

УДК 635.64:631.527.5]:631.544.45

UDC 635.64:631.527.5]:631.544.45

06.01.05 – Селекция и семеноводство
(сельскохозяйственные науки)

06.01.05 – Selection and seed production in
agricultural plants (agricultural sciences)

**ОЦЕНКА ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА С
ЦЕЛЮ СОЗДАНИЯ ГЕТЕРОЗИСНЫХ
ГИБРИДОВ ТОМАТА ДЛЯ ПЛЕНОЧНЫХ
ТЕПЛИЦ**

**EVALUATION OF THE SOURCE MATERIAL
TO CREATE HETEROTIC HYBRIDS OF
TOMATO FOR PLASTIC FOIL HOUSES**

Гиш Руслан Айдамирович
д.с.-х.н., профессор
РИНЦ SPIN-код: vegetabkaf.kubgau@rambler.ru

Gish Ruslan Aidamirovich
Doctor of Agricultural Sciences, Professor
RSCI SPIN-code: vegetabkaf.kubgau@rambler.ru

Цыгикало Сергей Сергеевич
к.с.-х.н., ассистент
vegetabkaf.kubgau@rambler.ru

Tsygikalo Sergey Sergeevich
assistant lecturer
vegetabkaf.kubgau@rambler.ru

Звягина Анастасия Сергеевна
к.б.н., ст. преподаватель
*Кубанский государственный аграрный
университет имени И.Т. Трубилина, Краснодар,
Россия*

Zvyagina Anastasia Sergeevna
*Kuban State Agrarian University named after I.T.
Trubilin, Krasnodar, Russia*

Создание селекционного материала с заданными свойствами является ключевой проблемой, успешное решение которой стало возможным с появлением технологии геной инженерии. На его основе проведена оценка исходного материала по выявлению образцов, пригодных к созданию гетерозисных гибридов, обладающих комплексом хозяйственно-ценных признаков, в том числе устойчивостью к вирусу скручивания листьев томата (TYLCV)

The creation of breeding material with desired properties is a principal problem, the successful solution of which is now possible with the introduction of genetic engineering technology. We have carried out an evaluation of the source material on its basis to identify samples suitable for creating heterotic hybrids with a set of economically valuable traits, including resistance to the tomato leaf curl virus (TYLCV)

Ключевые слова: ЖЕЛТАЯ КУРЧАВОСТЬ
ЛИСТЬЕВ ТОМАТА, МОЛЕКУЛЯРНО-
ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА, БИОМЕТРИЯ

Keywords: YELLOW CURLINESS OF TOMATO
LEAVES, MOLECULAR GENETIC ASSESSMENT,
BIOMETRY

DOI: <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-158-015>

Введение. Актуальной проблемой в селекции томата является создание селекционного материала с заданными свойствами. Создание такого материала до сих пор остается сложной и трудновыполнимой задачей. С одной стороны с появлением технологий геной инженерии стало возможным создание таких растений. Однако, несовершенство этих технологий и возможность генетической модификации только единичных признаков не всегда позволяет применять их на практике. С другой стороны классическими методами селекции создано огромное количество ценного селекционного материала. Применение и интеграция новых

технологий молекулярно-генетической оценки этого материала в селекционный процесс позволит значительно сократить время создания генотипов с заданными свойствами. За последние два десятилетия использование молекулярно-генетических методов позволило исследовать физическую и функциональную организацию геномов многих сельскохозяйственных культур [4, 5, 6, 7]. Одним из основных понятий, объединяющих эти методы, является понятие «молекулярно-генетический маркер». Внедрение ДНК-маркеров позволяет значительно сократить затраты труда, ускорить и удешевить селекционный процесс, а также контролировать перенос хозяйственно-ценных генов от одного организма другому. В настоящее время разработано большое количество молекулярно-генетических маркеров, которые основаны на различных классах последовательностей геномной ДНК. Они позволяют выявлять генетическое разнообразие на молекулярном уровне организации ДНК, что является базисом, на котором основаны все дальнейшие теоретические (филогения, изучение организации генома) и прикладные (картирование, маркирование генов, генотипирование) исследования [8, 9]. Отбор нужных селекционеру генотипов в расщепляющихся популяциях сопряжен с рядом проблем, главными из которых являются:

1] Для отбора генотипа по заданному признаку необходима большая расщепляющаяся популяция;

2] Необходимо дождаться нужного поколения [F5, F6];

3] Становится достаточно сложно проводить отбор в популяции по нужному признаку, если его проявление зависит от условий окружающей среды;

4] Необходимость ожидания поздних этапов онтогенеза растений, чтобы провести отбор по признаку;

5] Сложность проведения накопление генов, например устойчивости, так как не просто провести отбор генов в присутствии уже существующих.

