

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ОВОЩЕВОДСТВА»**

На правах рукописи

**ЕРОШЕВСКАЯ АНАСТАСИЯ СЕРГЕЕВНА**

**СЕЛЕКЦИЯ ГЕТЕРОЗИСНЫХ ГИБРИДОВ ТОМАТА С ГРУППОВОЙ  
УСТОЙЧИВОСТЬЮ К БОЛЕЗНЯМ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ В УСЛОВИЯХ  
МАЛООБЪЁМНОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

4.1.2 – селекция, семеноводство и биотехнология растений

**Диссертация на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук**

Научные руководители:

кандидат сельскохозяйственных наук

Ховрин Александр Николаевич

кандидат сельскохозяйственных наук

Терешонкова Татьяна Аркадьевна

Москва, 2025

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>4</b>
<b>ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....</b>	<b>10</b>
1.1. Морфологическое разнообразие томата.....	10
1.2. Продуктивность и качество продукции.....	14
1.3. Выращивание томата методом малообъемной гидропоники .....	20
1.4. Комбинационная способность томата .....	27
1.5. Наследование устойчивости томата к болезням .....	31
1.5.1. Устойчивость к фузариозному увяданию .....	31
1.5.2. Устойчивость к вирусу томатной мозаики (ВТом).....	33
1.5.3. Устойчивость к кладоспориозу .....	35
1.5.4. Устойчивость к мелойдогинозу .....	37
1.5.5. Устойчивость к вертициллезному увяданию.....	39
<b>ГЛАВА 2. ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ, УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ, МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ .....</b>	<b>41</b>
2.1. Исходный материал .....	41
2.2. Условия проведения исследований.....	43
2.3. Методы исследований .....	45
2.4. Метеорологические условия в годы проведения исследований.....	49
2.5. Схема опыта .....	50
<b>ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ .....</b>	<b>52</b>
3.1. Разработка модели гибрида томата F1 для малообъемной технологии «Фитопирамида» .....	52
3.2. Оценка новых гибридных комбинаций на разных типах малообъемной технологии .....	59
3.3. Определение корреляционной зависимости между результатами оценки гибридных комбинаций при 2-х технологиях выращивания .....	65
3.4. Изучение гибридов, комбинационной способности родительских линий томата по основным хозяйственным признакам.....	68
3.4.1. Комбинационная способность крупноплодных линий .....	68
3.4.2. Комбинационная способность линий черри.....	74
3.5. Оценка устойчивости гибридных комбинаций к болезням .....	80
3.6. Краткая характеристика лучших гибридов томата F1 с групповой устойчивостью к болезням для малообъемной технологии .....	86

3.7. Экономическая эффективность выращивания гибрида томата Гарантик F1 на технологии «Фитопирамида».....	90
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>92</b>
РЕКОМЕНДАЦИИ СЕЛЕКЦИОННЫМ УЧРЕЖДЕНИЯМ И ПРОИЗВОДСТВУ	94
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ.....	95
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	96
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	97
Приложение 1 .....	120
Приложение 2 .....	121
Приложение 3 .....	122
Приложение 4 .....	123
Приложение 5 .....	124

## ВВЕДЕНИЕ

### Актуальность темы исследования

Выращивание овощей в малообъемной культуре – современный, удобный и экономически выгодный способ выращивания растений, получающий все большее распространение как за рубежом, так и в нашей стране. В последнее время все больше фермерских хозяйств переходит на малообъемный способ выращивания томатов в теплицах. Малообъемная гидропоника позволяет увеличить производство тепличных овощей, повысить их урожайность и качество, и в то же время отличается экономичностью и экологичностью технологии, в том числе за счет оптимизации расхода воды и удобрений (L.S. Logendra et al., 2001; С.М. Сирота и др., 2016; Т. Reshma et al., 2017; М.В. Пеньков, 2019).

Среди различных типов гидропонных систем особый интерес представляет многоярусная гидропоника, отличающаяся компактностью производственных площадей. Один из вариантов конструктивного исполнения – многоярусная трубная вегетационная установка (МВТУ) Лобашева-Селянского «Фитопирамида», предназначенная для гидропонного, бесубстратного выращивания растений аэроводным методом. Требуются новые специализированные сорта и гибриды томата для технологии «Фитопирамида» как перспективного способа выращивания данной овощной культуры.

Необходимость частной селекции для специфических технологий, отличных от мейнстрим, подчеркивается рядом авторов (В.Ф. Пивоваров и др., 2012; М.Уи. Karpukhin et al., 2021). Это обуславливается набором специфических для конкретной технологии условий, критических для реализации потенциала генотипа томата в плане урожайности и качества плодов. Для технологии «Фитопирамида» характерны повышенная концентрация минеральных солей в питательном растворе, высокая плотность посадки на гидропонных установках и различие в освещенности ярусов, что оказывает существенное влияние на рост и развитие растений томата. В связи с этим актуальной задачей становится создание высокопродуктивных и конкурентоспособных гибридов томата с групповой

устойчивостью к болезням и пригодных по морфо-биологическим особенностям к возделыванию по малообъемной технологии, в том числе МВТУ «Фитопирамида».

### **Цель и задачи работы**

Целью нашей работы было создание гибридов томата с групповой устойчивостью к болезням для выращивания в условиях малообъемной технологии.

В задачи исследований входило:

1. оценка коллекции сортов и гибридов томата F1 в условиях технологии «Фитопирамида»;
2. разработка моделей гибридов томата групп крупноплодные и кистевые, черри и коктейль для технологии «Фитопирамида»;
3. скрещивание отобранных родительских линий с комплексом хозяйственно ценных признаков по схемам полных диаллельных скрещиваний и топкросс для получения гибридов томата F1 разных групп (черри, кистевые, крупноплодные);
4. испытание новых гибридных комбинаций на разных типах малообъемной технологии («Фитопирамида», малообъемная технология с капельным орошением);
5. определение корреляционной зависимости результатов оценки новых гибридных комбинаций в условиях 2-х технологий (традиционная почвенная, «Фитопирамида»);
6. определение общей комбинационной способности (ОКС) 12 родительских линий и эффектов специфической комбинационной способности (СКС) гибридных комбинаций по основным хозяйственным признакам томата;
7. оценка устойчивости новых гибридных комбинаций к вирусным и грибным болезням с помощью фитопатологических и молекулярно-генетических методов.
8. оценка экономической эффективности выращивания нового перспективного гибрида томата на технологии «Фитопирамида» в сравнении со стандартом.

### **Научная новизна работы**

Впервые для выращивания на многоярусной трубной вегетационной установке (МВТУ) «Фитопирамида» разработана модель гибрида томата группы черри и коктейль, а также для группы крупноплодные и кистевые (с разным типом роста). Созданы селекционные линии, которые легли в основу создания исходного материала. Получены новые гибриды томата F1 с устойчивостью к болезням (мелойдогинозу, вирусу мозаики томата, фузариозному увяданию, кладоспориозу и вертициллезу), адаптированные к условиям МВТУ «Фитопирамида».

Установлена и подтверждена возможность проведения отдельных этапов селекционного процесса в условиях грунтовых теплиц при селекции томата для «Фитопирамиды». Выявлена высокая корреляционная связь по продуктивности и урожайности у черри томатов, по средней массе плода – у крупноплодных, кистевых и черри томатов между результатами оценки новых гибридных комбинаций в условиях 2-х технологий (традиционная почвенная, «Фитопирамида»).

### **Теоретическая и практическая значимость работы**

Создан новый исходный материал томата для получения гибридов для технологии «Фитопирамида» и разработаны модели гибридов томата, которые могут быть использованы в селекционной работе.

По итогам комплексной оценки гибридных комбинаций томата выделены 3 перспективные гибридные комбинации (Га21, Га62(2) и Га101(2)) для выращивания по технологии «Фитопирамида» и 3 перспективные гибридные комбинации – для выращивания на малообъемной технологии с капельным орошением.

Гибрид Гарантик F1 (селекционный номер Га21), внесенный в 2024 году в Государственный реестр сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, допущенных к использованию, показал высокие результаты по хозяйственно ценным признакам, в том числе по урожайности, в условиях двух технологий выращивания («Фитопирамида», традиционная почвенная), а также отличается групповой устойчивостью к болезням (кладоспориозу, фузариозу, вертициллезу).

Созданные новые гибриды томата F1 в условиях технологии «Фитопирамида» дают высокий урожай в краткие сроки, практически исключая применение химических средств защиты растений во время вегетации за счет их устойчивости к наиболее вредоносным болезням.

Подтверждена возможность предварительных отборов в условиях грунтовых теплиц при селекции томата для технологии «Фитопирамида», что позволяет ускорить отдельные этапы селекционного процесса.

#### **Положения, выносимые на защиту**

1. Параметры моделей гибридов томата F1 групп черри и коктейль, крупноплодные и кистевые для технологии «Фитопирамида».
2. Результаты испытаний новых гибридных комбинаций на технологии «Фитопирамида» и на малообъемной технологии с капельным орошением.
3. Возможность проводить предварительные отборы в условиях грунтовых теплиц при селекции томата для «Фитопирамиды» по признакам с высокой корреляционной связью между оценками в 2-х условиях (грунтовые пленочные теплицы, «Фитопирамида») в целях ускорения селекционного процесса.
4. Результаты оценки ОКС крупноплодных линий томата и линий черри по основным хозяйственно ценным признакам.
5. Результаты оценки устойчивости новых гибридных комбинаций к болезням, проведенной с помощью фитопатологических и молекулярно-генетических методов.
6. Характеристика новых гибридных комбинаций, рекомендуемых для выращивания на разных типах малообъемной технологии. Гибрид Гарантик F1, внесенный в Государственный реестр сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, допущенных к использованию.
7. Экономическая эффективность выращивания нового гибрида Гарантик F1 на технологии «Фитопирамида».

### **Достоверность работы**

Результаты работы выявлены экспериментальными исследованиями с помощью статистической обработки данных пакета анализа Excel.

Для установления существенного различия гибридных комбинаций по основным хозяйственным признакам, а также различий между линиями по эффектам ОКС и гибридных комбинаций по эффектам СКС использовали значения F при уровне значимости 0,05.

Оценку устойчивости к кладоспориозу проводили на естественном инфекционном фоне с использованием восприимчивого контроля (линия черри Л 6724), поражение всех растений которого говорит о достоверности оценки.

При оценке растений томата на устойчивость к вирусу мозаики томата (ВТом) использовали инфекционный материал, предоставленный ФГБУ «ВНИИКР». Также в опытных зараженных растениях проводили идентификацию вируса, которая показала его наличие в исследуемых образцах, что указывает на то, что заражение прошло успешно.

Для оценки устойчивости растений томата к фузариозному увяданию использовали патогенный изолят *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (раса 2), полученный от фитопатолога ВНИИО Горшковой Н.С.

### **Апробация результатов работы**

Результаты исследований доложены на международной научно-практической конференции «Современное состояние селекции пасленовых культур: направления, задачи и перспективы развития» в 2021 г. (ФГБНУ ФНЦО, ООО «НИИСОК»), международной научной конференции «ПРОБЛЕМЫ СЕЛЕКЦИИ – 2022» в 2022 г. (ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева), X международной научно-практической конференции «Современные тенденции в селекции, семеноводстве и товарном производстве овощных, бахчевых и цветочных культур. Традиции и перспективы» в 2023 г. (ФГБНУ ФНЦО).

### **Личный вклад соискателя**

Автор диссертационной работы принимал непосредственное участие в проведении исследований, закладке опытов, гибридизации, оценке образцов томата по морфологическим признакам и урожайности, устойчивости к болезням, в том числе методом ПЦР-анализа, статистической обработке данных, анализе и обобщении полученных результатов, в написании научных статей по итогам работы. Личный вклад соискателя составляет 85 %.

### **Объем и структура работы**

Диссертация изложена на 124 страницах компьютерного текста, содержит 38 таблиц, 4 рисунка. Работа состоит из введения, трех глав, заключения, рекомендаций селекционным учреждениям и производству, списка опубликованных работ по теме диссертации, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы (189 источников) и 5 приложений.

### **Публикации результатов исследования**

По материалам диссертации опубликовано 8 научных работ, из них 5 в российских журналах, включенных в перечень ВАК.

## ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

### 1.1. Морфологическое разнообразие томата

Томат обыкновенный (*Solanum lycopersicum* L.) – один из ярких представителей семейства пасленовых (*Solanaceae*). Это многолетнее травянистое овощное растение, возделываемое обычно в однолетней культуре.

Родиной томата являются тропические районы Америки (А.А. Аутко и др., 1994). Завезенный в Европу в 16 веке, томат возделывался сначала как декоративное растение. В качестве овощной культуры томат впервые стали выращивать во Франции и Испании в конце 18 века. В это же время, в конце 18 века, томат был завезен в Россию. Сегодня эта овощная культура пользуется большой популярностью и широко возделывается почти во всех регионах нашей страны как в открытом, так и в защищенном грунте (А.М. Гусев, 1991).

Томат отличается большим разнообразием форм, различающихся в первую очередь по морфологическим признакам. Морфологические особенности томата лежат в основе агротехники культуры, основная задача которой состоит в получении высокого урожая здоровых плодов. В селекции томата особое внимание уделяют следующим признакам: тип стебля, тип роста, строение листа и соцветия, плодов томата. Эти признаки имеют существенное практическое значение, что необходимо учитывать в процессе селекционной работы. Часто задача селекционера сводится к получению высокоурожайных гибридов F1 томата с устойчивостью к болезням, с заданной морфологической характеристикой, пригодных для выращивания в условиях конкретной технологии определенной климатической зоны.

Формирование растений томата определяется главным образом строением стебля и типом его роста.

По типу стебля выделяют томаты штамбовые и нештамбовые. Штамбовые томаты (ген *d*) имеют маловетвистый толстый стебель высотой 35-50 см, который даже с плодами удерживается в вертикальном положении и не нуждается в дополнительной опоре и пасынковании. Нештамбовые томаты – с полегающим

стеблем, сильно ветвятся, при образовании плодов полегают, из-за чего нуждаются в опоре и подвязке.

Тип роста стебля томата генетически детерминирован. Выделяют следующие типы роста стебля. Индетерминантные (доминантный ген *Sp*) – томаты с неограниченным ростом и равномерной отдачей урожая, у которых соцветие формируется через каждые 2-4 листа. Детерминантные (рецессивные гомозиготы по гену *sp*) – рост основного побега останавливается после 2-5 соцветий. Среди детерминантных выделяют еще 2 подгруппы: супердетерминантные (ген *ssp*) – заканчивающие рост основного побега после 2-3 соцветий, образующие множество боковых побегов, отличающиеся скороспелостью и дружностью урожая; полудетерминантные – остановка роста у которых происходит после 6-8 соцветия, а соцветия закладываются через 1-3 листа (А.К. Ахатов, 2016). Растения, имеющие в генотипе ген *br* или *bls*, характеризуются компактным габитусом, междоузлия укорочены (Т.С. Фадеева и др., 1990).

У растений культурного томата выделяют три типа листьев: обычный (томат обыкновенный), гофрированный (томат штамбовый) и картофельный (томат крупнолистный, ген *c*). Число листьев на растении, а также их размер сильно варьируют и определяются сортовыми особенностями, условиями выращивания, возрастом растения. К изменению морфологии листьев приводит и обработка растений регуляторами роста. У индетерминантных и полудетерминантных томатов количество листьев на растении в течение вегетационного периода регулируют, поскольку избыток или недостаток листьев оказывают отрицательное влияние на рост и развитие растений, в частности на формирование урожая плодов (Т.С. Фадеева и др., 1990; И.А. Прохоров и др., 1997; А.К. Ахатов, 2016). С количеством листьев связана площадь ассимиляционной поверхности, с которой, в свою очередь, связаны масса плодов и содержание в них сухих веществ (Р.Х. Беков, 2014).

Различают несколько типов соцветий у томата. Простое соцветие (кисть) завиток (монохазий) встречается наиболее часто (доминантный ген *S*). Сложное соцветие – многоцветковое, сильно разветвленное (рецессивный ген *s*) характерно

для вишневидных, коктейльных и кистевых томатов. Гетерозиготы  $+/s$  имеют промежуточный тип соцветий. Один цветок в соцветии встречается у мутантных форм, содержащих ген *uf*. На одном растении можно выделить несколько типов соцветий, которые могут быть разной длины и степени ветвления, с разным количеством цветков. Строение соцветий зависит в том числе от факторов внешней среды. Нарушения в развитии соцветий в основном связаны с резким изменением или продолжительным действием неблагоприятных климатических факторов (Т.С. Фадеева и др., 1990; И.А. Прохоров и др., 1997; А.К. Ахатов, 2016). Исследования отечественных и зарубежных авторов показали, что плодовая кисть, ее тип и размер играют значительную роль в формировании урожайности томата. По данным В. Griffing (1953) и А.А. Жученко (1973) установлена положительная корреляционная связь между урожайностью и общим числом плодов на растении, между общим числом плодов на растении и числом кистей на растении и числом плодов в кисти.

