3):91-100.
3. Бухарова А., Бухаров А. Элементы гаметной и зиготной селекции в практике работ по отдаленной гибридизации томата и перца. *Матер. научно-практ. конф. «Перспективы развития садоводства и овощеводства на Южном Урале»*. Уфа. 2005: 101-104
4. Жученко А.А. Генетика томатов. Кишинев. 1973: 664.
5. Ивакин А.П. Методические указания ВИР. Ленинград. 1979: 8.
6. Кравченко А.Н., Лях В.А., Тодераш Л.Г. и др. Методы гаметной и зиготной селекции томата. *Кишинев*. 1988: 152.
7. Лях В.А., Сорока А.И. и др. Методы отбора ценных генотипов на уровне пыльцы. *Запорожье*. 2000: 48.
8. Маковой М.Д. Применение метода пыльцевой оценки в селекции тепличного томата на устойчивость к стрессовым абиотическим факторам. Дис...канд. с.-х. наук. 06.01.05. 1992: 197.
9. Маковой М.Д. Селекция томата на устойчивость к стрессовым абиотическим факторам с использованием гаметных технологий. Кишинев. 2018: 473.
10. Frova C., Portaluppi P., Villa M. et al. Sporophytic and gametophytic components termotolerance effected by pollen selection. *J. of Heredity*. 1995;(86):50-54.
11. Mulcahy D.L. Correlation between gametophytic and sporophytic characteristics in *Zea mays*. *Science*. 1971;(171):1155-1156.
12. Chaudhary R.C., Khanna K.R. Interistance of LoculeNumber in Cross in Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Indian J. AGR*.1973;42(9):786-789.
13. Tomato. UPOV. Общие рекомендации TG/44/2011. *Geneva*.

### References

1. Balashova N.N., Valeeva Z.T., Ignatov A.T. et al. To the question of the role of microgametophyte in the adaptation of plants to the cultivation ecosystem. *Agricultural biology*. 1994;(3):59-64. (In Russ.)
2. Balashova I.T., Pivovarov V.F., Balashova N.N. et al. Selection technologies created at the Research Institute of vegetable crop selection and seed production based on molecular analysis and microgametophyte selection methods. *Agricultural biology*. 2005;(3):91-100. (In Russ.)
3. Bukharova A., Bukharov A. Elements of gamete and zygote selection in the practice of remote hybridization of tomato and pepper. *Mater. scientific and practical Conf. "Prospects for the development of horticulture and vegetable growing"*. Ufa. 2005: 101-104. (In Russ.)
4. Zhucenco A.A. Genetics of tomatoes. Chisinau. 1973: 664. (In Russ.)
5. Ivacin A.P. Methodical instructions of VIR. Leningrad. 1979: 8. (In Russ.)
6. Kravchenko A.N., Lyakh V.A., Toderash L.G., et al. Methods of gamete and zygote selection of tomato. *Kishinev*. 1988: 152. (In Russ.)
7. Lyakh V. A., Soroka A. I., et al. Methods of selection of valuable genotypes at the pollen level. *Zaporozhye*. 2000: 48.
8. Makovei M.D. Application of the pollen estimation method in the selection of greenhouse tomatoes for resistance to stress abiotic factors. *Diss. Cand. Agr. Sci.* 06.01.05. 1992: 197.
9. Makovei M.D. Tomato breeding the resistance to stress abiotic factors using gamete technologies. Chisinau. 2018: 473.
10. Frova C., Portaluppi P., Villa M. et al. Sporophytic and gametophytic components termotolerance effected by pollen selection. *J. of Heredity*. 1995;(86):50-54.
11. Mulcahy D.L. Correlation between gametophytic and sporophytic characteristics in *Zea mays*. *Science*. 1971;(171):1155-1156.
12. Chaudhary R.C., Khanna K.R. Interistance of LoculeNumber in Cross in Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Indian J. AGR*.1973;42(9):786-789.
13. Tomato. UPOV. Общие рекомендации TG/44/2011. *Geneva*.