Решение отмеченных выше проблем возможно использованным близко сцепленных с признаком молекулярных маркеров, полученных различными методами. До недавнего времени в селекции сельскохозяйственных культур использовались только морфологические маркеры. Они могли проявляться на различных этапах развития растений, идентифицироваться визуально или в результате биохимических исследований. При этом проявление тех или иных признаков в значительной степени зависит от условий внешней среды. Традиционные методы селекции на устойчивость требуют создания инфекционных фонов и трудоемкую оценку каждого образца. Проведение таких работ связано со значительными затратами труда и времени. Селекционный процесс для однолетних культур затягивается до 10, а для двулетних до 20 лет. Использование ДНК-маркеров позволяет значительно сократить затраты труда, ускорить и удешевить селекционный процесс, а также контролировать перенос хозяйственно-ценных генов от одного организма другому. Наиболее эффективными молекулярными маркерами являются те, которые основаны на характерных особенностях нуклеотидных последовательностей самих генов. Для разработки таких ДНК-маркеров необходимо выявить различия в структуре последовательностей ДНК локусов (генов) у форм растений отличающихся по проявлению признака, например по устойчивости к фитопатогену генотипов.

Актуальность исследований. Вирус желтого скручивания листьев томата (TYLCV), стал ограничивающим фактором в производстве по всему миру. Глобальное распространение томатов и вспышки популяции *Bemisia tabaci* (белокрылка табачная), привели к пандемии TYLCV. В США, потери, вызванные вирусом достигают 20% объемов урожая томата, а в Доминиканской Республике, Кубе, Мексике, Гватемале, Гондурасе, Никарагуа, Коста-Рике, Венесуэле, Бразилии – повреждений значительно

больше, в диапазоне от 30% до 100% урожая. Потери в Доминиканской Республике в течение 1989-1995 гг были оценены в \$ 50 млн.

Ареал распространения табачной белокрылки, распространителя TYLCV, велик и постоянно расширяется. Ее присутствие отмечено в Армении, Грузии, Азербайджане и Украине, имеющих схожий агроклимат с южными регионами нашей страны. В зону риска распространения белокрылки, и как следствие вируса желтого скручивания листа, в России попадают такие регионы, как Краснодарский край и республика Адыгея, Ставропольский край, Ростовская область, Белгородская область, Республика Крым.

Кардинального решения по подавлению вируса желтого скручивания листа нет. Лучшее решение проблемы состоит в создании устойчивых к заболеваниям гибридов. Такой подход экологически безопасен, и, как правило, экономически оправдан, т.к. он дешевле остальных.

В связи с выше изложенным целью исследований состояла в оценке исходного материала для выявления образцов, пригодных к созданию гетерозисных гибридов, обладающих комплексом хозяйственно – ценных признаков, в том числе устойчивостью к вирусу скручивания листьев томата (TYLCV).

Для достижения цели нами планировались следующие задачи:

- Оценить коллекционный и селекционный материал на наличие генов устойчивости Tu-3a.
- Отобрать наиболее ценные образцы томата с выраженностью необходимых генов устойчивости в гомозиготном и гетерозиготном состоянии.
- Создать селекционные линии-доноров устойчивости к вирусу желтого скручивания листа томата, обладающих разнообразным набором хозяйственно-ценных признаков для создания гибридов F₁.

• Проанализировать закономерности наследования необходимых генов устойчивости, выявить корреляционные зависимости между генами Tu-3а и морфобиологическими признаками.

Материал, условия и методика проведения исследований. В качестве исходного материала были использованы образцы томата отечественной и зарубежной селекции, имеющейся в лаборатории пасленовых культур ООО «НИИ овощеводства защищенного грунта» (табл. 1).

Таблица 1 – Перечень образцов томата использованных в исследованиях (ООО «Селекцентр» г. Крымск, 2017 – 2019 гг.)

№ п/п	Название образца	Фирма-оригинатор
1.	F ₁ Arzum	Semenis
2.	F ₁ Asil	Axia tohum
3.	F ₁ Azra	Semenis
4.	F ₁ Calidora	Semenis
5.	F ₁ Ceren	Anamas tohum
6.	F ₁ CV-3	Anamas tohum
7.	F ₁ Dafnis (Стандарт)	Syngenta
8.	F ₁ Digdem	Bircan
9.	F ₁ Disten	RIJK ZWAAN
10.	F ₁ DS 85-1181	Delta seed
11.	F ₁ GV-2	Anamas tohum
12.	F ₁ Hydar T7972	Muhi Seeds
13.	F ₁ Kanka	tohumculuk
14.	F ₁ Lamia	Hazera
15.	F ₁ Lavinya	Hazera
16.	F ₁ m-333	RIJK ZWAAN
17.	F ₁ Matatu	RIJK ZWAAN
18.	F ₁ MAXIMOOS	PanDia Seeds
19.	F ₁ Montenegro	RIJK ZWAAN
20.	F ₁ Nesma	RIJK ZWAAN
21.	F ₁ Panda (Стандарт)	Gento Турция
22.	F ₁ Tayfun	Semenis
23.	F ₁ Torry	Syngenta
24.	F ₁ Vuslat	Semenis
25.	F ₁ Yigit	tofida
26.	F ₁ Арабика (Стандарт)	Гавриш

Методы исследований. Исследования проводились в 2017-2019 гг. на базе ООО «НИИ овощеводства защищенного грунта» в пленочных теплицах ООО «Селекцентр» г. Крымск, Краснодарский край, РФ.