Плод томата – это сочная двух- или многогнездная ягода (И.А. Прохоров и др., 1988), заполненная сочной массой студенистой плаценты, в которую погружены семена (К.А. Семенова, 2013). Плоды томата сильно различаются по морфо-биологическим характеристикам. Основные признаки морфологии плода (форма, ребристость, число и расположение камер) формируются в завязи (Т.С. Фадеева и др., 1990).

*Форма плода* томата является сложным признаком и зависит от взаимодействия многих генов, ряд которых имеет неполное доминирование. Основными генами, влияющими на форму плода томата, являются: *O* – округлый плод, *o* – грушевидная или овальная форма, *Sun* – удлиненная форма, *obl* – плоская форма, *n* – кончик плодов имеет форму соски, *bk* – заостренный кончик плода, *anr* – вогнутая вершина плода, *gq* – ребристая форма плода, *f* – увеличенное, *Lc* – уменьшенное число камер (Р.Х. Беков, 2014; А.К. Ахатов, 2016). Форма продольного сечения мало подвержена влиянию условий выращивания и является сортовой характеристикой. Данный признак определяется по индексу формы, который варьирует от 0,5-0,6 у плоских плодов до 1,4 и более у плодов с цилиндрической формой (И.А. Прохоров и др., 1988; А.К. Ахатов, 2016).

*Величина плода, или его размер*, определяется массой плода и колеблется в широких пределах: от 5 до 800 г и более. Масса (размер) плода может значительно изменяться от условий культуры и в онтогенезе растения, в связи с чем не является характерным признаком сорта (А.К. Ахатов, 2016). Для получения высококачественных плодов томата, одинаковых по форме и размеру, кисть томата формируют. В большинстве случаев в первых двух кистях оставляют 4-5 плодов (цветков), в последующих – 5-6 (Vilmorin-Mikado, 2018).

Существует множество *классификаций плодов томата*, основанных на их различии по одному или нескольким признакам (Enza Zaden BV, Nirit Seeds). Компания «Семко-Юниор» предложила вариант классификации плодов томатов исключительно по массе плода, выделив следующие группы: черри (10-40 г), коктейльные (40-60 г), мелкоплодные (60-100 г), среднеплодные (100-180 г), крупноплодные (180-250 г), биф-томаты (250 г и больше) (А.К. Ахатов, 2016).

Размер плода в большой степени зависит от *количества семенных камер*. Выделяют томаты малокамерные (2-3 камеры), среднекамерные (4-5 камер), многокамерные (6-10 камер) (И.А. Прохоров и др., 1988). Для мелкоплодных сортов характерны малокамерные плоды, для крупноплодных – многокамерные (А.В. Алпатьев и др., 1980). Правильное, симметричное расположение камер свойственно малокамерным плодам, неправильное – более крупным. Такие плоды практически не имеют пульпы (плацентной ткани), мясисты, в них мало семян (С.Ф. Гавриш, 2005). Число камер изменяется в пределах кисти (первый плод с наибольшим числом камер), в онтогенезе растения (в плодах первых кистей камер больше), в зависимости от условий выращивания (И.А. Прохоров и др., 1997).

*По окраске плода* выделяют томаты с равномерно окрашенными плодами (гены *u, ug*), с плодами с зеленым пятном у плодоножки (гены *u<sup>l</sup>, u<sup>+</sup>*), с полосатыми плодами (гены *Fs, gs*). Окраска плода определяется количеством, распределением по поверхности и в толще плода, соотношением природных пигментов, основные из них – каротиноиды, антоцианы и хлорофилл. За синтез пигментов отвечают более 6 пар генов, в том числе: доминантный ген **R** – красная окраска (ликопин), рецессивный аллель **r** в гомозиготе – неярко желтая окраска, доминантный ген **T**

– желтая окраска, рецессивный аллель *t* – оранжевая окраска, ген *B* – повышенное содержание β-каротина, доминантные гены *Abg* и *Af* – фиолетовая окраска (антоциан), *gf* и *dg* – повышенное содержание хлорофилла и др. (Р.Х. Беков, 2014; А.К. Ахатов, 2016).

Благодаря широкому спектру изменчивости у томата селекционеры решают один из основных вопросов селекции – выведение форм томата с новой архитектурой, с разнообразной окраской, строением и размерами репродуктивных органов (цветков, соцветий, плодов). Выбор селекционного направления и, соответственно, подбор исходного материала для получения новых сортов и гибридов томата определяются несколькими факторами, самими значимыми из которых являются климатические условия региона, технология выращивания, способ уборки урожая, направление использования (салатного назначения, для переработки на томатопродукты и др.).

## 1.2. Продуктивность и качество продукции

Независимо от почвенно-климатических условий зоны, технологии выращивания и назначения продукции общим направлением селекционной работы с культурой томата является высокая урожайность и качество плодов. В большинстве случаев гибриды томата F1 превосходят сорта по урожайности.

Повышение урожайности растений гибридов F1 по сравнению с родительскими формами связано, в первую очередь, с увеличением количества плодов на растении, поскольку средний вес плодов, как правило, наследуется промежуточно (А.А. Жученко, 1973). Согласно Нарбуту (1961), проявление у томатов гетерозиса по признаку урожайности возможно при благоприятном сочетании в поколении F1 признаков, определяющих структуру урожая (количество плодов на растении и их средний вес). По исследованиям Даскалова (1956) гетерозисный эффект у томатов в период плодоношения проявляется неравномерно, повышенная продуктивность наблюдается в начале плодоношения, а затем снижается.

В то же время, помимо генетической составляющей на урожайность томата оказывает влияние множество факторов. Погодные условия вегетационного периода – один из значимых факторов, который отличается высокой изменчивостью и сложностью управления. Так, отрицательно сказываются на завязываемости плодов и, соответственно, на продуктивности растений короткий фотопериод (менее 8 ч), температура воздуха 32 °С и более, низкая освещенность (А.К. Ахатов, 2016). Однако повлиять на эти условия можно лишь частично и только в защищенном грунте.

Один и тот же образец может давать разную продуктивность и урожайность в зависимости от выбранной технологии выращивания и схемы посадки. Многочисленные исследования показывают, что возделывание томатов по малообъемной технологии (разных типов) позволяет значительно увеличить урожайность культуры (S. Portela et al., 1997; А.И. Селянский и др., 2013; В.Л. Димитриев и др., 2015; И.Т. Балашова и др., 2017; Аль-рукаби Маад Н.М. и др., 2022). Многоярусная гидропоника позволяет получать урожайность от 100 кг/м<sup>2</sup> томатов в год (А.И. Селянский и др., 2013; И.Т. Балашова и др., 2017). Сравнительные испытания томатов на малообъемной технологии с использованием разных субстратов (кокосовое волокно, керамзит, галька, перлит и др.) показали, что состав субстрата также оказывает влияние на уровень урожайности (N.G. Tzortzakis et al., 2008; T. Reshma et al., 2017).

При выращивании томата по традиционной технологии (почвенный грунт) немаловажное значение имеет агротехника культуры. Согласно проведенному нами анализу литературных данных, урожайность томата изменяется в зависимости от многих факторов: способа полива (Е.И. Иванова и др., 2006; Т.Е. Клокова, 2018; Г.М. Мустафаев и др., 2021), приемов и способов обработки почвы (М.Ю. Анишко и др., 2021; В.А. Батыров и др., 2021), дополнительного освещения (Н.П. Кондратьева и др., 2021; Н.Л. Адаев и др., 2022), схемы посадки и вида мульчирующего материала (М.М. Оконов и др., 2015) и др. Отмечается повышение урожайности томата при соблюдении севооборота, где в качестве промежуточных культур используются озимая пшеница или горохоовсяная смесь (П.Н. Павлов и

др., 2012). Многолетнее бессменное выращивание овощей снижает урожай и его качество (Е.П. Широков и др., 2000).

На рост, развитие растений томата и формирование будущего урожая как в открытом, так и в защищенном грунте оказывает влияние и внесение минеральных удобрений: их форма, состав, концентрация отдельных ионов, доза и способ внесения (корневое питание или внекорневое через листья). Томат относительно устойчив к засолению, однако повышение концентрации ЕС до 3,5 мСм/см может вызвать потерю потенциального урожая до 10 % (А.К. Ахатов, 2016).

Ряд проведенных исследований доказывает, что применение минеральных удобрений способствует повышению урожайности культуры, при этом прибавка урожая определяется дозой подкормок (В.П. Зволинский и др., 2012; Ю.П. Проскурников и др., 2013; Т.С. Айсанов и др., 2017; Л.П. Ионова и др., 2019; В.В. Скорина и др., 2020). Кроме того, имеет значение и форма вносимых удобрений, в частности азотных (А.Ф. Петров и др., 2017). Внесение оптимального комплекса минеральных и органических удобрений также дает положительный эффект (К.В. Пивень, 2014; Н.М. Велижанов, 2022). Органические удобрения наряду с минеральными позволяют достичь большей урожайности (К.З.Г. Гасанова и др., 2017).

Однако следует учитывать, что не каждый сорт отзывчив на внесение минеральных удобрений, и может наблюдаться противоположный результат (А.М. Плотников и др., 2020).

Большой популярностью в настоящее время пользуются регуляторы роста, которые способствуют увеличению урожайности томата. Согласно результатам проведенных опытов, можно получить прибавку урожая, используя препараты с разным действующим веществом, в том числе Зеребра Агро, ВР (В.А. Батыров, 2022); Крезацин, Эпин-экстра, Силк, Циркон (М.В. Селиванова, 2015); Энергия-М (Е.В. Калмыкова и др., 2017); Завязь (натриевая соль гиббереллиновых кислот) и Оберегь (архидоновая кислота) (В.А. Борисов и др., 2016) и др.

Важно получить высокий урожай здоровых плодов томата. Вредители и болезни вирусного и бактериального происхождения вызывают понижение

урожайности, а при сильном поражении и распространенности могут привести к единичной или массовой гибели растений, и соответственно, существенной потери урожая. Применение биологических и химических средств защиты снижает пораженность растений болезнями и позволяет получить прибавку урожая (Е.С. Байделюк, 2015; С.А. Фролова, 2018; О.Г. Марьина-Чермных, 2021).

Таким образом, урожайность – сложный признак, зависящий от совокупности факторов. Учитывая все перечисленные факторы, управляя ими (по возможности), агрономы и селекционеры регулируют уровень урожайности плодов.

Необходимо также отметить, что наряду с количеством плодов, огромное значение имеет их качество. Плоды в зависимости от назначения должны отвечать требованиям стандартов ГОСТ 34298-2017 Томаты свежие. Технические условия или ГОСТ 1725-2019 Томаты свежие для промышленной переработки. Технические условия. Согласно стандартам, определяющими показателями являются внешний вид плодов (в том числе чистота, целостность, типичность формы, отсутствие механических повреждений и повреждений болезнями и вредителями), плотность (способность выдерживать транспортировку), вкус и запах (отсутствие постороннего запаха и привкуса).

Транспортабельность и лежкость плодов зависят, в первую очередь, от прочности кожицы. Плоды с прочной кожицей мало подвержены инфекциям, проникающим через трещины. Прочность кожицы детерминирована генетически, но зависит и от условий выращивания. Так, при грубом нарушении водного баланса растения, при длительном увлажнении поверхности плодов наблюдаются крупные трещины и разрывы, через которые попадают и распространяются инфекции, приводящие к порче плодов (А.К. Ахатов, 2016). Такие плоды непригодны для транспортировки, хранения и реализации, так как имеют низкие потребительские свойства.

Было выявлено, что плоды с розовой (малиновой) окраской более подвержены растрескиванию по сравнению с красноплодными сортами, отличаются слабой транспортабельностью и механической прочностью. Получение томатов,

высокоустойчивых к растрескиванию, остается актуальным направлением селекции (В.В. Огнев, 2012; А.Ю. Авдеев и др., 2014). По данным Р.Х. Бекова (1968) лежкость плодов связана в том числе с содержанием в плодах пектиновых веществ, особенно водонерастворимого протопектина. У плодов с высоким содержанием данных веществ стенки клеток мякоти прочнее. В.И. Полегаев (1982) отмечал, что лучшей сохраняемостью отличаются плоды с повышенным содержанием сухого вещества. Повышенное содержание кислот в соке плодов – еще один важный показатель, определяющий сопротивляемость плодов к микроорганизмам и улучшение их лежкости (А.Н. Лукьяненко и др., 1981). Напротив, накопление в плодах нитратов снижает их пищевую ценность и ухудшает сохраняемость (Е.П. Широков и др., 2000).

Вкус и аромат плодов – признаки изменчивые, которые определяются не только сортовыми особенностями, но и условиями выращивания: интенсивностью света, уровнем минерального питания, нормой полива, внесением органических добавок в виде сахаров и органических кислот, подкормок агрохимикатами. Вкус плодов может изменяться даже в пределах одного растения (А.К. Ахатов, 2016). Огромную роль играют погодные условия вегетационного периода и климатическая зона. В дождливое и прохладное лето в плодах накапливается меньше сахаров, ароматических и красящих веществ, а содержание кислот, наоборот, возрастает. В южной зоне России в плодах накапливается больше сахаров и растворимых сухих веществ, чем в северных регионах (Е.П. Широков и др., 2000).

Вкусовые качества плодов томата во многом определяются их химическим составом. В плодах содержится 5-8 % сухих веществ, в т.ч. 3-7 % сахаров, до 1 % яблочной и лимонной кислот и белков (А.В. Алпатьев и др., 1980). Вкус плодов определяется не только количеством содержащихся в них сахаров и органических кислот, но и их соотношением. Для количественной оценки вкуса используется сахаро-кислотный индекс, который представляет собой отношение процентного содержания сахаров и кислот. Чем выше это отношение, тем плоды слаще. При низком сахаро-кислотном индексе плоды имеют выраженную кислотность.

Помимо сахаров и кислот в плодах присутствует одновременно множество различных веществ, создающих вкусовые оттенки. На вкусовые ощущения также влияет и консистенция тканей плодов (Е.П. Широков и др., 2000). Специфический аромат плодам томата придают гликоалкалоиды, летучие спирты и альдегиды (А.К. Ахатов, 2016).

Внешняя привлекательность плодов зависит как от их формы (ее правильности), так и от окраски, которая определяется содержанием в плодах антиоксидантов – каротиноидов, обеспечивающих цвет от желтого до темно-красного (ликопина,  $\beta$ -каротина, ксантофиллов), антоцианов, хлорофилла. Неяркая и неравномерная окраска зачастую говорит о низких вкусовых качествах плодов. Интенсивность и равномерность окраски зависят от многих факторов: генотипа, условий выращивания, поражения болезнями. Так, ликопин, отвечающий за красную окраску плодов, более активно накапливается в красных томатах, возделываемых в открытом грунте и при теплой солнечной погоде (А.М. Гаджиева и др., 2017). При выращивании томатов на юге или в теплицах температура выше 37 °С задерживает распад хлорофилла и накопление ликопина, в результате чего на красных плодах образуются зеленые или желтые пятна, снижающие товарность плодов (Е.П. Широков и др., 2000). Зеленые пятна у плодоножки на зрелых плодах – следствие избыточного азотного питания. Различные нарушения окраски плодов могут наблюдаться в результате поражения плодов вирусами или фитопатогенными грибами: хлоротичные пятна, кольцевые или полосчатые рисунки и др. (А.К. Ахатов, 2016).

Именно каротиноиды – жирорастворимые пигменты – обуславливают биологическую ценность плодов томата. Каротиноиды – эффективные антиоксиданты, обладают антиканцерогенным действием, что делает их важным элементом защиты генома клеток от окислительных повреждений (Г.Н. Чупахина и др., 2016). Ликопин снижает риск возникновения хронических заболеваний, прежде всего онкологических и сердечно-сосудистых (S. Agarwal et al., 2000). Основным источником ликопина для человека являются красные плоды томата, обеспечивая до 85 % всего ликопина, поступающего с пищей (P. Anand et al., 2008).

Каротиноиды – это предшественники витамина А. Из всех каротиноидов  $\beta$ -каротин обладает наибольшей А-витаминной активностью, которую условно принимают равной 100 %, поэтому  $\beta$ -каротин играет важную роль в механизме зрения (И.Л. Кнунянц и др., 1990). Помимо антиоксидантных свойств,  $\beta$ -каротин принимает участие в синтезе иммуноглобулинов (Г.Н. Чупахина и др., 2016).

Еще одна важная составляющая качества плодов томата – остаточное содержание пестицидов, применявшихся в процессе выращивания культуры. Необходимо строго соблюдать дозы и сроки обработок. Для большинства препаратов не допускается никаких остатков (Е.П. Широков и др., 2000). В целях безопасности пищевой продукции для человека СанПиН 2.3.2.1078-01 установил допустимый уровень содержания в плодах токсичных элементов (тяжелых металлов), нитратов, пестицидов, микробиологические показатели.

Следует также учитывать, что требования к качеству плодов различны для разных способов переработки. Сорты и гибриды салатного назначения должны иметь мясистую мякоть, красивую форму и окраску плодов, хорошие вкусовые качества. Для переработки на томатопродукты (томатный сок, пюре, пасту) требуются плоды с высоким содержанием сухих веществ, низким процентом отходов, без зеленого пятна у плодоножки (И.А. Прохоров и др., 1997). Так, для производства томатного сока рекомендуется использовать плоды томата с содержанием кислот 0,45-0,60 %, рН 4,2-4,4, сахаро-кислотным индексом не меньше 6 (Л.В. Павлов и др., 2011). Для цельноплодного консервирования особое значение имеют небольшой размер плода и устойчивость к растрескиванию (И.А. Прохоров и др., 1997).

### **1.3. Выращивание томата методом малообъемной гидропоники**

В настоящее время все большее распространение получает выращивание овощей методом малообъемной гидропоники. Под малообъемной гидропоникой заняты большие площади в Голландии, Англии, Канаде, Соединенных Штатах (L.S. Logendra et al., 2001). Гидропоника представляет собой технологию выращивания растений в питательных растворах (состоящих из воды и удобрений) с

использованием или без использования искусственных субстратов в качестве механической опоры для растений (песок, гравий, вермикулит, минеральная вата, торф, кокосовое волокно, древесные опилки) (M. Jensen, 2009).

Главное преимущество малообъемной гидропоники состоит в значительном увеличении урожайности культуры и качества плодов. К тому же данная технология отличается экономичностью и экологичностью производства продукции за счет оптимизации расхода воды и удобрений. Управление ростом растений происходит путем изменения состава питательного раствора, заданный режим питания и значение pH поддерживаются автоматически. Условия выращивания и питания растений максимально выравниваются, и физиологические процессы в растениях протекают интенсивнее (L.S. Logendra et al., 2001; Э.Н. Керина и др., 2011; С.М. Сирота и др., 2016; T. Reshma et al., 2017; М.В. Пеньков, 2019). Кроме того, беспочвенная культура позволяет избежать истощения почвы и снижения ее плодородия (N.G. Tzortzakis et al., 2008; T. Reshma et al., 2017). Использование безземельных субстратов позволяет выращивать больше растений на ограниченной площади (Э.Н. Керина и др., 2011). При такой технологии болезни, передаваемые через почву, и сорняки отсутствуют, следовательно, минимизируется применение химических средств защиты растений (T. Reshma et al., 2017).

Методом гидропоники выращивают не только зеленные, но и основные коммерческие овощные культуры, в том числе томаты. Используют разные типы гидропонных систем, самые распространенные из них – капельные и приливно-отливные. Капельные системы – это системы капельного орошения (ирригационные), где используется питательный раствор. Принцип работы приливно-отливных систем (ПОС / EBB (Flood & Drain) System) заключается в том, что питательный раствор с помощью насоса из резервуара поступает в емкость с растениями, а после отключения насоса раствор стекает обратно в резервуар. Происходит периодическое наполнение емкости с растениями питательным раствором, которое управляется посредством таймера (Э.Н. Керина и др., 2011).

Производятся различные конструкции, как одно-, так и многоуровневые, позволяющие выращивать продукцию методом гидропоники.

Как в России, так и за рубежом проводятся исследования в области гидропоники (культура томата) в нескольких направлениях:

- испытания гибридов томата на разных типах гидропонных систем, с учетом основных показателей (урожайность, средняя масса плода, качество плодов, фенологические наблюдения);
- влияние различных субстратов на урожайность томата при малообъемном способе выращивания;
- влияние состава питательного раствора на продуктивность растений томата при малообъемном выращивании.

Наряду с исследовательской работой, проводится и селекционная работа, направленная на получение гибридов томата F1 для выращивания способом малообъемной гидропоники. Необходимость частной селекции для специфических технологий, отличных от мейнстрим, подчеркивается рядом авторов (В.Ф. Пивоваров и др., 2012; М. Yu. Karpukhin et al., 2021). Это обуславливается набором специфических для конкретной технологии условий, критических для реализации потенциала генотипа томата в плане урожайности и качества плодов.

Интересны результаты исследовательской и селекционной работы с культурой томата для гидропоники, полученные учеными России и зарубежных стран.

Много исследований связано с оценкой различных субстратов для гидропонного выращивания томатов. Так, в Германии подтвердили возможность использования в качестве субстрата высушенной и спрессованной биомассы сфагнового мха, а при использовании конопли и овечьей шерсти наблюдалось снижение урожайности томата (D. Dannehl et al., 2015). N.G. Tzortzakis и C.D. Economakis из Греции (2008) выявили, что субстрат оказывает влияние на раннеспелость, урожайность, количество и качество плодов томата. Самый высокий уровень урожайности и наибольшее количество плодов на растении было получено при выращивании томатов на среде из пемзы + 50 % кукурузы. Томаты,

выращенные на субстратах из пемзы и кукурузы, дали самый ранний урожай. В Индии сравнивали томаты, выращенные на субстратах из кокосового волокна, керамзита и гальки. Наилучший результат по продуктивности и средней массе плода показали томаты, выращенные на кокосовом субстрате (T. Reshma et al., 2017).

В ПАБСИ КНЦ РАН в результате многолетних исследований была экспериментально доказана перспективность гидропонного выращивания растений на местном природном почвозаменителе – ковдорском вермикулите. При его использовании в качестве субстрата наблюдалось ускорение роста и развития растений, существенное увеличение их продуктивности, отмечалась возможность создания загущенных посадок. Высокие показатели урожайности были получены и у томатов (Л.А. Иванова и др., 2010).

Особое место в гидропонике занимают вопросы качественного сбалансированного питания растений на протяжении всего периода вегетации. Питание – один из самых эффективных факторов достижения высокой продуктивности растений томата при малообъемном выращивании. По данным разных авторов, выращивать томаты возможно как на питательном растворе одного состава в течение всего вегетационного периода независимо от фазы развития растений (В.А. Чесноков и др., 1960), так и на питательных растворах, дифференцированных по этапам онтогенеза растений томата, как предусматривают современные голландские тепличные технологии (Тепличный практикум, 2000).

В связи с растущей популярностью гидропоники активно ведется разработка новых питательных растворов, позволяющих увеличить урожайность культуры за счет изменения химического состава существующего раствора и соотношения в нем отдельных элементов.

Так, в ФГБНУ АФИ разработали 3 вида питательных растворов для выращивания растений томата малообъемным методом и капиллярном способе подачи раствора по плоскому фитилю. Необходимость подбора состава питательного раствора возникла в связи со способом его подачи в корнеобитаемую среду. Сравнительное испытание томатов на уже известных и широко

применяемых растворах (стандартный раствор Кнопа, стартовый и стандартный голландские растворы) и разработанных растворах (модифицированный раствор Кнопа, питательные растворы №1 и №2) показало, что томаты, выращенные на разработанных питательных растворах №1 и №2 (состав которых менялся по фазам вегетации растений), отличались наибольшей урожайностью и средней массой плода (О.Р. Удалова и др., 2014).

В РУП «Институт овощеводства» (Беларусь) также проводится работа по оптимизации питательного раствора для выращивания томатов по гидропонной технологии. Проведенные исследования доказали эффективность применения питательного раствора усовершенствованного состава по сравнению с традиционным. При этом исследуемые гибриды томата по-разному отзывались на изменение состава питательного раствора (М.Ф. Степура и др., 2013).

Кроме того, на урожайность культуры оказывают влияние и другие факторы. F.V. Cardoso et al. (2018) изучали влияние на урожайность и продуктивность томатов плотности посадки и числа стеблей на растении при их выращивании на субиригационной гидропонике (субстрат – керамзит). Было установлено, что продуктивность растений выше при формировании в 2 стебля при всех вариантах плотности посадки. Разницы в продуктивности растений при разной плотности посадки не наблюдалось как при формировании растений в 1 стебель, так в 2 стебля. Напротив, урожайность культуры с площади возрастала с увеличением плотности посадки и числа стеблей на растении.

Урожайность томата при выращивании методом гидропоники зависит не только от условий выращивания (вида субстрата, состава питательного раствора и т.д.), но и генотипа. Сорты и гибриды при одних и тех же условиях показывают разные результаты по урожайности, массе плода и другим показателям. В связи с этим проводится сравнительное испытание гибридов томата на малообъемной гидропонике, в том числе параллельно и по традиционной технологии выращивания (в грунте), с последующим отбором наиболее перспективных генотипов для малообъемной технологии.

Исследования в данном направлении были проведены в ЗАО Агрофирма «Ольдеевская». Испытания голландских гибридов на малообъемной технологии в продленном обороте свидетельствовали о различии гибридов по срокам вступления в плодоношение, уровню ранней и общей урожайности, массе плода (Т.Н. Волкова и др., 2018). Сравнительный анализ двух технологий – малообъемной гидропоники и традиционной – показал преимущество выращивания томатов на минеральной вате: значительное увеличение урожайности выращиваемых гибридов, следовательно, более высокая экономическая эффективность, в том числе за счет существенной экономии ресурсов (воды и минеральных удобрений) (В.Л. Димитриев и др., 2015).

А.М. Malik et al. (2018) сопоставили урожайность томатов, выращенных на гидропонике и в открытом грунте (Пакистан), и установили многократное увеличение урожайности томатов при возделывании по гидропонной технологии. Использование малообъемной гидропоники поможет устранить дисбаланс между спросом и предложением свежей продукции и решить проблему импортозамещения.

С целью отбора и рекомендации к производству гибридов, максимально обеспечивающих рентабельность продлённой культуры томата, в Казахстане (VII световая зона Приаралья) было проведено испытание индетерминантных гибридов томата голландской, израильской и российской селекции в условиях малообъемной технологии. Исследование позволило выявить гибриды томата, наиболее приспособленные для данной технологии (Э.Б. Дямуршаева и др., 2015).

Испытание проходят и новые гибриды отечественной селекции. Работа по определению наиболее продуктивных гибридов с устойчивостью к болезням для условий малообъемной гидропоники (субстрат – минеральная вата) в продленном обороте была проведена в ЗАО «Тепличное» (г. Екатеринбург). Был выявлен новый гибрид томата (селекционный номер 951), который превзошел стандарт по урожайности более чем на 50 % (М.Yu. Karpukhin et al., 2021).

В настоящее время интерес к гидропонике и ее популярность растут большими темпами, в связи с чем требуется расширение сортимента томата

конкретно для данной технологии. В России ведется и селекционная работа с культурой томата, целью которой является выведение новых гибридов томата, адаптированных для разных типов малообъемной гидропоники.

Селекционеры компании «Гавриш» ведут работу по созданию (и оценке) крупноплодных гибридов томата с комплексной устойчивостью к болезням и вредителям, предназначенных для выращивания по малообъемной технологии в продленном обороте. Ими была разработана перспективная модель крупноплодного гибрида томата и проведено конкурсное сортоиспытание новых гибридов собственной селекции. Были выявлены экологически пластичные, обладающие высокой продуктивностью гибриды томата, соответствующие требованиям используемой технологии выращивания (Н.А. Кибанова, 2016).

Глубокий интерес представляет многоярусная гидропоника, позволяющая выращивать больше растений на ограниченной площади. В ФГБНУ ФНЦО с 2009 года проводится работа по созданию исходного материала для получения специализированных сортов и гибридов томата, адаптированных к условиям технологии многоярусной узкостеллажной гидропоники (МУГ), разработанной во ВНИИ «Гипросельпром» (г. Орел) в 1991 г. (Е.В. Пинчук и др., 2015). Новые формы томата для технологии МУГ должны соответствовать таким требованиям, как детерминантность и низкорослость, высокая продуктивность, раннеспелость и устойчивость к основным болезням защищенного грунта (В.Ф. Пивоваров и др., 2012). Особое внимание уделяется получению карликовых форм (d-гены), сочетающих низкорослость с указанными ценными признаками (И.Т. Балашова и др., 2015).

Представленный анализ литературных данных российских и зарубежных авторов показал, что выращивание томатов методом малообъемной гидропоники набирает популярность по всему миру. Проводятся многочисленные исследования по установлению влияния на растения томата разных факторов, включая состав используемого субстрата, питательного раствора; ведется испытание гибридов томата иностранной и отечественной селекции на пригодность для возделывания по малообъемной технологии. Проводится селекционная работа с культурой

томата, конечной целью которой является получение высокопродуктивных и конкурентоспособных гибридов для малообъемной технологии как перспективного способа выращивания сельскохозяйственных культур.

#### **1.4. Комбинационная способность томата**

При выведении гибридов томата F1 в большинстве случаев используется метод гибридизации (И.А. Прохоров и др., 1997). Успех селекции определяется подбором пар для скрещивания, которое проводится с целью объединения желаемых свойств родительских форм (Т.С. Фадеева и др., 1990). Важным этапом селекционной работы с культурой томата является оценка у исходных родительских форм комбинационной способности (КС). Знание характеристики линейного материала по его КС делает предварительный отбор родительских пар более надежным (Х. Беккер, 2015).

Комбинационная способность представляет собой способность линии или сорта при сочетании их в гибридных комбинациях давать потомство в F1, отличающееся от условно принятого за норму выражения того или иного признака или свойства. Если гибрид оказывается лучше по определенным показателям обоих родителей, это свидетельствует об их высокой комбинационной способности (Е.И. Морозов и др., 1989).

Общая комбинационная способность линии показывает среднюю ценность данной линии как родителя (англ. *general combining ability GCA* – ОКС) (Х. Беккер, 2015) и определяется средней величиной гетерозиса во всех исследованных гибридных комбинациях с участием этой линии (Е.И. Морозов и др., 1989). ОКС определяется в отдельности для каждой линии. Высокая ОКС означает, что данная линия способна давать достаточно высокий гетерозис в скрещивании с любой линией (Ю.Б. Коновалов и др., 2013).

Специфическая комбинационная способность (англ. *specific combining ability GCA* – СКС) оценивается по результатам скрещивания линий с какой-либо одной линией или простым гибридом (Г.В. Гуляев и др., 1980). То есть, специфическая комбинационная способность определяется для каждой пары линий, которая при

высокой СКС может получить статус простого межлинейного гибрида (Ю.Б. Коновалов и др., 2013). При этом показатель комбинации скрещивания по какому-либо признаку может быть лучше или хуже, чем можно ожидать на основе ОКС родительских линий (Г.В. Гуляев и др., 1980; Х. Беккер, 2015). СКС вычисляется как разность между конкретным проявлением признака у гибрида и суммарным эффектом ОКС родительских линий и средней по комплексу гибридов (М.С. Бунин и др., 2011).

Высокая СКС указывает на наилучшую гибридную комбинацию (Ю.Б. Коновалов и др., 2013). При небольших СКС-эффектах продуктивность скрещивания во многом определяется ОКС. В таком случае ОКС является прогнозом результативности скрещивания, а СКС показывает, насколько надёжен этот прогноз (Х. Беккер, 2015). Необходимо иметь в виду, что СКС намного сильнее, чем ОКС, подвержена влиянию взаимодействий генотипа со средой, поэтому при определении специфической комбинационной способности требуется испытание гибридов F1 в различных почвенно-климатических условиях и в разные годы (Ю.Б. Коновалов и др., 2013).

Основной способ оценки ОКС и СКС исходных форм – проведение диаллельных скрещиваний с последующим диаллельным анализом. При этом каждая линия скрещивается со всеми изучаемыми линиями как в качестве материнского, так и отцовского компонента для получения и оценки всех возможных гибридных комбинаций (Ю.Б. Коновалов и др., 2013). С селекционной точки зрения, диаллельные схемы дают наиболее полную комбинаторику генов на основе ограниченного числа исходных форм, а значит, должны обеспечивать отбор нужных генотипов в гибридах F1 (Г.В. Еремин и др., 1993). Однако такой метод отличается трудоемкостью и большими временными затратами. С целью сокращения объема работы практикуют разбивку всех изучаемых линий на сравнительно небольшие группы, и диаллельное скрещивание проводят по отдельности в пределах каждой группы (Ю.Л. Гужов, 1999).

Другим методом оценки ОКС линий являются топкроссные испытания, при которых изучаемые линии скрещиваются с несколькими (не менее трех) сортами-

тестерами (Г.С. Гикало и др., 2012). От используемых тестеров могут зависеть показатели оценки ОКС, и их подбор – серьезная проблема селекции гибридов (Х. Беккер, 2015). В качестве тестеров используют сорта-индикаторы, которые довольно разнообразны и имеют средние показатели анализируемых признаков во избежание завышенных оценок (И.А. Прохоров и др., 1997). Такая система скрещиваний может дать достаточно много ценных для селекции генотипов, а также информацию, на основании которой можно оценить долю аддитивных эффектов и эффектов эпистаза в генетических системах, контролирующих признаки (Г.В. Еремин и др., 1993).

Н.В. Турбин и др. (1974) отмечают, что эффекты СКС зависят от доминирования и эпистаза в схеме наследования признака, а ОКС – от аддитивных эффектов генов, что важно в практической селекции. При этом линии с высокой ОКС часто отличаются и высокой СКС (И.А. Прохоров и др., 1997).