Полевые опыты были заложены согласно общепринятых методик. Агротехника в опытах была тепличной, принятой в V световой зоне. Опыт был заложен в трехкратной повторности, в каждой повторности 8 растений. Плотность посадки томата 2,25 растения на 1 м. Площадь учетной деланки 3,6 м.

Опыты проводились в пленочных, грунтовых, необогреваемых теплицах конструкции Агроитал – Сервис. Высота шпалеры 2,2 м.

Исследования проводили в соответствии с методикой полевого опыта [1, 2, 3]. В период вегетации растений проводили фенологические наблюдения, биометрические учеты и морфологическое описание растений согласно методических указаний [3].

Статистическая обработка экспериментальных данных проведена на персональном компьютере с помощью пакета прикладных программ Microsoft Excel.

Методика молекулярно-генетического анализа. Используемый нами метод, определяющий одну нуклеотидную замену в геномной ДНК (SNP – single nucleotide polymorphism), позволяет не только точнейшим образом оценить изменчивость растения, но и так же позволяет изучить аллели генов. К настоящему моменту известно большое количество SNP локусов различных растений. Выявление таких точных мутации в цепи ДНК требует знаний о нуклеотидной последовательности генома изучаемого объекта.

Сбор растительного материала проводился в разные фазы развития растений от рассады до плодоносящего растения. Для чего использовали заранее пронумерованные пробирки, пластиковые планшеты для них, пинцет, дистиллированная вода и клеенчатые этикетки, пронумерованные аналогично пробиркам. Пинцетом отщипывали фрагмент растительной

ткани и помещали в отдельную пробирку и навешивали этикетку согласно номеру на пробирке.

Выделение растительной ДНК производилось в лаборатории по ранее созданному и отработанному протоколу.

Результаты исследований. Проводившиеся в течение 3-х лет испытания образцов на одного естественного заражения вирусом желтой курчавости листьев томата способствовали выявлению устойчивых экземпляров к комплексу патогенов с сохранением хозяйственно ценных признаков (табл. 2)

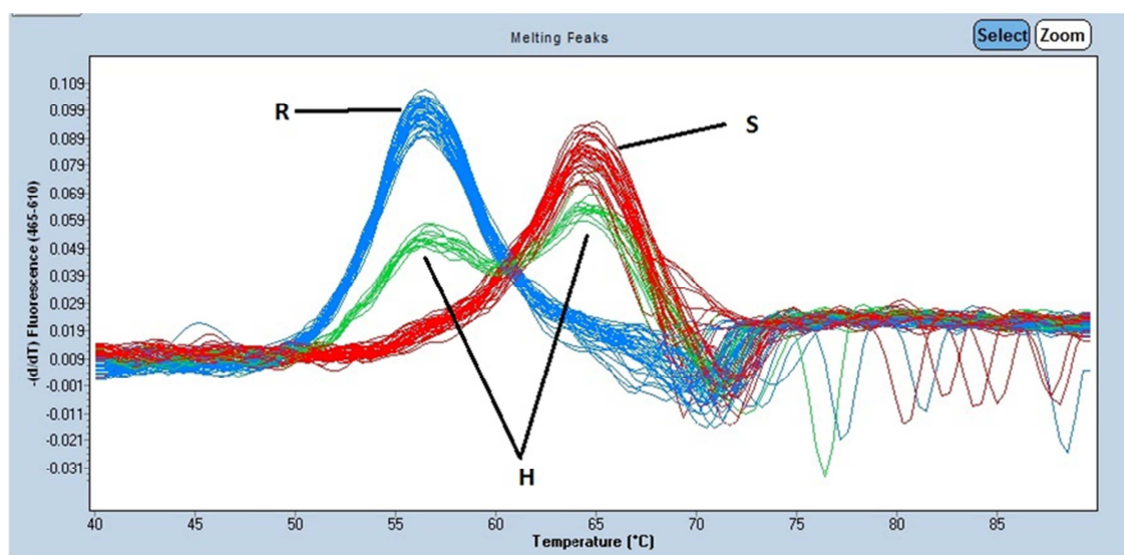
Таблица 2 – Результаты молекулярно-генетического анализа по выявлению устойчивости образцов к болезням (ООО НИИ овощеводства защищенного грунта, 2017-2019 гг.)