Подбор родительских линий для гибридизации – один из самых сложных этапов селекционного процесса. При подборе исходных форм необходимо изучить комплекс хозяйственно ценных признаков, характер их наследования, уровень комбинационной способности (И.П. Готоцева и др., 1986), следует учитывать и корреляционные зависимости признаков (И.А. Прохоров и др., 1997). И в России, и за рубежом много внимания уделяется вопросу оценки ОКС и СКС исходных родительских компонентов, от которых во многом зависит успех селекции.

Анализ научных публикаций показал, что оценку КС линейного материала томата проводят разными способами. Наиболее распространены методы топкросс с использованием нескольких линий-тестеров с определением ОКС и СКС по основным признакам (K.V. Raju et al., 2012; S. Zengin et al., 2015; TA Vekariya et al., 2019); и полудиаллельных скрещиваний (S.A.S. Chishti et al., 2008; S. Ahmad et al., 2009; D.M. Renuka et al., 2015; N. Thakur et al., 2019).

И.В. Козлова (2021) при изучении комбинационной способности фертильных и стерильных линий томата с признаком ФМС выявила материнские и отцовские линии с максимальными положительными эффектами ОКС по признакам продуктивности и количеству плодов на растении – для использования в селекции

высокопродуктивных среднеплодных гибридов. На основе анализа высокопродуктивных комбинаций с точки зрения ОКС родительских линий, участвующих в скрещивании, и СКС полученных гибридов, а также средней массы плода и числа плодов на растении, была установлена закономерность, согласно которой наиболее продуктивные гибриды были получены с участием отцовских компонентов с высокой ОКС по продуктивности и количеству плодов на растении. В то время как ОКС материнских линий слабо влияла на продуктивность полученных гибридов.

При оценке КС стерильных и фертильных линий томата детерминантного типа роста с генами устойчивости С.Т. Динь и Г.Ф. Монахос (2012) выявили высокую корреляционную зависимость между ранней продуктивностью отцовских линий и их ОКС в оба года исследований. Авторы выделили линии с высокой ОКС, которые рекомендуют использовать в селекции томатов на повышение продуктивности. Ценность данных линий также обусловлена их устойчивостью к болезням (фузариозному и вертициллезному увяданию, галловой нематоде).

Т.Л. Нгуен и Г.Ф. Монахос (2015) определили фертильные и стерильные линии с высокой ОКС по продуктивности и скороспелости. Авторы установили, что высокий эффект гетерозиса по основным признакам проявляется за счет сочетания высокой СКС с высокой ОКС одной или обеих родительских линий. Выявленная средняя и высокая положительная корреляция между фенотипическим проявлением признаков родительских линий и эффектом ОКС по ряду признаков дает возможность спрогнозировать ОКС родительских линий.

К.V. Raju et al. (2012) установили, что гибриды с высокой СКС были получены при скрещивании линий томата с разным значением ОКС, включая варианты с высокой или низкой ОКС у обоих исходных родительских форм, что указывает на аддитивный и неаддитивный характер взаимодействия генов, отвечающих за наследование исследуемых признаков. Результаты исследований Та Vekariya et al. (2019) показали, что гибридные комбинации с высокой СКС по различным признакам в большинстве случаев были получены при скрещивании линий со средней или низкой ОКС, что свидетельствует о необходимости

определения не только ОКС-эффектов исходных форм, но и СКС-эффектов гибридных комбинаций, полученных с их участием. Тем не менее, линия с более высоким положительным эффектом ОКС считается хорошим родительским компонентом гибридов (S. Ahmad et al., 2009).

### **1.5. Наследование устойчивости томата к болезням**

В настоящее время на томатах встречается более 200 вредителей и патогенных микроорганизмов, представляющих серьезную угрозу здоровью растений и способных вызвать значительные экономические потери (Yu. Bai et al., 2018). Устойчивость к наиболее вредоносным болезням – одно из главных условий селекции новых сортов и гибридов томата, поскольку при массовом распространении болезни гибнет основная часть урожая (Р.Х. Беков, 2014).

Культура томата является наиболее глубоко генетически и селекционно изученным объектом. Благодаря исследованию дикого и культурного генофонда было найдено более 60 геноисточников устойчивости к разным болезням и вредителям (Ю.И. Авдеев и др., 2012). В связи с этим большую роль в практической селекции томата играет использование геноносителей устойчивости к болезням (Р.Х. Беков, 2014). Основная задача селекционера заключается в комбинировании максимального числа генов в одном генотипе.

В наших исследованиях были использованы линии томата с устойчивостью к 2-4 болезням: фузариозу, вирусу томатной мозаики, кладоспориозу, мелойдогинозу, мучнистой росе, вертициллезу.

#### **1.5.1. Устойчивость к фузариозному увяданию**

Фузариозное увядание томата (англ. *Fusarium wilt*, код *Fol*) впервые было описано Masse в 1895 г. Возбудитель – фитопатогенный гриб *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici*, реже – *F. moniliforme*, еще реже встречаются *F. nivale* и *F. solarium* (А.К. Ахатов, 2016). Заболевание распространено повсеместно в районах возделывания (Semini, 2013), наносит наибольший ущерб в теплицах, где ежегодно выращивают томат (А.К. Ахатов, 2016). Гриб может сохраняться в почве в течение нескольких лет, распространяться на сельскохозяйственной технике,

зараженных растительных остатках и с поливной водой (Seminis, 2013). Чаще всего фузариоз проявляется в период массового плодоношения: ухудшается плодообразование и качество плодов, растения могут оказаться бесплодными (Г.Н. Шевченко и др., 2014).

Селекция к патогену затруднена, так как он образует физиологические расы. В настоящее время известны три расы гриба *F. oxysporum* f. sp. *Lycopersici*: 1, 2 и 3 (син. 0, 1 и 2), имеющие специфическую патогенность к сортам и гибридам томата. В теплицах России было выявлено две расы, доминировала (более 90 %) раса 1 (Д. Амини и др., 2005).

Устойчивость томата к фузариозному увяданию наследуется полигенно, и гены устойчивости расположены в разных хромосомах. В диких видах томата идентифицированы доминантные гены *I*, *I2* (ист. *S. pimpinellifolium*) – локализируются на хромосоме 11 (M. Sarfatti et al., 1989; G. Simons et al., 1998; M.B. Sela-Buurlage et al., 2001); *I3* (ист. *S. pennellii*) – на хромосоме 7 (B.L. Bournival et al., 1989; S. Tanksley et al., 1991; M.N. Hemming et al., 2004; A.M. Catanzariti et al., 2015); *I4* и *I5* (ист. *S. pennellii*) на хромосоме 2 (M.B. Sela-Buurlage et al., 2001); *I6* (ист. *S. pennellii*) – на хромосоме 10 (M.B. Sela-Buurlage et al., 2001). Был выявлен ген *I7*, обеспечивающий устойчивость к расе 3 (Y. Gonzalez-Cendales et al., 2016), и кроме того, Бразильской корпорацией Embrapa был создан первый коммерческий гибрид томата BRS Imigrante с этим геном (A.M. Gonçalves et al., 2018).

Ген *I* обеспечивает устойчивость к расе 1 *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici* (N. Ori et al., 1997). Ген *I2* принадлежит к мультигенному семейству *I2C* (состоит из семи гомологов) и придает полную устойчивость к расе 2 *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici* (G. Segal et al., 1992; G. Simons et al., 1998). По некоторым данным, к расе 1 проявляют устойчивость генотипы как с геном *I*, так и с геном *I2* (Д. Амини и др., 2005). Локус *I3* дает устойчивость ко всем трем расам 1, 2 и 3 (B.L. Bournival et al., 1990).

Селекционная работа по созданию F1 гибридов томата, устойчивых к фузариозному увяданию, предусматривает идентификацию генов устойчивости в

используемом материале, для чего необходимо знание расового состава возбудителя.

Расы гриба невозможно идентифицировать по морфологическим признакам (O.S. Balogun et al., 2008). Дифференциации расового состава *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici* основывается на ПЦР с использованием специфических наборов праймеров (Y. Hirano et al., 2006). И.А. Фесенко и др. (2007) разработали ДНК-маркер на ген устойчивости томата к фузариозу *I2* для дальнейшего использования в селекционной работе для анализа генотипов на устойчивость к данному заболеванию. Д. Амини и Г.Ф. Монахос (2005) в своих исследованиях показали, что ПЦР-анализ в отличие от классической селекции (отбора по фенотипу) позволяет не только определить наличие гена устойчивости в генотипе растения, но и его состояние (гомо- или гетерозиготность), тем самым сократить селекционную работу. Многие селекционные компании (Seminis, Syngenta, Harris Moran, Sakata и др.) в процессе селекции томата используют молекулярные маркеры на устойчивость к болезням различного происхождения (С.И. Игнатова и др., 2008).

Агротехнические и химические меры борьбы с фузариозным увяданием томата в большинстве случаев не дают результата. Наиболее эффективным методом борьбы с данной болезнью является использование устойчивых сортов и гибридов томата (J.P. Jones et al., 1981; Seminis, 2013; А.К. Ахатов, 2016).

### **1.5.2. Устойчивость к вирусу томатной мозаики (ВТом)**

Вирус мозаики томата (англ. *Tomato mosaic virus*, код *ToMV*) – самое распространенное вирусное заболевание томата. Возбудитель – вирус мозаики томата (*Tomato mosaic tobamovirus*), относится к роду *Tobamovirus*. Ранее патоген рассматривали как штамм вируса табачной мозаики (*TMV*), сейчас его рассматривают как самостоятельный вид вирусов. Наиболее опасны некротические штаммы вируса. Потери урожая могут достигать 70 % (А.К. Ахатов, 2016). Основными симптомами болезни являются крапчатость листьев и задержка роста растений (Seminis, 2013). Инфицирование одного и того же растения томата

разными штаммами вируса может вызвать разные симптомы. Было установлено, что реакция растений зависит не только от генетики хозяина, но и от генотипа вируса (В.А. Пухальский, 2007). Вирус легко переносится на сельскохозяйственной технике, с пораженных растений на здоровые в процессе уходных работ (Seminis, 2013). Переносчиками вируса могут быть цикадки, гусеницы совок, тли, белокрылки и трипсы (А.К. Ахатов, 2016).

Надежной защитой от ВТом является выращивание устойчивых к вирусу сортов и гибридов томата. Устойчивость к вирусу мозаики томата контролируется генами *Tm-1*, аллельными генами *Tm-2* и *Tm-2<sup>2</sup>*, детерминирующими реакции сверхчувствительности к вирусу. Ген *Tm-1* был обнаружен у дикого вида *S. habrochaites* и локализован в хромосоме 2 (Н. Levesque et al., 1990). Гены *Tm-2* и *Tm-2<sup>2</sup>* – в хромосоме 9 у *S. peruvianum* (Т. Ohmori et al., 2000; F.C. Lanfermeijer et al., 2003).

Ген *Tm-1* не обеспечивает полной устойчивости к вирусу, в связи с чем необходимо сочетать несколько генов в одном генотипе (Б.В. Квасников и др., 1984). В.А. Пухальский и др. (2007) отмечают, что генотипы *Tm2<sup>2</sup>Tm2<sup>2</sup>Tm1+*, *Tm2<sup>2</sup>Tm2<sup>2</sup>Tm1Tm1* и *Tm2<sup>2</sup>+Tm1+* полностью устойчивы ко всем распространенным в России штаммам вируса. Результаты их исследований также показали, что наиболее высокой устойчивостью отличаются генотипы, содержащие все три гена устойчивости в гомо- или гетерозиготном состоянии. Гетерозиготы по этим генам при неблагоприятных условиях могут проявлять симптомы сверхчувствительности в виде системного некроза, хлоротичной мозаики в верхней части растения, стрика плодов (С.И. Игнатова, 2001).

Однако F.C. Lanfermeijer et al. (2003) сообщают о том, что гены *Tm-1* и *Tm-2* утратили свою значимость, поскольку часто встречающиеся штаммы *ToMV* преодолели эти гены устойчивости. Наиболее эффективным назвали ген *Tm-2<sup>2</sup>*, детерминирующий более длительную защиту от вируса и имеющий большое практическое значение для создания сортов и гибридов томата, устойчивых к вирусу мозаики.

### 1.5.3. Устойчивость к кладоспориозу

Кладоспориоз, или бурая (оливковая) пятнистость томата (англ. *Leaf mold*, код *Ff*) – одно из самых распространенных заболеваний томата в защищенном грунте, вызываемое *Cladosporium fulvum* Cke (син. *Fulvia fulva*) (M.H.A.J. Joosten et al., 1999). Патогенный гриб обычно поражает листья, на верхней поверхности которых появляются пораженные участки от светло-зеленой до желтоватой окраски, а на нижней поверхности образуются оливково-зеленые массы конидий гриба. Поражаться могут также стебли, цветки и плоды, у которых со стороны чашечки образуется кожистая гниль черного цвета (Semini, 2013). Вредоносность болезни велика, неустойчивые растения теряют более половины листовой поверхности даже при обработке фунгицидами (А.К. Ахатов, 2016), что может привести к значительным потерям урожая и снижению его качества в теплицах (M.J. Dickinson et al., 1993; T. Zhao et al., 2016).

Гриб обладает высокой расообразующей способностью. В результате многолетних исследований было выделено 86 штаммов *C. fulvum*, которые поражали генотипы томата в разных частях мира (I. Stergiopoulos et al., 2007). В России выявлено 8 рас возбудителя кладоспориоза (А.К. Ахатов, 2016). Идентификацию рас *C. Fulvum* проводят методом заражения специальных тест-сортов томата, содержащих известные гены устойчивости (*Cf*-гены) (А.В. Рудиковский и др., 2015).

Наиболее серьезные вспышки кладоспориоза вызваны появлением новых физиологических рас *C. Fulvum* с расширенным спектром вирулентности. Возбудитель кладоспориоза отличается высокой адаптивной способностью (З.Е. Грушецкая и др., 2007). Выращивание устойчивых томатов вместе с восприимчивыми приводит к накоплению комплекса вирулентных рас, способного поражать ранее устойчивые сорта.

Генетический механизм устойчивости к кладоспориозу сложен и контролируется 24 доминантными генами (А.К. Ахатов, 2016), объединенными в кластеры генов-гомологов *Hcr2s* и *Hcr9s* (N. Westerink et al., 2004). Большая часть генов была идентифицирована в диких видах томата и передана культурному

томату в процессе селекции (M.J. Dickinson et al., 1993). Источником генов *Cf-2*, *Cf-5*, *Cf-9* является вид *S. pimpinellifolium* (M.S. Dixon et al., 1996; C.M. Thomas et al., 1998), гена *Cf-4* – *S. habrochaites* (F.L. Takken et al., 1998).

В настоящее время из разных источников томата в селекцию вовлечены гены устойчивости *Cf-1*, *Cf-2*, *Cf-3*, *Cf-4*, *Cf-5*, *Cf-9* (В.Д. Поликсенова, 2002; A. Wang et al., 2007). По мнению З.Е. Грушецкой и др. (2010), введение нескольких генов устойчивости в один сорт с течением времени привело к возникновению более сложных рас патогена, способных преодолеть различные комбинации генов устойчивости растения.

На сегодняшний день многие *Cf*-гены преодолены *S. Fulvum*, несущим соответствующие гены авирулентности (*Avr*) (Т. Zhao et al., 2016). Р. Lindhout et al. (1989) сообщают о появившихся в Нидерландах, Франции и Польше расах *S. Fulvum*, которые преодолели гены *Cf-2*, *Cf-4*, *Cf-5*, *Cf-8*, *Cf-9* и *Cf-11*. J. Enya et al. (2009) отмечают, что у сортов томата *Lovely-Ai* и *Momotaro-Natsumi* с геном *Cf-9*, устойчивых ко всем японским расам *S. fulvum*, в 2007 г. наблюдались симптомы поражения кладоспориозом. Почти повсеместно утратили свое практическое значение гены *Cf-1* и *Cf-3* (А.К. Ахатов, 2016). В Китае были обнаружены расы *S. Fulvum*, преодолевшие ген *Cf-4* (Т. Zhao et al., 2016).

В России самые распространенные расы *S. Fulvum* 1, 3 и 4, эффективные гены устойчивости – *Cf-2*, *Cf-5*, *Cf-6*, *Cf-9* (С.И. Игнатова, 2001). Однако А.В. Рудиковский и др. (2015) выявили, что распространенные на территории Восточной Сибири расы *S. Fulvum* преодолевают защиту, обусловленную геном *Cf-2*, также ими был обнаружен ряд гибридов, которые поражались кладоспориозом несмотря на наличие гена *Cf-5*.

С.И. Игнатова и др. (1992) определили, что для достижения более стабильной устойчивости к кладоспориозу необходимо сочетать в гибриде не менее двух эффективных генов устойчивости.

И.Н. Шамшин и др. (2019) доказали высокую эффективность гена *Cf-19*, который индуцирует сверхчувствительность у растений томатов, инокулированных 1-4 физиологическими расами *S. Fulvum*. Также было

установлено, что ген *Cf-19* может проявлять неполное доминирование, у некоторых гетерозигот отмечен более высокий уровень тяжести болезни. На сегодняшний день у томатов с геном *Cf-19* не зарегистрировано ни одного случая поражения *S. Fulvum* (Т. Zhao et al., 2016).

#### 1.5.4. Устойчивость к мелойдогинозу

Галловая нематода (англ. *Root-knot nematodes*) – паразит большого числа видов сельскохозяйственных культур, цветочно-декоративных, древесных и кустарниковых растений (С.В. Лычагина и др., 2008). Вызывает мелойдогиноз – одно из трудноискоренимых заболеваний, встречающееся как в открытом, так и в защищенном грунте (А.К. Ахатов, 2016). У томата проявляется в общем ослаблении растений, хлоротичности и отмирании листьев, задержке в развитии, на корнях растений видны новообразования – галлы (Seminis, 2013). Потери урожая могут составить 20-80 %.

Из более чем 70 видов нематод рода *Meloidogyne* в теплицах России зарегистрированы 4: южная (*Meloidogyne incognita*, код *Mi*), яванская (*Meloidogyne javanica*, код *Mj*), арахисовая (*Meloidogyne arenaria*, код *Ma*), северная (*Meloidogyne hapla*). В открытом грунте нашей страны можно обнаружить только северную галловую нематоду (С.В. Лычагина и др., 2008), а в теплицах наиболее часто встречается южная галловая нематода (А.К. Ахатов, 2016).

Селекция на устойчивость томата к нематоде затруднена в связи с существованием различных видов и рас галловых нематод. Первичным источником устойчивости томата к галловым нематодам является линия Р1-128657, выделенная из *L. peruvianum*. Устойчивость к нематоде была передана культурному томату методом культуры тканей (А.В. Садыкин, 1990).

Многие сорта томата содержат доминантный ген *Mi*. Данный ген дает устойчивость к трем наиболее вредоносным видам *Meloidogyne spp.* (S.B. Milligan et al., 1998). Ген *Mi*, обеспечивающий генетическую устойчивость томата к нематоде, локализован в хромосоме 6 и тесно связан с геном *Aps-1*, кодирующим кислотную фосфатазу (R. Messeguer et al., 1991). У гибридов томата, полученных от

скрещивания устойчивых к галловой нематоды сортов и форм с восприимчивыми, признак нематоустойчивости доминирует, хотя в некоторых случаях проявляется неполностью (А.В. Садыкин, 1990).

Ген *Mi-1*, интрогрессированный из *L. peruvianum*, является основным источником устойчивости томата к нематоды, и наиболее широко используется в селекции (В.Ф. Аджиева и др., 2010). Ген *Mi-1* дает устойчивость к трем видам *Meloidogyne spp.* (*M. incognita*, *M. javanica* и *M. arenaria*) (R. Messeguer et al., 1991). Кроме того, ген *Mi-1* обеспечивает устойчивость к нескольким биотипам большой картофельной тли (*Macrosiphum euphorbiae*) (M. Rossi et al., 1998), В- и Q-биотипам табачной белокрылки (*Bemisia tabaci*) (G. Nombela et al., 2003). Известно, что ген *Mi-1* чувствителен к повышенным температурам и не активен при температуре почвы выше 28 °С (J.S.S. Ammiraju et al., 2003; Z. Devran et al., 2010).

Были выявлены два гомолога гена *Mi-1* – *Mi-1.1* и *Mi-1.2*, содержащие 91 % одинаковых аминокислот. S.B. Milligan et al. (1998) выяснили, что только ген *Mi-1.2* дает полную устойчивость. Введение гена *Mi-1.1* не дало результата. Возможно, этот ген дает устойчивость к другим видам *Meloidogyne spp.* или играет определенную роль в устойчивости к другим типам организмов.

Известно о нескольких популяциях *M. incognita*, которые поражали растения томата с геном *Mi*, что указывает на необходимость включения дополнительных генов устойчивости (J. Yaghoobi et al., 1995).

G.P. Cap et al. (1993) сообщают, что у *L. peruvianum* PI 270435 имеется ген *Mi-2*, который не зависит от гена *Mi* и отвечает за устойчивость к типичным штаммам *M. incognita*.

Ген *Mi-3*, обнаруженный в *L. peruvianum* PI126443, не связан с геном *Mi* и расположен на коротком плече хромосомы 12. Ген *Mi-3* обеспечивает устойчивость к *M. incognita* и *M. javanica* и эффективен против *Mi-1*-вирулентных штаммов нематоды. Ген *Mi-3* дает устойчивость к нематоды при температуре 32 °С, когда ген *Mi* не работает. Исследования показали, что устойчивость к нематоды выше у гомозигот *Mi-3/Mi-3*, чем у гетерозигот, хотя оба генотипа проявили сильную устойчивость (J. Yaghoobi et al., 1995, 2005).

В *L. peruvianum* LA2157 был идентифицирован еще один ген устойчивости к нематоде – *Mi-9*. Ген *Mi-9* является гомологом гена *Mi-1*, локализован в хромосоме 6 и дает устойчивость к *Mi-1* авирулентным изолятам *M. arenaria*, *M. incognita* и *M. javanica* при температуре 25-32 °С, а к *Mi-1* вирулентным изолятам устойчивости не обеспечивает (J.C. Veremis et al., 1999; B. Jablonska et al., 2007).

### 1.5.5. Устойчивость к вертициллезному увяданию

Род *Verticillium spp.* поражает более 400 видов деревьев и кустарников, овощных и декоративных культур, сорных и других травянистых растений, принадлежащих к 76 ботаническим семействам (G.F. Pegg et al., 2002). Вертициллез томата (англ. *Verticillium wilt*) вызывают *Verticillium albo-atrum* (код *Va*) и *V. dahliae* (код *Vd*), наиболее распространен вид *V. dahliae*. На томате встречается только специализированная раса патогена, так как возбудитель вертициллеза обычно развивается на люцерне и хлопчатнике (А.К. Ахатов, 2016).

В отличие от фузариозного увядания, симптомы вертициллезного увядания проявляются не с одной стороны листа, кисти или растения. Наблюдается равномерное пожелтение и увядание нижних листьев. По мере прогрессирования болезни начинают увядать и отмирать молодые листья, пока на верхушке растения не останется всего несколько здоровых листьев. Больные растения останавливаются в росте, ослабевают и дают мелкие плоды (S.P. Kumar et al., 2018). Вертициллезное увядание, как правило, не приводит к гибели растений (G. Vubicic et al., 2008). Однако у восприимчивых к *Verticillium spp.* сортов наблюдается значительная потеря урожая как в теплицах, так и в открытом грунте (G. Vubicic et al., 2008; C. Gayoso et al., 2010).

Устойчивость томата к вертициллезу основана на введении доминантного гена *Ve*, идентифицированного в 1930-х гг. у линии Peru Wild вида *Lycopersicon esculentum* (L. Schaible et al., 1951; N. Diwan et al., 1999). Было установлено, что ген *Ve* локализован на коротком плече хромосомы 9 (L.M. Kawchuk et al., 1998; N. Diwan et al., 1999; М.Ю. Куклев и др., 2009). W.R. Okie и R.G. Gardner (1982) обнаружили, что гибриды F1 – гетерозиготы по гену *Ve* – менее устойчивы, чем

гомозиготы, предполагая неполное доминирование гена устойчивости к вертициллезу.

Локус *Ve* состоит из двух сцепленных генов *Ve1* и *Ve2* (C. Gayoso et al., 2010). Исследования показали, что гены *Ve1* и *Ve2* у разных культур работают неодинаково. E.F. Fradin et al. (2009) доказали, что у томата только ген *Ve1* обеспечивает устойчивость к расе 1 *V. dahliae* и *V. albo-atrum*, но к расе 2 *V. dahliae* и *V. albo-atrum* устойчивости не дает. Исследования R.C. Filho et al. (2016) также подтвердили эффективность гена *Ve1*. Оценка устойчивости образцов томата к расе 1 *V. dahliae* по фенотипу (искусственное заражение) и генотипу (ПЦР-анализ) совпала у 94,3 % образцов. В то же время L.M. Kawchuk et al. (2001) отмечают, что у картофеля оба гена *Ve1* и *Ve2* дают устойчивость к расе 1 *V. albo-atrum*.

М.Ю. Куклев и др. (2009) разработали высокоэффективный CAPS-маркер локуса устойчивости томата к вертициллезу и подтвердили его действие на сортах и гибридах томата с известным аллельным состоянием гена *Ve*. Кроме того, впервые было показано, что в локусе *Ve* у восприимчивых генотипов томата имеются последовательности ДНК с высокой степенью гомологии к генам *Ve1* и *Ve2*, но функциональное состояние локуса в целом нарушено.

В ряде стран был обнаружен новый патотип (раса 2) *V. dahliae*, который разрушил устойчивость томата к вертициллезному увяданию, обусловленную геном *Ve* (M. Daami-Remadi et al., 2006; G. Bubicic et al., 2008). W.R. Okie и R.G. Gardner (1982) предположили, что толерантность к расе 2 контролируется 2 или 3 рецессивными генами.

В Калифорнии была проведена работа по интрогрессии устойчивости к расе 2 *V. dahliae* из авторской линии Veda, показавшей высокий уровень устойчивости при заражении 9-ю изолятами в условиях открытого и защищенного грунта. Более того, было установлено, что устойчивость к расе 2 *V. dahliae* у линии Veda наследуется доминантно (J. Stamova, 2006).

Z. Tabaeizadeh et al. (1999) ввели в культурный томат ген *pcht 28* из дикого вида *L. chilense*. Трансформированные растения показали высокий уровень устойчивости к обеим расам 1 и 2 *V. dahliae*.

## ГЛАВА 2. ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ, УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ, МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

### 2.1. Исходный материал

В качестве исходного материала исследований использовали коллекцию ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО детерминантных, полудетерминантных и индетерминантных линий томата, созданных Терешонковой Т.А. из различных отечественных и зарубежных источников, с устойчивостью к одной или нескольким болезням, в том числе фузариозу (гены *I1*, *I2*), кладоспориозу (ген *Cf-9*), ВТоМ (ген *Tm-2<sup>2</sup>*), вертициллезу (гены *Ve1*, *Ve2*), галловой нематоды (ген *Mi-1.2*) и/или обладающие другими ценными признаками (урожайность, устойчивость к растрескиванию и осыпанию плодов, высокое содержание сухого вещества, отличные вкусовые качества) (таблица 1).

Таблица 1 – Краткая характеристика линейного материала томата

№ п/п	Линия	Селекц. №	Группа	Тип роста	Окраска плода	Форма плода	Устойчивость
Линии крупноплодные, используемые в диаллельном скрещивании							
1	Gravitet	Кл 5929	Крупноплодные	Дет.	Красная	Округлая, плоскоокр.	<i>Ve1</i>
2	Trivet	Кл 5949	Крупноплодные	Дет.	Красная	Округлая	<i>I2</i> , <i>Ve1</i>
3	Магн 65	Кл 5933 Кл 5955	Крупноплодные	Полудет.	Красная	Округлая, плоскоокр.	<i>I1</i> , <i>Ve1</i> , <i>Ve2</i>
4	Ярк биф	Кл 5939	Крупноплодные	Индет.	Красная	Округлая	<i>Mi-1.2</i> , <i>Tm-2<sup>2</sup></i> , <i>I2</i> , <i>Ve1</i> , <i>Ve2</i>
5	К 16-11 Сед	Кл 5917	Крупноплодные	Индет.	Красная	Округлая	<i>Mi-1.2</i> , <i>Tm-2<sup>2</sup></i>
6	К6 16-12 биф	Кл 5922	Крупноплодные	Индет.	Красная	Округлая	<i>Mi-1.2</i> , <i>Tm-2<sup>2</sup></i> , <i>I2</i> , <i>Cf-9</i> , <i>Ve1</i> , <i>Ve2</i>
7	Lin	Кл 5927 Кл 5930	Крупноплодные	Индет.	Красная	Округлая	<i>Mi-1.2</i> , <i>Tm-2<sup>2</sup></i> , <i>I2</i> , <i>Cf-9</i> , <i>Ve1</i>
Линии черри, используемые в диаллельном скрещивании							
1	Лакомство	Л 6766	Черри	Дет.	Красная	Округлая	<i>I2</i> , <i>Cf-9</i>

№ п/п	Линия	Селекц. №	Группа	Тип роста	Окраска плода	Форма плода	Устойчивость
2	Банч	Л 6746	Черри	Индет.	Красная	Округлая	<i>Tm-2<sup>2</sup>, I2, Cf-9</i>
3	Дюймовочка	Л 6742	Черри	Индет.	Красная	Округлая	<i>Mi-1.2, Tm-2<sup>2</sup></i>
4	Кубарик	Л 6711 Л 6714	Черри	Индет.	Красная	Эллиптич.	<i>Tm-2<sup>2</sup>, I2</i>
5	S.Marz	Л 6724	Черри	Индет.	Красная	Цилиндрич.	нет
Линии крупноплодные и среднеплодные, используемые в топкросс							
1	Лун x Gr	Кб 174	Крупноплодные	Индет.	Красная	Плоскоокр.	<i>I2, Cf-9</i>
2	К 16-11 Сед	Кл 5920	Крупноплодные	Индет.	Красная	Округлая	<i>Mi-1.2, Tm-2<sup>2</sup></i>
3	16-12 DRS/Sim	Кл 5954	Крупноплодные	Индет.	Красная	Плоскоокр.	<i>Mi-1.2, Tm-2<sup>2</sup>, I2, Cf-9</i>
4	Тип Mil	Кб 73	Крупноплодные	Индет.	Красная	Округлая	<i>Mi-1.2, I2, Cf-9</i>
5	мл Алая каравелла F1	837/18	Среднеплодные	Индет.	Красная	Овальная	<i>Mi-1.2, Tm-2<sup>2</sup>, I2, Cf-9</i>
6	ол Алая каравелла F1	839/18	Среднеплодные	Индет.	Красная	Овальная	<i>Mi-1.2, Tm-2<sup>2</sup>, I2</i>
7	МГФ 1	МГФ 1	Крупноплодные	Индет.	Красная	Округлая	<i>Tm-2<sup>2</sup>, I2, Cf-9</i>
8	МГФ 2	МГФ 2	Среднеплодные	Дет.	Красная	Плоская, плоскоокр.	<i>I1, I2, Ve1, Ve2</i>
9	Дет. средний	Кл 6010 Кл 6011 Кл 6012 Кл 6014	Среднеплодные	Дет.	Красная	Овальная	<i>Mi-1.2</i>
10	мл Манг Cels	850/18	Крупноплодные	Полудет.	Красная	Сердцевид.	<i>Tm-2<sup>2</sup></i>
11	Ярк биф	Кл 5939	Крупноплодные	Индет.	Красная	Округлая	<i>Mi-1.2, Tm-2<sup>2</sup>, I2, Ve1, Ve2</i>
12	Grace	Кб 76	Крупноплодные	Индет.	Красная	Плоскоокр.	<i>I2</i>
Линии черри и коктейль, используемые в топкросс							
1	Банч	Л 6745	Черри	Индет.	Красная	Округлая	<i>Tm-2<sup>2</sup>, I2, Cf-9</i>
2	Lug 27	Л 6596	Черри	Индет.	Красная	Грушевид.	<i>Mi-1.2, I2</i>

№ п/п	Линия	Селекц. №	Группа	Тип роста	Окраска плода	Форма плода	Устойчивость
3	Arova	Л 6752	Черри	Индет.	Красная	Округло-овальная	I2
4	Кит вк.5	Л 6730	Черри	Индет.	Красная	Округлая	Mi-1.2, I2
5	Lug 22	Л 6608а	Черри	Индет.	Красная	Округлая	I2, Cf-9
6	Перп	Л 6720а	Черри	Индет.	Красная	Грушевид.	Mi-1.2, I2
7	Кубарик	1051/18	Черри	Индет.	Красная	Эллиптич.	Tm-2 <sup>2</sup> , I2
8	ол Золотой поток F1	859/18	Коктейль	Индет.	Желтая	Округлая	Mi-1.2, Tm-2 <sup>2</sup> , I2, Cf-9
9	мл Малиновы й десерт F1	856/18	Коктейль	Индет.	Малиновая	Округлая, овальная	Mi-1.2, I2, Cf-9

## 2.2. Условия проведения исследований

Исследования проведены в 2019-2022 гг. в Московской области (3 световая зона) в необогреваемой пленочной грунтовой теплице селекционного центра ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО (весенне-летний оборот); в поликарбонатной необогреваемой теплице, оборудованной многоярусными вегетационными трубными установками (весенне-летний оборот) («Фитопирамида»); в обогреваемой поликарбонатной теплице «Ришель» (ФГБНУ ФНЦО) с малообъемной технологией (продленный оборот).