№ п/п	Образец F ₃	Tm2.2	Sw-5	Ty-3a	Ve	I2	Mi-1	Cf-9
1.	Panda-[Gento Турция]-1	R	S	R	S	R	S	S
2.	Panda-[Gento Турция]-2	R	S	R	S	R	S	S
3.	Panda-[Gento Турция]-3	R	S	R	S	R	S	S
4.	Panda-[Gento Турция]-4	R	S	R	S	R	S	S
5.	Panda-[Gento Турция]-5	R	S	R	S	R	S	S
6.	Panda-[Gento Турция]-6	R	S	R	S	R	S	S
7.	Panda-[Gento Турция]-7	R	S	R	S	R	S	S
8.	Panda-[Gento Турция]-8	R	S	R	S	R	S	S
9.	Panda-[Gento Турция]-9	R	S	R	S	R	S	S
10.	Panda-[Gento Турция]-10	R	S	R	S	R	S	S
11.	Panda-[Gento Турция]-11	R	S	R	S	R	S	S
12.	Panda-[Gento Турция]-12	R	S	R	S	R	S	S
13.	Torry-[Syngenta]-1	R	R	R	R	R	S	S
14.	Montenegro-[RIJK ZWAAN]-1	R	S	R	R	R	S	R
15.	Montenegro-[RIJK ZWAAN]-2	R	S	R	R	R	S	R
16.	m-333-[Agrotech Tochum]-1	R	S	R	R	R	S	S
17.	m-333-[Agrotech Tochum]-2	R	S	R	R	R	S	S
18.	m-333-[Agrotech Tochum]-3	R	S	R	R	R	S	S
19.	m-333-[Agrotech Tochum]-4	R	S	R	R	R	S	S
20.	m-333-[Agrotech Tochum]-5	R	S	R	R	R	S	S
21.	m-333-[Agrotech Tochum]-6	R	S	R	R	R	S	S
22.	m-333-[Agrotech Tochum]-7	R	S	R	R	R	S	S
23.	m-333-[Agrotech Tochum]-8	R	S	R	R	R	S	S
24.	m-333-[Agrotech Tochum]-9	R	S	R	R	R	S	S
25.	m-333-[Agrotech Tochum]-10	R	S	R	R	R	S	S
26.	m-333-[Agrotech Tochum]-11	R	S	R	R	R	S	S
27.	m-333-[Agrotech Tochum]-12	R	S	R	R	R	S	S
28.	m-333-[Agrotech Tochum]-13	R	S	R	R	R	S	S
29.	Lavinya-[Asgen Tarim Ticaret]-1	R	S	R	R	R	S	S
30.	Lavinya-[Asgen Tarim Ticaret]-2	R	S	R	R	R	S	S
31.	Lavinya-[Asgen Tarim Ticaret]-3	R	S	R	R	R	S	S

32.	Lavinya-[Asgen Tarim Ticaret]-4	R	S	S	R	R	R	S
33.	Lavinya-[Asgen Tarim Ticaret]-5	R	S	S	R	R	R	S
34.	Lavinya-[Asgen Tarim Ticaret]-6	R	S	S	R	R	R	S
35.	Lavinya-[Asgen Tarim Ticaret]-7	R	S	S	R	R	R	S
36.	Lavinya-[Asgen Tarim Ticaret]-8	R	S	R	R	R	S	S

Результатом эксперимента было получение графиков четко выраженными пиками устойчивых к болезням гомозиготных (R) и гетерозиготных (H) форм, а так же неустойчивых гомозиготных форм – (S) (рис. 1).

Рисунок 1 – Сигнатуры устойчивости генов к болезням



На основе молекулярно-генетической оценки, внешнего вида растений, индивидуальных характеристик нами были произведены индивидуальные отборы с каждого изучаемого образца - 36 шт, несущие в себе лишь только гомозиготный генотип по максимальному числу генов устойчивости.

С высокой степенью уверенности можно предположить, что данные образцы являются ценным исходным материалом при создании гибридов томата для пленочных теплиц стран Ближнего Востока и Юга Российской Федерации.

1.1 Биометрия исследуемых образцов коллекции НИОЗГ

(г. Крымск, (2017 – 2019 гг.))

Анализ биометрических данных, полученных в Крымском селекционном центре показал, что исследуемые образцы по количественным показателям были достаточно близки (табл. 3).

Таблица 3 – Биометрические показатели растений томата изучаемых образцов (пленочная теплица ООО «Селекцентр» г. Крымск, 2017-2019 гг.