В пленочной грунтовой теплице (посев семян – апрель, ликвидация культуры – конец сентября) уход за растениями включал полив (капельным методом), формирование (в один стебель путем регулярного пасынкования), удаление листьев (или части листовой пластинки), подвязывание, прополку, внесение удобрений. За 45 сут. до ликвидации культуры у растений удаляли точку роста. Схема посадки – двухстрочная: (90+40)×35; плотность посадки 4,4 раст./м<sup>2</sup>.

«Фитопирамида» (посев семян – апрель, ликвидация культуры – август) – это установка для многоярусного выращивания растений бессубстратным, аэроводным способом. Представляет собой каркас, на котором на нескольких ярусах размещены вегетационные трубы (рисунок 1). В вегетационные трубы по

определенной программе подается питательный раствор, при этом происходит периодическое подтопление корневой системы растения, и оно получает полноценное минеральное питание. При циклическом понижении уровня питательного раствора растение получает корневое воздушное питание (А.И. Селянский и др., 2013, 2013, 2013). ЕС питательного раствора во время плодоношения 2,5 мСм/см, рН 5,7. Соотношение основных элементов питательного раствора N:P:K:Ca:S:Mg составляет 1,0:0,4:1,8:1,0:0,8:0,3. Частота подачи питательного раствора – 1 раз в час днем, 2 раза за ночь, продолжительность подачи питательного раствора – 8 мин. Уход за растениями включал формирование (путем регулярного пасынкования), удаление листьев (или части листовой пластинки), подвязывание, внекорневые подкормки. Растения формировали в один стебель, до 3-х кистей с удалением точки роста. Растения выращивали на 4-х или 5-ти ярусах, на 1 установке – 176 или 220 растений, плотность посадки растений на установках – 23,8 и 31,4 раст./м<sup>2</sup> соответственно. «Фитопирамида» – технология новая и малоизученная. Данная технология отличается специфическими условиями выращивания (повышенная концентрация минеральных солей в питательном растворе, высокая плотность посадки на установках, различие в освещенности ярусов), что обуславливает необходимость создания специализированных гибридов F1 томата.



Рисунок 1 – Растения томата на МВТУ «Фитопирамида», 2021 год

Технология выращивания томата в продленной культуре в условиях малообъемной технологии (посев семян – январь, ликвидация культуры – конец сентября) общепринятая. Опытные растения выращивали в матах или коробах, наполненных субстратом «Профессионал» (рисунок 2). Субстрат состоит из 100 % верхового сфагнового торфа с добавлением известковых материалов и минеральных удобрений. Полив и питание растений осуществляется через капельную систему. Растения формировали в один стебель, удаляя все пасынки. За 45 сут. до ликвидации культуры у растений удаляли точку роста. Плотность посадки 2,8 раст./м<sup>2</sup>.



Рисунок 2 – Растения томата на малообъемной технологии, 2021 год (маты, слева) и 2022 год (короба, справа)

### 2.3. Методы исследований

В 2020-2021 гг. было проведено скрещивание 7 крупноплодных и 5 линий черри по схемам полных диаллельных скрещиваний (7×7 и 5×5 соответственно); 12 крупноплодных и среднеплодных линий (3×9), 9 линий черри и коктейль (4×5) методом топкросс.

В 2021-2022 гг. было проведено испытание новых гибридов F1 и их родительских линий в пленочной грунтовой теплице. 21 гибрид F1 прошел испытания в условиях технологии «Фитопирамида» в 2021 г., 14 гибридов F1 – в

условиях малообъемной технологии с использованием торфяного субстрата в 2021-2022 гг.

При оценке гибридов томата и исходных родительских линий учитывали раннюю (за первый месяц плодоношения) и общую (за весь период плодоношения) урожайность, среднюю массу товарного плода и товарность урожая; продолжительность фенофаз «всходы – начало цветения» и «всходы – начало созревания» (С.С. Литвинов, 2011). Содержание растворимых сухих веществ в плодах томата определяли рефрактометрическим методом. Оценку морфологических признаков растений проводили согласно Методике проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность (RTG/0044/3).

Идентификацию генов устойчивости *Mi-1.2*, *Tm-2<sup>2</sup>*, *I1*, *I2*, *Cf-9*, *Cf-19*, *Ve1*, *Ve2* проводили в лаборатории маркерной и геномной селекции растений ФГБНУ ВНИИСБ, в лаборатории молекулярно-генетического анализа плодовых растений ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, в лаборатории генетики и цитологии ФГБНУ ФНЦО. Были использованы стандартные методики, применяемые в молекулярной биологии (выделение ДНК, ПЦР, электрофорез в агарозном геле), оптимизированные для данного исследования и следующие специфические праймеры (таблица 2).

Таблица 2 – Нуклеотидные последовательности ПЦР-праймеров к генам устойчивости

Ген устойчивости	Название праймера	Нуклеотидная последовательность праймера	Автор оригинальной статьи
Mi-1.2	Mi23Fnew(non-spec)	GAATATTCTGGCAAAATTTGAGC	Разработка лаборатории маркерной и геномной селекции ВНИИСБ
Mi-1.2	Mi23Rnew	TCGTCTACTTAATAGTTCGTCG	
Tm-2 <sup>2</sup>	Tm2 SenF	TTTTTTGAACCTTTAGCGCCTTTG	
Tm-2 <sup>2</sup>	Tm2 SenR	GTTTCTGATGCCTCATTCAACTTCC	
I2	I-2/5F	CAAGGAACTGCGTCTGTCTG	
I2	I-2/5R	ATGAGCAATTTGTGGCCAGT	
Cf-9	CS5	TTTCCAACCTTACAATCCCTTC	Truong H.T.H. et al., 2011
Cf-9	DS1	GAGAGCTCAACCTTTACGAA	
Cf-9	CS1	GCCGTTCAAGTTGGGTGTT	
Cf-19	P7F	AGTGCAGAAATGGGTTGTGTA	T. Zhao et al., 2016
Cf-19	P7R	CCGGAGATCAAGCTCAACCA	
I1	I1F	TGTTGGCGGTAGTGATGAGA	

Ген устойчивости	Название праймера	Нуклеотидная последовательность праймера	Автор оригинальной статьи
I1	I1R	TCACCAATATTAGGCCCTTT	Y. Gonzalez-Cendales et al., 2014
Ve1	Outer primer Ve1_2072F	CCTTGATGGGGTTGATCTTTCGT	P. Arens et al., 2010
Ve1	Outer primer Ve1_2651R	GTAGGTGAGTTTCTTGGACAGTCGA	
Ve1	Ve1_SNP2199Ft	CAGGCCCTTTGGATGAATCACATT	
Ve1	Ve1_SNP2199Ra	GTTGGACAAAAGAGAGAAAGTGAAGCTAAGT	
Ve2	Outer primer Ve2_2720F	GGATCTTAGCTCACTTTATGTTTTGAAC	P. Arens et al., 2010
Ve2	Outer primer Ve2_3040R	GGTGCTGGTTTCAACTCTGAAGT	
Ve2	Ve2_SNP2827F	CAAATGCTTGAATCACTAGACCTGTGAAC	
Ve2	Ve2_SNP2827R	GGATCTCCCCGGACAGGTGGATTTC	
Mi-1.2	Mi23F	TGGAAAAATGTTGAATTTCTTTTG	S. Seah et al., 2007
Mi-1.2	Mi23R	GCATACTATATGGCTTGTTTACCC	
Tm-2 <sup>2</sup>	Tm2RSf3	TGGAGGGGAATATTTGTGGA	A. Shi et al., 2011
Tm-2 <sup>2</sup>	Tm2RS-r3	ACTTCAGACAACCCATTCGG	
I2	I-2/5F	CAAGGAACTGCGTCTGTCTG	Shuan-Cang Yu et al., 2008
I2	I-2/5R	ATGAGCAATTTGTGGCCAGT	

Оценку устойчивости к кладоспориозу (*C. fulvum*) проводили на многолетнем инфекционном фоне. Визуальный анализ пораженности растений проводили в сентябре (весенне-летний оборот, пленочные теплицы). Оценку проводили согласно методике, модифицированной ВНИИССОК (1986), по 5-ти балльной шкале учета листовых пятнистостей, где 0 – устойчивость (отсутствие симптомов поражения), 4 – 100 % поражение всего листового аппарата. Контроль устойчивый – отцовская линия гибрида томата Золотой поток F1, контроль восприимчивый – линия черри Л 6724.

Оценку устойчивости к вирусу мозаики томата (*Tomato mosaic virus*) проводили методом искусственного заражения сеянцев инокулюмом, полученным из сока зараженных растений. Инфекционный материал был предоставлен ФГБУ «ВНИИКР». У растений фиксировали симптоматику проявления болезни по 5-ти балльной шкале, где 0 – устойчивость (отсутствие симптомов поражения), 4 – 100 % поражение всего листового аппарата. Идентификацию ВТом в опытных

зараженных растениях проводили в ФГБУ «ВНИИКР». Контроль устойчивый – отцовская линия гибрида томата Золотой поток F1, контроль восприимчивый – гибрид томата Огн 4/18.

Устойчивость к фузариозному увяданию (*Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*, раса 2) определяли методом искусственного заражения семян суспензией спор (заключается в травмировании корешков семян и напитке растений суспензией спор). При оценке растений учитывали поражение листового аппарата (увядание, хлороз, некроз верхушки) и сосудов корня. Контроль устойчивый – отцовская линия гибрида томата Золотой поток F1, контроль восприимчивый – гибрид томата Армада F1.

Отмечали наличие у опытных растений признаков других болезней, проявляющихся в период вегетации: серой гнили (*Botrytis cinerea*), вершинной гнили томата (кальциевое голодание в дистальном конце плода), альтернариоза (*Alternaria solani* Sorauer), мучнистой росы (*Oidium neolycopersici*).

Симптомы болезней у растений томата представлены на рисунке 3.

Статистический анализ данных выполняли с помощью пакета анализа Excel.

Использовали общую классификацию корреляционных связей, предложенную в работе Э.В. Ивантера и А.В. Коросова (1992).

Общую (ОКС) и специфическую (СКС) комбинационную способность определяли по формулам (1) и (2):

$$\text{ОКС} = \text{Ср. Р} - \text{Ср. общ.}, \quad (1)$$

$$\text{СКС} = F_1 - \text{ОКС♀} - \text{ОКС♂} - \text{Ср. общ.}, \quad (2)$$

где ОКС – общая комбинационная способность;

Ср. Р – среднее значение признака родительской линии;

Ср. общ. – среднее значение признака общее;

СКС – специфическая комбинационная способность;

F<sub>1</sub> – значение признака у гибридной комбинации;

ОКС♀ – общая комбинационная способность материнской линии;

ОКС♂ – общая комбинационная способность отцовской линии.

Истинный гетерозисный эффект (Г<sub>ист</sub>) определяли по формуле (3):

$$\Gamma_{\text{ист}} = \frac{F_1 - P_{\text{луч}}}{P_{\text{луч}}} \times 100\%, \quad (3)$$

где  $\Gamma_{\text{ист}}$  – истинный гетерозисный эффект;

$F_1$  – значение признака у гибридной комбинации;

$P_{\text{луч}}$  – значение признака у лучшей родительской линии.

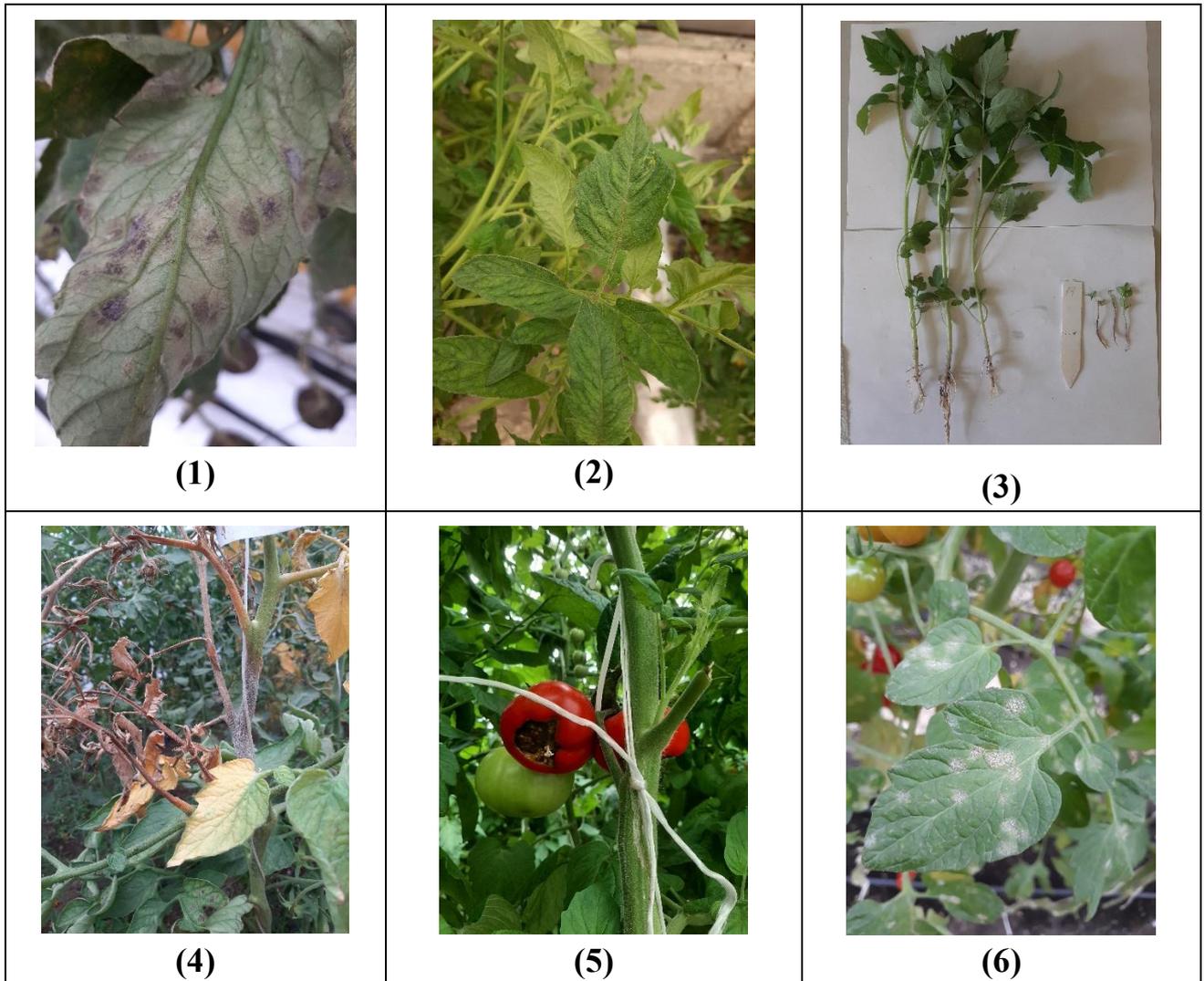


Рисунок 3 – Симптомы *C. fulvum* (1), *ToMV* (2), *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* (3), серой гнили (4), вершинной гнили (5) и мучнистой росы (6) у растений томата

#### 2.4. Метеорологические условия в годы проведения исследований

В защищенном грунте, особенно в необогреваемых летних теплицах, наибольшее значение имеет температура воздуха, в то время как полив растений полностью контролируется и регулируется в зависимости от погодных условий вегетационного периода.

В годы проведения исследований (2019-2022 гг.) температурные условия в целом благоприятствовали росту и развитию растений томата (приложения 1-4). Среднемноголетняя среднесуточная температура воздуха в среднем за месяц составляла 15,4, 17,6 и 15,8 °С в июне, июле и августе соответственно. По данным АМС ВНИИО (Московская обл., д. Веря) среднесуточная температура воздуха в июне-августе 2021-2022 гг. превышала многолетнюю норму на 3,3-6,5 °С в среднем за месяц. Наибольшая среднесуточная температура воздуха, равная 25,3 °С отмечалась во II декаде июля 2021 г. В отдельные дни в летние месяцы температура воздуха днем превышала +30-40 °С, что отрицательно сказалось на завязываемости плодов и урожайности культуры. В конце сентября в ночное время наблюдались заморозки.

Температуру и влажность воздуха в теплице «Фитопирамида» регулировали методом вентиляции и проветривания через фрамуги для поддержания благоприятной для растений среды. В пленочных теплицах в солнечные дни температура воздуха поднималась на 10-15°С выше открытого грунта.

## **2.5. Схема опыта**

Исследования были проведены в 2019-2023 гг. согласно схеме опыта, отражающей основные этапы работы по созданию гибридов томата (таблица 3).

Таблица 3 – Схема опыта (2019-2023 гг.)

2019 год	2020 год	2021 год	2022 год	2023 год
Оценка коллекции сортов и гибридов томата F1 на МВТУ «Фитопирамида» <b>2019-2020 гг.</b>				
Разработка модели гибридов томата F1 для технологии «Фитопирамида» <b>2019-2020 гг.</b>				
	Гибридизация (диаллельное скрещивание, топкросс) <b>2020-2021 гг.</b>	Определение ОКС и СКС линейного материала томата <b>2021 г.</b>		
		Оценка новых гибридных комбинаций в условиях традиционной технологии на грунтах и МВТУ «Фитопирамида» <b>2021 г.</b>		
		Испытание новых гибридных комбинаций на малообъемной технологии (торфяной субстрат) <b>2021-2022 гг.</b>		
		Оценка устойчивости новых гибридных комбинаций к болезням классическими и инновационными методами (инфекционный фон, ПЦР-диагностика) <b>2021-2023 гг.</b>		

## ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

### 3.1. Разработка модели гибрида томата F1 для малообъемной технологии «Фитопирамида»

В 2019 г. в весенне-летнем обороте на МВТУ «Фитопирамида» было проведено испытание 24 сортов и гибридов томата F1: 11 гибридов и 2 сорта томата группы черри индетерминантного типа роста; 2 гибрида томата группы коктейль индетерминантного типа роста; 3 гибрида и 1 сорт томата группы черри детерминантного типа роста; 5 гибридов томата группы коктейль детерминантного типа роста (таблица 4).

Растения выращивали на 5 ярусах, на 1 установке – 220 растений, плотность посадки 31,4 раст./м<sup>2</sup>. Растения формировали в 1 стебель, до 3-х кистей с удалением точки роста.

Таблица 4 – Результаты испытания сортов и гибридов томата на МВТУ «Фитопирамида», 2019 год

№ п/п	Образец	«В-НС», сут.	Продуктивность, кг/раст.	Урожайность, кг/м <sup>2</sup>	Товарность, %	МД РСВ, %
Сорта и гибриды томата индетерминантного типа роста группы черри						
1	Эльф F1	72	0,23	7,3	94	5,0
2	Волшебная арфа F1	83	0,20	6,4	97	4,6
3	Терек F1	72	0,26	8,3	81	5,1
4	Малиновый десерт F1	83	0,23	7,1	79	4,5
5	Коралловые бусы F1	69	0,56	17,6	89	5,7
6	Оранжевая гирлянда F1	72	0,49	15,3	72	5,2
7	Золотые бусы F1	79	0,21	6,6	97	5,9
8	Мадейра F1	74	0,17	5,4	95	5,3
9	Абрикотин F1	87	0,26	8,1	98	3,7
10	Сладкий фонтан F1	81	0,15	4,7	94	5,9
11	Оранжевый фонтан	72	0,27	8,4	100	6,0
12	Лунный фонтан F1	79	0,37	11,6	98	6,0
13	Л 116/12	79	0,38	12,0	71	5,3
НСР <sub>05</sub>		–	0,08	2,35	–	0,41
Гибриды томата индетерминантного типа роста группы коктейль						
1	Красный лукум F1	72	0,43	13,4	77	5,0
2	Золотой поток F1	81	0,53	16,5	92	3,4
НСР <sub>05</sub>		–	0,64	19,69	–	10,16

№ п/п	Образец	«В-НС», сут.	Продуктивность, кг/раст.	Урожайность, кг/м <sup>2</sup>	Товарность, %	МД РСВ, %
Сорта и гибриды томата детерминантного типа роста группы черри						
1	Малиновый фонтан F1	75	0,20	6,2	90	3,6
2	Сладкая встреча	81	0,44	13,7	88	4,3
3	61-16 F1	72	0,45	14,0	96	3,7
4	Вериге F1	72	0,53	16,6	73	2,8
НСР <sub>05</sub>		–	0,23	7,12	–	0,98
Гибриды томата детерминантного типа роста группы коктейль						
1	Бемби F1	79	0,83	26,1	81	2,5
2	63-16 F1	72	0,60	18,7	88	1,3
3	220-15 F1	79	0,61	19,3	75	4,2
4	Уникум F1	81	0,28	8,7	94	2,1
5	Консерватто F1	81	0,68	21,5	85	3,0
НСР <sub>05</sub>		–	0,25	7,92	–	1,34

У сортов и гибридов томата разных групп и типа роста наблюдалась существенная разница по срокам созревания. Продолжительность периода «всходы – начало созревания» («В-НС») варьировала от 69 сут. у гибрида Коралловые бусы F1 до 87 сут. у гибрида Абрикотин F1. Отметим, что на установках «Фитопирамида» отмечается ускорение прохождения фаз развития растений, период «всходы – начало созревания» короче по сравнению с традиционной технологией выращивания томата в пленочной грунтовой теплице.

Урожайность образцов томата также была на разном уровне. Из группы черри наибольшую урожайность показал индетерминантный гибрид Коралловые бусы F1 – 17,6 кг/м<sup>2</sup>. В группе томатов коктейльного типа высокий уровень урожайности показали детерминантные гибриды Бемби F1 и Консерватто F1 – 26,1 и 21,5 кг/м<sup>2</sup> соответственно. Среди 24 исследуемых образцов томата максимальную урожайность показал детерминантный гибрид группы коктейль Бемби F1. Низкая урожайность у части изучаемых образцов объясняется слабой завязываемостью плодов в кисти и осыпаваемостью плодов. Товарность плодов у большинства исследуемых образцов ниже 95 %, что обусловлено поражением вершинной гнилью томата (ВГТ) и растрескиваемостью плодов при созревании. Содержание растворимых сухих веществ (МД РСВ) в плодах томата исследуемых образцов не превысило 6,0 %.

Таким образом, по результатам комплексной оценки сортов и гибридов томата F1 на МВТУ «Фитопирамида» в 2019 году лучший результат показал гибрид черри индетерминантного типа роста Коралловые бусы F1, лидирующий по скороспелости, урожайности, отличающийся высокими вкусовыми качествами.

Опыт 2019 года показал, что выращивание индетерминантных томатов (уходные работы, сбор урожая) на 5-ом ярусе затруднительно ввиду большой высоты растений. Оптимальная схема посадки индетерминантных томатов – в 4 яруса. Была отмечена необходимость подбора сортов и гибридов томата с укороченными междоузлиями, устойчивых к вершинной гнили, растрескиванию и осыпанию плодов.

**В 2020 г.** в весенне-летнем обороте на МВТУ «Фитопирамида» было проведено испытание 15 образцов томата: 4 гибрида и 2 сорта томата группы черри индетерминантного типа роста; 2 гибрида томата группы коктейль индетерминантного типа роста; 3 гибрида и 1 сорт томата группы среднеплодные индетерминантного типа роста; 3 сорта томата группы среднеплодные детерминантного типа роста (таблица 5).

В опыте 2020 г. растения выращивали на 4 ярусах, на 1 установке – 176 растений, плотность посадки 23,8 раст./м<sup>2</sup>. Растения формировали в 1 стебель, до 3-х кистей с удалением точки роста.

В группе черри высокую урожайность в сочетании с высокой товарностью урожая показали гибриды Волшебная арфа F1 – 22,1 кг/м<sup>2</sup>, Коралловые бусы F1 и Лунный фонтан F1 – 17,9 кг/м<sup>2</sup>. Золотой поток F1 из группы коктейль показал урожайность на высоком уровне – 20,0 кг/м<sup>2</sup>. Отметим, что все гибриды, которые проходили повторное испытание на гидропонных установках, показали более высокий уровень продуктивности и урожайности в 2020 г. при выращивании на 4 ярусах (при меньшей плотности посадки) по сравнению с 2019 г. на 5 ярусах (таблица 6). При этом гибриды Золотой поток F1 и Коралловые бусы F1 дали высокий урожай в оба года исследований (при разной плотности посадки в 2019 и 2020 г.). Продолжительность периода «всходы – начало созревания» («В-НС») у образцов черри и коктейль составила 75-82 сут. в зависимости от генотипа.

Таблица 5 – Результаты испытания сортов и гибридов томата F1 на МВТУ «Фитопирамида», 2020 год

№ п/п	Образец	«В-НЦ», сут.	«В-НС», сут.	Продуктивность, кг/раст.	Урожайность, кг/м <sup>2</sup>	Товарность, %	Средняя масса плода, г	МД РСВ, %
Сорта и гибриды томата группы черри индетерминантного типа роста								
1	Коралловые бусы F1	37	75	0,75	17,9	98	12	6,6
2	Эльф F1	39	75	0,56	13,3	95	10	6,4
3	Волшебная арфа F1	39	77	0,93	22,1	99	18	4,9
4	Лунный фонтан F1	46	82	0,75	17,9	96	10	6,4
5	Гранатовая капля	41	76	0,49	11,7	85	19	5,5
6	Черный шоколад	41	78	0,81	19,3	82	14	6,0
НСР <sub>05</sub>		–	–	0,17	4,06	–	4,11	0,69
Гибриды томата группы коктейль индетерминантного типа роста								
1	Золотой поток F1	37	79	0,84	20,0	99	23	4,6
2	Красный лукум F1	39	79	0,70	16,7	97	21	6,0
НСР <sub>05</sub>		–	–	0,89	20,97	–	12,71	8,89
Сорта и гибриды томата группы среднеплодные индетерминантного типа роста								
1	Алый фрегат F1	46	93	1,18	28,1	94	101	4,0
2	Розовый фрегат F1	41	85	0,80	19,0	91	91	3,5
3	Креолка F1	41	79	1,14	27,0	75	89	4,9
4	Искры пламени	41	93	0,34	8,0	90	84	4,4
НСР <sub>05</sub>		–	–	0,62	14,77	–	11,35	0,95
Сорта томата группы среднеплодные детерминантного типа роста								
1	Розовый агат	41	88	0,46	10,9	76	87	4,4
2	Золотой агат	39	78	0,91	21,6	74	63	3,9
3	Банан желтый	39	93	0,56	13,4	41	60	4,1
НСР <sub>05</sub>		–	–	0,59	13,90	–	36,76	0,63

Таблица 6 – Результаты испытаний гибридов томата F1 на МВТУ «Фитопирамида» при разной плотности посадки, 2019-2020 гг.

№ п/п	Образец	Продуктивность, кг/раст.		2020 к 2019, %	Урожайность, кг/м <sup>2</sup>		2020 к 2019, %	Товарность, %		2020 к 2019, %
		2019 г. 5 ярусов	2020 г. 4 яруса		2019 г. 5 ярусов	2020 г. 4 яруса		2019 г. 5 ярусов	2020 г. 4 яруса	
Гибриды томата группы черри индетерминантного типа роста										
1	Коралловые бусы F1	0,56	0,75	134	17,6	17,9	102	89	98	110
2	Эльф F1	0,23	0,56	243	7,3	13,3	182	94	95	101
3	Волшебная арфа F1	0,20	0,93	465	6,4	22,1	345	97	99	102
4	Лунный фонтан F1	0,37	0,75	203	11,6	17,9	154	98	96	98
НСР <sub>05</sub>		0,26	0,24	227,70	8,14	5,72	166,88	–	–	–
Гибриды томата группы коктейль индетерминантного типа роста										
1	Золотой поток F1	0,53	0,84	158	16,5	20,0	121	92	99	108
2	Красный лукум F1	0,43	0,70	163	13,4	16,7	125	77	97	126
НСР <sub>05</sub>		0,64	0,89	31,77	19,69	20,97	25,41	–	–	–

Самыми ранними в группе черри в 2020 г. были гибриды Коралловые бусы F1 и Эльф F1 (75 сут.), так же, как и в 2019 г. Содержание растворимых сухих веществ у томатов черри варьировало от 4,9 % (Волшебная арфа F1) до 6,6 % (Коралловые бусы F1).

Из среднеплодных томатов наилучший результат показал кистевой гибрид индетерминантного типа роста Алый фрегат F1 – урожайность 28,1 кг/м<sup>2</sup> при высокой товарности плодов 94 %. Высокий результат (более 20 кг/м<sup>2</sup>) показали также индетерминантный гибрид Креолка F1 и детерминантный сорт Золотой агат, однако отмечена низкая товарность урожая вследствие растрескивания и слабой завязываемости плодов. Самыми ранними из среднеплодных томатов были Креолка F1 и Золотой агат – от всходов до начала созревания 79 и 78 сут. соответственно. Среди среднеплодных томатов максимальное содержание растворимых сухих веществ отмечено в плодах гибрида Креолка F1 (4,9 %).

Таким образом, по результатам комплексной оценки сортов и гибридов томата F1 на МВТУ «Фитопирамида» в 2020 году лучший результат показали гибрид черри Волшебная арфа F1 и кистевой гибрид Алый фрегат F1.

На основании анализа результатов исследований, проведенных в 2019-2020 гг., были разработаны **модели гибридов** томата групп черри и коктейль, крупноплодные и кистевые для выращивания по технологии «Фитопирамида». Модели учитывают специфические требования к гибридам томата, предназначенным для выращивания по данной технологии, в первую очередь, это раннеспелость, высокая урожайность, устойчивость к вершинной гнили.

Была отмечена необходимость устойчивости гибридов к растрескиванию и осыпанию плодов. Актуальной проблемой остается устойчивость растений к болезням, особенно вирусным и грибным. Практика показывает, что листовые инфекции (кладоспориоз, мучнистая роса, серая гниль) могут развиваться даже за короткий культурооборот. Ограничение роста растений по высоте дает возможность выращивать на гидропонных установках «Фитопирамида» гибриды как детерминантного, так и индетерминантного типа роста. Однако при высокой плотности посадки растений на гидропонных установках необходимы

укороченные междоузлия и компактный лист, что обеспечит лучший уровень освещенности растений на всех ярусах по высоте. Уровень освещенности растений на нижних ярусах установок значительно ниже по сравнению с верхними, более равномерному распределению освещенности по ярусам способствует использование нижней досветки.

У черри (таблица 7) с промежуточной и сложной кистью урожайность выше по сравнению с черри с простой кистью за счет большего количества плодов в кисти (в 1,5-3 раза). Томаты с вытянутыми по форме плодами в большей степени предрасположены к вершинной гнили, и гибриды с цилиндрической формой плода не подходят для малообъемной технологии.

Таблица 7 – Модель гибрида томата групп черри и коктейль для технологии «Фитопирамида»

<b>Параметр</b>	<b>Характеристика</b>
Тип роста	Детерминантный Индетерминантный с укороченными междоузлиями Полудетерминантный
Масса плода, г	Черри – 15-30 Коктейль – 30-60
Срок созревания	Раннеспелый (до 95 сут.)
Урожайность*, кг/м <sup>2</sup>	Более 20
Тип кисти	Промежуточная, сложная
Число плодов в кисти	Черри – 20-30 (в простой кисти) Коктейль – 12-14 (в простой кисти)
Форма плода	Округлая, овальная
Лист	Компактный, укороченный
Окраска плода	Ярко выраженная, равномерная
Вкус	Сладкий, кисло-сладкий
Растворимые сухие вещества, %	6-9
Устойчивость к растрескиванию и осыпанию плодов	Высокая
Устойчивость к болезням	Fol, Ff, TSWV, ToMV, TYLCV, Op, к вершинной гнили томата

\* За весь период плодоношения (1-1,5 мес.)

Для крупноплодных и кистевых томатов (таблица 8) сохраняются такие требования, как раннеспелость, высокая урожайность, укороченные междоузлия и компактный лист, устойчивость к вершинной гнили, растрескиванию и осыпанию

плодов, к болезням. Но кисть простого типа, с формированием на 3-5 плодов у крупноплодных, на 6-8 плодов у кистевых. Формирование кисти позволяет получить более крупные плоды, выравненные по массе и размеру. Показатель урожайности выше – более 35 кг/м<sup>2</sup>. Растворимых сухих веществ в плодах 4-5 %.

Таблица 8 – Модель гибрида томата групп крупноплодные и кистевые для технологии «Фитопирамида»

<b>Параметр</b>	<b>Характеристика</b>
Тип роста	Детерминантный Индетерминантный с укороченными междоузлиями Полудетерминантный
Масса плода, г	Крупноплодные – 160-200 Кистевые – 100-130
Срок созревания	Раннеспелый (до 95 сут.)
Урожайность*, кг/м <sup>2</sup>	Более 35
Тип кисти	Простая
Число плодов в кисти	Крупноплодные – 3-5 Кистевые – 6-8
Форма плода	Округлая, овальная
Лист	Компактный, укороченный
Окраска плода	Ярко выраженная, равномерная
Вкус	Сладкий, кисло-сладкий
Растворимые сухие вещества, %	4-5
Устойчивость к растрескиванию и осыпанию плодов	Высокая
Устойчивость к болезням	Fol, Ff, TSWV, ToMV, TYLCV, Op, к вершинной гнили томата

\* За весь период плодоношения (1-1,5 мес.)

Таким образом, проведенные исследования позволили сформулировать основные требования к гибридам томата разных товарных групп для технологии «Фитопирамида» и разработать модели гибридов, учитывающие специфические условия выращивания томата на гидропонных установках.

### **3.2. Оценка новых гибридных комбинаций на разных типах малообъемной технологии**

В 2021 г. в весенне-летнем обороте в условиях технологии «Фитопирамида» было проведено испытание новых гибридных комбинаций,

полученных от скрещивания отобранных родительских линий в 2020 г. Было исследовано 2 кистевых гибрида, 13 крупноплодных гибридов и 6 гибридов черри (таблица 9). В данном опыте все растения выращивали на 4-х ярусах, аналогично опыту 2020 г.