№ п/п	Образец	длина междоузлия, см	диаметр стебля, см	количество соцветий, шт	число листьев, шт
1.	F ₁ Arzum	4,1	1,8	10	38
2.	F ₁ Asil	4,5	1,7	9	35
3.	F ₁ Azra	4,3	1,8	9	37
4.	F ₁ Calidora	4,4	1,6	8	33
5.	F ₁ Ceren	3,8	1,8	9	36
6.	F ₁ CV-3	4,0	1,8	10	36
7.	F ₁ Dafnis (стандарт)	4,1	2,0	10	38
8.	F ₁ Disten	4,7	1,9	10	34
9.	F ₁ DS 85-1181	4,5	1,8	10	35
10.	F ₁ GV-2	4,2	1,8	9	35
11.	F ₁ Hydar T7972	5,6	1,8	9	35
12.	F ₁ Kanka	4,9	2,0	10	36
13.	F ₁ Lamia	4,7	1,9	9	35
14.	F ₁ Lavinya	4,5	1,8	9	38
15.	F ₁ m-333	5,3	1,9	8	33
16.	F ₁ Matatu	4,3	1,8	10	36
17.	F ₁ MAXIMOOS	4,0	1,9	9	34
18.	F ₁ Montenegro	3,9	1,7	10	39
19.	F ₁ Nesma	3,8	2,0	9	36
20.	F ₁ Tayfun	4,6	1,8	10	37
21.	F ₁ Torry	4,3	1,9	9	36
22.	F ₁ Vuslat	2,9	1,9	11	38
23.	F ₁ Yigit	5,4	1,8	9	35
24.	F ₁ Арабика (стандарт)	4,5	2,0	9	37

Из приводимых в таблице сведений важным показателем в морфологическом строении томата является показатель «длина междоузлий», способствующий заложению большого количества соцветий на 1 погонный метр или до шпалеры. Оптимальные параметры растений для пленочных теплиц имеют F₁ Vuslat 2,9 см, F₁ Ceren, F₁ Nesma 3,8 см,

F1 Montenegro 3,9см, F1 Maximoos – 4,0 превосходящие стандарты F1 Dafnis (4,1) по этому показателю.

По количеству соцветий большого разброса среди образцов не наблюдается, за исключением экземпляров F1 m – 333, F1 Calidora, имеющих 8 штук, против 10 у контроля.

Аналогичная картина складывается и по количеству листьев. Варьирование количество листьев на растениях, за исключением образцов F1 m – 333, F1 Calidora, F1 Maximoos, F1 Disten имеющих, соответственно 33 и 34 листьев против 37 – 38 у стандартов. Абсолютное большинство образцов (12) формируют 35 – 36 листьев. Установлено, что 8 образцов из 24 исследуемых (33%) закладывали первое соцветие над 10 листом; 11 – над 9 листом, 5 – над 8-ым листом. Таким образом, согласно косвенного показателя скороплодности образцов можно рассматривать как скороспелые F1 Arzum, F1 Lamia, F1 CV-3, F1 Matatu (табл. 4).

Таблица 4 – Особенности закладки соцветий исследуемыми образцами и их характеристики (ООО «Селекцентр» г. Крымск, 2017 – 2019 гг.)

№ п/п	Образец	Закладка плодовых соцветий [над каким листом], л/шт	средняя длина соцветия, см	средняя завязываемость, %
1.	F ₁ Arzum	8	19,9	72,3
2.	F ₁ Asil	9	17,8	81,0
3.	F ₁ Azra	10	20,4	74,9
4.	F ₁ Calidora	10	22,3	59,2
5.	F ₁ Ceren	9	19,4	59,3
6.	F ₁ CV-3	8	21,8	64,6
7.	F₁ Dafnis (стандарт)	10	16,2	72,5
8.	F ₁ Disten	9	20,6	65,6
9.	F ₁ DS 85-1181	9	20,2	69,2
10.	F ₁ GV-2	8	21,5	80,0
11.	F ₁ Hydar T7972	9	19,0	64,5
12.	F ₁ Kanka	9	28,5	64,4
13.	F ₁ Lamia	8	20,3	64,8
14.	F ₁ Lavinya	9	18,1	69,8
15.	F ₁ m-333	10	19,3	58,8
16.	F ₁ Matatu	8	20,8	63,8
17.	F ₁ MAXIMOOS	10	22,8	65,6
18.	F ₁ Montenegro	10	16,5	65,6
19.	F ₁ Nesma	10	22,9	62,5
20.	F ₁ Tayfun	9	16,0	64,5
21.	F ₁ Torry	9	28,2	37,0
22.	F ₁ Vuslat	9	18,4	71,4
23.	F ₁ Yigit	9	22,8	63,5

24.	F₁ Арабика (стандарт)	10	27,0	56,0
-----	---	-----------	-------------	-------------

Относительно средней длины соцветия, оказалось, что разброс величин от самой короткой до самой длинной составляет от 16,0 до 28,5 или 28,3 см. Самые короткие соцветия формируют F₁ Tayfun, F₁ Dafnis (стандарт) – 16,2 см. Средней длины соцветия (22,3 – 22,9 см) формируют F₁ Yigit, F₁ Nesma, F₁Maximoos. Самые длинные соцветия зафиксированы у F₁ Torru – 28,2 см и F₁Kanka – 28,5 см.

Анализ средней завязываемости плодов показывает, что на формирование урожайности данный показатель, как не странно, оказывает не существенное влияние. Покажем это на нескольких образцах. У образца F₁Torru средняя завязываемость плодов с 1 по 4 соцветие составляет 37%, а сформированная урожайность равна 10,9 кг/м. В то же время у стандарта F₁Dafnis при средней завязываемости 72,5%, формируется урожайность всего 8,5кг/м. По образцу F₁ Arzum имеем 72,3% завязываемости, а формируемой урожайности 10,0 кг/м, что ниже продуктивности F₁ Yigit – 11,0 кг/м при завязываемости 63,5%. Возможно что эта разница компенсируется из – за длины соцветия, которая у F₁ Torru равна 28,2 см, в то время, как у образца F₁Dafnis – 16,2 см.

В наших наблюдениях не отмечено четких корреляционных связей между закладкой первого плодового соцветия и общей урожайностью. Так у образца F₁ Matatu первое соцветие появилось над 8 листом, что не позволило получить высокого результата по общей урожайности – 7,9 кг/м². В сравнении с образцом F₁ Maximoos первое соцветие которого образовалось над 10 листом имел урожайность в 11,8 кг/м². Также необходимо отметить что большинство образцов растения обладающих большим потенциалом при закладке соцветий, лишь на половину реализуют их в плоды (табл. 5).

Не стабильная завязываемость объясняется экстремальными температурами, приводящими к стерилизации пыльцевых зерен и нарушению процесса опыления.

Таблица 5 – Хозяйственно-ценные показатели изучаемых образцов (пленочная теплица ООО «Селекцентр», г. Крымск), 2017-2019 гг.

№ п/п	Образец	Количество дней от всходов до созревания, дни	Стандартность плодов, %	Средняя масса плода, г	Общая урожайность кг/м ²
1.	F ₁ Arzum	110	57	96	10,0
2.	F ₁ Asil	112	59	99	9,9
3.	F ₁ Azra	111	57	102	10,4
4.	F ₁ Calidora	115	44	94	9,2
5.	F ₁ Ceren	113	57	95	8,8
6.	F ₁ CV-3	113	53	94	10,0
7.	F₁ Dafnis (стандарт)	113	84	137	8,5
8.	F ₁ Disten	112	54	98	10,2
9.	F ₁ DS 85-1181	112	71	121	11,4
10.	F ₁ GV-2	111	58	102	12,5
11.	F ₁ Hydar T7972	115	68	121	8,6
12.	F ₁ Kanka	111	25	80	9,5
13.	F ₁ Lamia	113	35	87	8,5
14.	F ₁ Lavinya	108	68	106	10,1
15.	F ₁ m-333	113	85	154	10,1
16.	F ₁ Matatu	109	33	79	7,9
17.	F ₁ MAXIMOOS	114	89	143	11,8
18.	F ₁ Montenegro	112	85	157	8,6
19.	F ₁ Nesma	115	64	104	10,1
20.	F ₁ Tayfun	113	85	120	8,9
21.	F ₁ Torry	113	73	134	10,9
22.	F ₁ Vuslat	111	63	105	9,0
23.	F ₁ Yigit	111	78	128	11,0
24.	F₁ Арабика (стандарт)	111	68	100	10,6
25.	НСР 05	2,5	10,1	28,2	2,3

Большинство изучаемых образцов по срокам созревания относятся к среднеспелым томатам. Изучаемые образцы гибридов томата показали общую урожайность на среднем уровне и варьировала в пределах 7,9-12,5 кг/м². Наибольшую урожайность показал образец F₁ GV-2 – 12,5 кг/м²,

превысив достоверно тем самым лишь один из стандартов – F1 Dafnis – 8,5 кг/м². Также необходимо отметить у образца F1 GV-2 низкая стандартность плодов -58% по сравнению с F1 Dafnis -84%, что в переводе на урожайность стандартных плодов равно соответственно 7,2 и 7,1 кг/м².

Наименьший показатель урожайности отмечен у образца F1 Matatu – 7,9 кг/м² и отличающийся низким качеством плодов – 33%-ная стандартность и средний размер плода 79 г.

2.2 Наследование устойчивости к комплексу болезней исследуемыми образцами в F₂

В продолжение наблюдений за установлением генетической ценности и фенотипической оценки нами были отобраны 5 гибридов (F₂ Panda, F₂ Torry, F₂ Montenegro, F₂ m-333, F₂ Lavinya).

Было высеяно по 100 шт. семян каждого образца. С каждого сеянца был отобран растительный материал для ПЦР-анализа на наличие и состояние интересующих генов устойчивости (Tm 2.2, Sw-5, Tu-3a, Ve, I, Mi).

Молекулярно – генетический анализ образцов показал, что F₂ Panda, F₂ Montenegro, F₂ m-333 обладают генами устойчивости к вирусу табачной мозаики (Tm. 2.2). У образца F₁ Torry 49,3% гетерозиготных, 15,9% гомозиготных и 34,7% неустойчивых растений, у F₁ Lavinya - 46,3% гетерозиготных, 32% гомозиготных и 21% неустойчивых растений.

Устойчивостью к вирусу бронзовости томата (Sw-5) обладал лишь один из представленных образцов Torry – 51,4% гетерозиготных, 21,4% гомозиготных и 27,1% неустойчивых растений.

Таблица 6 – Результаты молекулярно-генетического анализа изучаемых образцов томата (пленочная теплица ООО «Селекцентр», г. Крымск), 2017-2019 гг.

Ген	Состояние	Образец F ₂				
		Panda	Torry	Montenegro	m-333	Lavinya
Tm2.2	H, %	0,0	49,3	0,0	0,0	46,3
	R, %	100,0	15,9	100,0	100,0	32,6
	S, %	0,0	34,7	0,0	0,0	21,0
Sw-5	H, %	0,0	51,4	0,0	0,0	0,0
	R, %	0,0	21,4	0,0	0,0	0,0
	S, %	100,0	27,1	100,0	100,0	100,0
Ty-3a	H, %	50,0	57,4	30,7	52,2	52,6
	R, %	26,0	22,1	15,4	18,8	17,8
	S, %	24,0	20,6	53,8	28,9	29,4
Ve	H, %	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	R, %	0,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	S, %	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0
I	H, %	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	R, %	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	S, %	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mi	H, %	50,0	55,7	40,0	49,3	48,9
	R, %	25,0	22,8	46,0	26,8	30,4
	S, %	25,0	21,4	13,3	23,9	20,6
Cf-9	H, %	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	R, %	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
	S, %	100,0	100,0	0,0	100,0	100,0

К вирусу желтой курчавости листьев томата (Ty-3a) устойчивы все представленные образцы и соотношение гетерозиготных, гомозиготных и неустойчивых растений примерно одинаково 2:1:1, за исключение образца Montenegro, у которого 30,7% гетерозиготных, 15,4% гомозиготных и 53,8% неустойчивых растений.

К вертецилезу (Ve) устойчивым оказались все представленные образцы-100% гомозиготных растений, за исключением Panda -100% неустойчивых генотипов.

К фузариозу (I2) устойчивы 100% растений изучаемых образцов томатов.

К нематоде (Mi1.2) соотношение гетерозиготных, гомозиготных и неустойчивых растений примерно одинаково 2:1:1, за исключение образца Montenegro – 40,0% гетерозиготных, 46,7% гомозиготных и 13,3 % неустойчивых растений. В тоже самое время 100 % растений образца Montenegro обладали гомозиготой по гену устойчивости к кладоспориозу (Cf-9), в остальных образцах данной устойчивости не было обнаружено.

Таким образом, на основании проведенных биометрических исследований, молекулярно-генетического анализа коллекции сортообразцов, а так же выявления их устойчивости к комплексу болезней можем сделать следующие заключение.

ВЫВОДЫ

1. В 2017-2019 гг. был изучен коллекционный материал из 27 образцов томата зарубежной и отечественной селекции 4 оценен по типу расщепления их потомств и закономерностей наследования изучаемых генов устойчивости.

2. Выделено 36 образцов-суперэлит томата по хозяйственно-ценным признакам, представляющим интерес для создания перспективного линейного материала.

3. Лучшим по урожайности из исследованных образцов был F₁ GV-2 формирующий за I оборот 11,4 кг/м².

4. К вирусу желтой курчавости листьев томата (Tu-3a) устойчивы все представленные образцы и соотношение гетерозиготных, гомозиготных и неустойчивых растений примерно одинаково 2:1:1, за исключение образца

Montenegro – 30,7% гетерозиготных, 15,4% гомозиготных и 53,8% неустойчивых растений.

5. По гену устойчивости к ВТМ (Тm-2.2) все представленные образцы обладали устойчивостью к данному патогену. Расщепление в F2 показало, что лишь у образцов F1 Torry - 49,3% гетерозиготных, 15% гомозиготных и 34,7% неустойчивых растений и F1 Lavinya - 46,3% гетерозиготных, 32% гомозиготных и 21% неустойчивых растений.

6. Устойчивостью к вирусу бронзовости томата (Sw-5) обладал лишь один из представленных образцов Torry – 51,4% гетерозиготных, 21,4% гомозиготных и 27,1% неустойчивых растений.

7. К вертецилезу (Ve) устойчивым оказались все представленные образцы-100% гомозиготных растений, за исключением Panda -100% неустойчивых генотипов.

8. К фузариозу (I-2) устойчивы 100% растений изучаемых образцов томатов.

9. К нематоде (Mi-1.2) соотношение гетерозиготных, гомозиготных и неустойчивых растений примерно одинаково 2:1:1, за исключение образца Montenegro – 40,0% гетерозиготных, 46,7% гомозиготных и 13,3 % неустойчивых растений. В тоже самое время 100 % растений образца Montenegro обладали гомозиготой по гену устойчивости к кладоспориозу (Cf-9), в остальных образцах данной устойчивости не было обнаружено.

10. Самый высокий уровень изменчивости проявился в таких показателях как длина и место закладки плодового соцветия (1-4 соцветие) 30,1-72,9%, за исключением первого соцветия имеющий средний по стабильности показатель 8,3-14,5%.

Список литературы:

1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта/Б. А //Доспехов.–М.: агропромиздат. – 1985.
2. Литвинов С. С. Методика полевого опыта в овощеводстве. – 2011.

3. Методические указания по селекции сортов и гибридов томата для открытого и защищенного грунта. – М. : ВАСХНИЛ, 1986. – 112 с

4. Малышев С.В., Бабак О.Г., Некрашевич Н.А., Кильчевский А.В. Разработка методов ДНК-типирования генов *rin*, *nor*, и *alc*, используемых для повышения лежкости плодов томата // Генетика и биотехнология XXI века. Фундаментальные и прикладные аспекты: материалы междунар. науч. конф., 3-6 дек. 2008 г., Минск.Изд. Центр БГУ. 2008. С. 126-128.

5. Календарь Р.Н., Глазко В.И. Типы молекулярно -генетических маркеров и их применение // Физиология и биохимия культ. растений, 2002. Т. 34. №4. 19 с.

6. Кармен де Висенте М., Фултон Т . Использование технологии молекулярных маркеров в изучении генетического разнообразия растений: учебный модуль / Международный институт генетических ресурсов растений (IPGRI) и Институт разнообразия геномов (IGD) Корнельского Университета. 2003. 372 с.

7. Хлесткина Е.К. Молекулярные маркеры в генетических исследованиях и в селекции // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2013. Т . 17. №4/2. С. 1044–1054.

8. Tanksley S.D., Nelson J.C. Advanced backcross QTL analysis: a method for the simultaneous discovery and transfer of valuable QTLs from unadapted germplasm into elite breeding lines// Theor. Appl. Genet. – 1996. – V.92. – 191-203 P.

9. Kuklev M.Y., I.A .Fesenko, G.I.Karlov Fluorescence targeting of *Verticillium dahliae* resistance gene (*Ve*) in tomato with molecular beacons. Abstracts of Proceedings of the 4th International Iran and Russian Conference in Agriculture and Natural Resources. 2004, P.94-95.

References

1. Dospexov B. A. Metodika polevogo opy`ta/B. A //Dospexov.–M.: agropromizdat. – 1985.

2. Litvinov S. S. Metodika polevogo opy`ta v ovoshhevodstve. – 2011.

3. Metodicheskie ukazaniya po selekcii sortov i gibridov tomata dlya otkry`togo i zashhishhennogo grunta. – М. : VASXNIL, 1986. – 112 с

4. Maly`shev S.V., Babak O.G., Nekrashevich N.A., Kil`chevskij A.V. Razrabotka metodov DNK-tipirovaniya genov *rin*, *nor*, i *alc*, ispol`zuemy`x dlya povыsheniya lezhkosti plodov tomata // Genetika i bioteknologiya XXI veka. Fundamental`ny`e i prikladny`e aspekty` : materialy` mezhdunar. nauch. konf., 3-6 dek. 2008 g., Minsk.Izd. Centr BGU. 2008. S. 126-128.

5. Kalendar` R.N., Glazko V.I. Tipy` molekulyarno -geneticheskix markerov i ix primenenie // Fiziologiya i bioximiya kul`t. rastenij, 2002. T. 34. №4. 19 s.

6. Karmen de Visente M., Fulton T . Ispol`zovanie texnologii molekulyarny`x markerov v izuchenii geneticheskogo raznoobraziya rastenij: uchebny`j modul` / Mezhdunarodny`j institut geneticheskix resursov rastenij (IPGRI) i Institut raznoobraziya genomov (IGD) Kornel`skogo Universiteta. 2003. 372 s.

7. Xlestkina E.K. Molekulyarny`e markery` v geneticheskix issledovaniyax i v selekcii // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2013. Т . 17. №4/2. S. 1044–1054.

8. Tanksley S.D., Nelson J.C. Advanced backcross QTL analysis: a method for the simultaneous discovery and transfer of valuable QTLs from unadapted germplasm into elite breeding lines// Theor. Appl. Genet. – 1996. – V.92. – 191-203 P.

9. Kuklev M.Y., I.A .Fesenko, G.I.Karlov Fluorescence targeting of *Verticillium dahliae* resistance gene (*Ve*) in tomato with molecular beacons. Abstracts of Proceedings of the 4th

International Iran and Russian Conference in Agriculture and Natural Resources. 2004, P.94-95.