Минимальный период от всходов до начала созревания у крупноплодных и кистевых гибридов составил 83 сут., у черри – 71 сут. Самый ранний гибрид черри опережает по срокам созревания самый ранний крупноплодный гибрид на 12 сут. Все исследуемые гибриды вошли в группу раннеспелых, период «всходы – начало созревания» не превысил 89 сут. у крупноплодных гибридов и 76 сут. у гибридов черри.

Урожайность гибридов варьировала в широких пределах, в большей степени в группе крупноплодных и кистевых. По урожайности среди крупноплодных гибридов выделился гибрид Га21 с массой плода 186 г – 34,2 кг/м<sup>2</sup>, что на уровне стандарта Румяный шар F1. Два исследуемых кистевых гибрида Га62(2) и Га74(2) с массой плода 113 г показали высокую урожайность – 34,6 и 33,2 кг/м<sup>2</sup> соответственно (102 и 98 % к стандарту). Урожайность крупноплодных гибридов варьировала от 21,0 до 34,2 кг/м<sup>2</sup>, средняя масса плода – от 129 до 186 г.

В группе черри лучший результат у гибридов Га101(2) и Га110 – 13,9 и 13,6 кг/м<sup>2</sup> соответственно. Преобладание простого типа кисти, слабая завязываемость плодов на конце кисти и залом кисти отрицательно сказались на уровне урожайности гибридов черри. Урожайность новых гибридов ниже стандарта – гибрида Коралловые бусы F1, который формирует преимущественно промежуточные и сложные двусторонние длинные кисти. Тем не менее, все исследуемые гибриды показали устойчивость к растрескиванию плодов и вершинной гнили, а товарность полученного урожая у всех гибридов выше 93 %.

Таблица 9 – Результаты испытания новых гибридных комбинаций на МВТУ «Фитопирамида», 2021 год

№ п/п	Селек- ционный номер	Комбинация	«В-НЦ», сут.	«В-НС», сут.	Продук- тивность, кг/раст.	Урожайность		Товар- ность, %	Средняя масса плода, г	МД РСВ, %
						кг/м <sup>2</sup>	% к St			
Гибриды F1 крупноплодные и кистевые										
1	Га62(2)	К6 174 × 839/18	39	85	1,45	34,6	102	93	113	3,5
2	Га21	Кл 5930 × Кл 5939	38	85	1,44	34,2	101	99	186	3,2
3	Га74(2)	Кл 5954 × 839/18	37	83	1,39	33,2	98	86	113	4,0
4	Га44(2)	Кл 5939 × Кл 5917	37	83	1,18	28,2	83	91	136	3,7
5	Га48(2)	Кл 5939 × Кл 5930	39	88	1,10	26,3	77	93	178	4,1
6	Га27а	Кл 5929 × Кл 5939	37	83	1,10	26,2	77	92	150	3,4
7	Га18	Кл 5930 × Кл 5949	39	87	1,09	26,0	76	92	151	4,2
8	Га40	Кл 5955 × Кл 5930	42	87	1,09	25,9	76	99	167	4,0
9	Га61(1)	К6 174 × К6 73	40	89	1,07	25,6	75	96	140	3,0
10	Га39	Кл 5955 × Кл 5927	39	85	1,07	25,4	75	93	166	3,0
11	Га32(2)	Кл 5933 × Кл 5939	37	85	1,04	24,8	73	90	147	4,2
12	Га46	Кл 5939 × Кл 5922	39	83	1,01	24,0	71	93	149	3,2
13	Га31(1)	Кл 5933 × Кл 5929	42	86	1,01	24,0	71	96	146	4,4
14	Га78	Кл 5954 × К6 73	37	85	1,00	23,9	70	89	145	4,0
15	Га59	Кл 5949 × Кл 5939	37	86	0,88	21,0	62	95	129	3,6
НСР <sub>05</sub>			–	–	0,09	2,22	–	–	11,54	0,26
St Румяный шар F1			40	89	1,43	34,0	–	97	190	4,0
Гибриды F1 черри										
1	Га101(2)	Л 6766 × Л 6711	34	71	0,58	13,9	76	97	14	5,5
2	Га110	Л 6745 × 859/18	33	71	0,57	13,6	74	98	19	5,5
3	Га81(1)	Л 6742 × Л 6714	33	71	0,50	11,8	64	95	12	6,9
4	Га109	Л 6745 × 1051/18	35	76	0,48	11,4	62	96	10	7,5
5	Га126	Л 6752 × 1051/18	35	71	0,47	11,3	62	94	11	6,5
6	Га100	Л 6746 × Л 6742	33	76	0,44	10,5	57	94	9	6,9
НСР <sub>05</sub>			–	–	0,06	1,44	–	–	3,80	0,85
St Коралловые бусы F1			34	70	0,77	18,3	–	97	13	6,6

Наибольшее содержание растворимых сухих веществ в плодах в группе крупноплодных и кистевых гибридов отмечено у гибрида Га31(1) (4,4 %), в группе черри гибридов – у гибрида Га109 (7,5 %).

По итогам испытаний новых гибридных комбинаций на гидропонных установках в 2021 г. в качестве перспективных для технологии «Фитопирамида» выделены 3 гибрида F1 разных товарных групп: Га21 (крупноплодный), Га62(2) (кистевой) и Га101(2) (черри). Данные гибриды отвечают таким требованиям, как раннеспелость, высокая урожайность и товарность урожая, стрессоустойчивость.

В 2021-2022 гг. было проведено испытание 14 новых гибридных комбинаций на **малообъемной технологии с использованием торфяного питательного субстрата** (в продленном обороте). Растения выращивали в матах или коробах с торфом, полив и питание растений – через капельную систему.

Исследуемые показатели сильно изменялись в зависимости от года испытаний (таблицы 10, 11). Урожайность всех изучаемых гибридов в 2022 г. была значительно выше по сравнению с 2021 г. У крупноплодных гибридов урожайность в 2021 г. была на уровне 10,1-16,7 кг/м<sup>2</sup>, в 2022 г. – 20,6-32,2 кг/м<sup>2</sup>. Максимальная разница в урожайности отмечена у гибрида Га34 – 17,5 кг/м<sup>2</sup>. В группе гибридов черри отмечена аналогичная закономерность. Наибольшая урожайность в 2021 г. составила 7,7 кг/м<sup>2</sup>, в 2022 г. – 17,2 кг/м<sup>2</sup>. Однако товарность полученного урожая в оба года исследований была на невысоком уровне: у крупноплодных гибридов – 68-95 %, у гибридов черри – 59-85 %.

У 9 из 10 крупноплодных гибридов средняя масса плода была больше в 2022 г. Разница по массе плода достигала 52 г (гибрид Га46 – 216 и 164 г в 2022 и 2021 г. соответственно). По крупноплодности в 2021 г. выделился гибрид Га27а (200 г), в 2022 г. – гибриды Га27а, Га23 и Га46 (более 200 г).

Разница в урожайности объясняется более благоприятными условиями вегетационного периода 2022 г. В 2021 г. вследствие экстремально высоких температур в дневное время суток в летние месяцы (35-40 °С) существенно снизилась завязываемость плодов, в июле был отмечен резкий спад урожайности и уменьшение средней массы плода.

Таблица 10 – Результаты испытаний новых гибридных комбинаций на малообъемной технологии (торфяной субстрат), 2021-2022 гг.

№ п/п	Селекционный номер	Комбинация	Продуктивность, кг/раст.		Урожайность				Товарность, %		Средняя масса плода, г	
			2022 г.	2021 г.	2022 г.		2021 г.		2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.
					кг/м <sup>2</sup>	% к St	кг/м <sup>2</sup>	% к St				
Гибриды F1 крупноплодные												
1	Га2(2)	Кл 5917 × Кл 5930	11,50	4,80	32,2	93	13,4	72	85	88	191	151
2	Га27а	Кл 5929 × Кл 5939	10,80	6,00	30,3	87	16,7	90	89	95	209	200
3	Га23	Кл 5929 × Кл 5930	10,10	4,80	28,3	82	13,5	73	83	78	206	182
4	Га34	Кл 5933 × Кл 5917	9,85	3,60	27,6	80	10,1	55	84	68	164	138
5	Га78	Кл 5954 × К6 73	9,35	4,30	26,2	76	12,1	65	81	74	185	169
6	Га46	Кл 5939 × Кл 5922	9,20	4,70	25,8	74	13,1	71	81	81	216	164
7	Га21	Кл 5930 × Кл 5939	8,95	4,05	25,2	73	11,3	61	78	85	193	170
8	Га59	Кл 5949 × Кл 5939	8,20	3,80	22,9	66	10,7	58	78	78	191	190
9	Га18	Кл 5930 × Кл 5949	8,10	4,45	22,8	66	12,5	68	73	90	179	159
10	Га62(2)	К6 174 × 839/18	7,35	4,40	20,6	59	12,4	67	79	71	150	158
НСР <sub>05</sub>			0,91	0,48	2,55	–	1,31	–	–	–	14,51	13,27
St Ред Ривер F1			12,4	6,6	34,7	–	18,5	–	80	82	198	192
Гибриды F1 черри												
1	Га101(2)	Л 6766 × Л 6711	6,10	2,60	17,2	110	7,3	100	81	83	14	13
2	Га103(1)	Л 6766 × Л 6724	5,30	2,75	14,8	94	7,7	105	81	85	14	12
3	Га100	Л 6746 × Л 6742	4,40	2,55	12,3	78	7,1	97	70	65	12	11
4	Га107(2)	Л 6745 × Л 6720а	2,95	2,40	8,2	52	6,8	93	59	71	10	9
НСР <sub>05</sub>			2,15	0,23	6,12	–	0,60	–	–	–	3,05	2,72
St Коралловые бусы F1			5,6	2,6	15,7	–	7,3	–	81	84	13	12

Таблица 11 – Результаты испытаний новых гибридных комбинаций на малообъемной технологии (торфяной субстрат), 2021-2022 гг. (продолжение)

№ п/п	Селек- ционный номер	Комбинация	«В-НЦ», сут.		«В-НС», сут.		МД РСВ, %	
			2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.
Гибриды F1 крупноплодные								
1	Га2(2)	Кл 5917 × Кл 5930	56	64	114	124	5,7	4,7
2	Га27а	Кл 5929 × Кл 5939	54	62	110	121	6,0	5,2
3	Га23	Кл 5929 × Кл 5930	53	63	116	121	6,3	6,3
4	Га34	Кл 5933 × Кл 5917	57	63	108	126	6,0	5,3
5	Га78	Кл 5954 × Кб 73	55	61	115	143	5,9	6,0
6	Га46	Кл 5939 × Кл 5922	53	61	110	126	6,0	4,7
7	Га21	Кл 5930 × Кл 5939	56	63	118	124	6,8	5,5
8	Га59	Кл 5949 × Кл 5939	55	62	115	128	6,5	7,0
9	Га18	Кл 5930 × Кл 5949	56	61	118	126	6,8	4,5
10	Га62(2)	Кб 174 × 839/18	57	62	116	128	5,8	5,0
НСР <sub>05</sub>			–	–	–	–	0,29	0,57
St Ред Ривер F1			55	61	108	128	5,0	4,8
Гибриды F1 черри								
1	Га101(2)	Л 6766 × Л 6711	51	55	95	117	8,7	9,7
2	Га103(1)	Л 6766 × Л 6724	57	64	99	117	8,9	8,0
3	Га100	Л 6746 × Л 6742	49	64	94	118	8,6	8,9
4	Га107(2)	Л 6745 × Л 6720а	52	63	96	118	8,9	9,7
НСР <sub>05</sub>			–	–	–	–	0,24	1,29
St Коралловые бусы F1			53	58	97	118	8,8	8,9

В оба года исследований отмечалось высокое содержание в плодах растворимых сухих веществ. У крупноплодных – до 7,0 % и 6,8 %, у черри – до 9,7 % и 8,9 % в 2021 и 2022 г. соответственно.

Результаты фенологических наблюдений показали, что в 2022 г. у всех исследуемых гибридов наблюдалось сокращение фенофаз «всходы – начало цветения» и «всходы – начало созревания» по сравнению с 2021 г. Крупноплодные гибриды вступили в плодоношение в 2021 г. позже по сравнению с 2022 г. на 6-28 сут., гибриды черри – на 18-24 сут. Минимальный период от всходов до начала созревания отмечен у крупноплодного гибрида Га34 (108 сут.) и гибрида черри Га100 (94 сут.) в 2022 г.

По результатам двухлетних испытаний (2021-2022 гг.) на малообъемной технологии (торфяной субстрат) в качестве перспективных выделены крупноплодные гибриды томата Га2(2) и Га27а и гибрид черри Га101(2). Данные гибриды наиболее приспособлены к стрессовым условиям выращивания, отличаются большей урожайностью и высокими вкусовыми качествами.

### **3.3. Определение корреляционной зависимости между результатами оценки гибридных комбинаций при 2-х технологиях выращивания**

Для реализации полноценного селекционного процесса необходимы большие площади, однако выращивание томата по технологии «Фитопирамида» относительно дорогостоящее, и проводить в этих условиях все этапы селекционного процесса экономически нецелесообразно. Было предположено, что существует возможность проведения части отборов в условиях дешевой технологии грунтовых пленочных теплиц. Для подтверждения гипотезы в 2021 г. было проведено сравнительное изучение 21 гибрида индетерминантного типа роста (2 кистевых, 13 крупноплодных и 6 гибридов черри) по ряду признаков в пленочной грунтовой теплице («Грунт») и поликарбонатной теплице «Фитопирамида» («ФП»), при соблюдении одинаковых сроков посева, с последующим корреляционным анализом данных (таблица 12).

Таблица 12 – Корреляционная зависимость между результатами оценки гибридных комбинаций при 2-х технологиях выращивания, 2021 год

№ п/п	Селекционный номер	Комбинация	Продуктивность, кг/раст.		Урожайность, кг/м <sup>2</sup>		Средняя масса плода, г		МД РСВ, %		«В-НЦ», сут.		«В-НС», сут.	
			ФП	Грунт	ФП	Грунт	ФП	Грунт	ФП	Грунт	ФП	Грунт	ФП	Грунт
Гибриды F1 крупноплодные и кистевые														
1	Га62(2)	К6 174 × 839/18	1,5	2,3	34,6	10,1	113	89	3,5	4,8	39	45	85	99
2	Га74(2)	КЛ 5954 × 839/18	1,4	1,7	33,2	7,3	113	100	4,0	4,0	37	38	83	97
3	Га31(1)	КЛ 5933 × КЛ 5929	1,0	2,5	24,0	10,9	146	155	4,4	4,2	42	47	86	99
4	Га18	КЛ 5930 × КЛ 5949	1,1	2,4	26,0	10,7	151	172	4,2	4,5	39	45	87	105
5	Га21	КЛ 5930 × КЛ 5939	1,4	1,8	34,2	7,7	186	176	3,2	5,5	38	42	85	103
6	Га27а	КЛ 5929 × КЛ 5939	1,1	2,4	26,2	10,5	150	165	3,4	4,4	37	42	83	100
7	Га32(2)	КЛ 5933 × КЛ 5939	1,0	3,2	24,8	14,1	147	177	4,2	4,5	37	43	85	99
8	Га39	КЛ 5955 × КЛ 5927	1,1	2,2	25,4	9,9	166	155	3,0	4,2	39	45	85	102
9	Га40	КЛ 5955 × КЛ 5930	1,1	2,6	25,9	11,2	167	167	4,0	4,5	42	45	87	101
10	Га44(2)	КЛ 5939 × КЛ 5917	1,2	3,3	28,2	14,5	136	154	3,7	4,1	37	45	83	97
11	Га46	КЛ 5939 × КЛ 5922	1,0	2,6	24,0	11,2	149	187	3,2	5,1	39	45	83	100
12	Га48(2)	КЛ 5939 × КЛ 5930	1,1	2,6	26,3	11,6	178	186	4,1	4,8	39	42	88	102
13	Га59	КЛ 5949 × КЛ 5939	0,9	2,7	21,0	11,8	129	167	3,6	5,2	37	48	86	102
14	Га61(1)	К6 174 × К6 73	1,1	2,3	25,6	10,1	140	156	3,0	4,4	37	49	86	102
15	Га78	КЛ 5954 × К6 73	1,0	1,8	23,9	8,1	145	126	4,0	3,9	37	46	85	102
<b>r</b>			-0,42		-0,44		0,72		-0,35		0,18		0,64	
Гибриды F1 черри														
1	Га81(1)	Л 6742 × Л 6714	0,5	1,7	11,8	7,6	12	14	6,9	6,5	33	34	71	80
2	Га101(2)	Л 6766 × Л 6711	0,6	2,1	13,9	9,1	14	16	5,5	6,8	34	39	71	81
3	Га100	Л 6746 × Л 6742	0,4	1,5	10,5	6,7	9	12	6,9	7,1	33	35	76	84
4	Га109	Л 6745 × 1051/18	0,5	1,3	11,4	5,9	10	10	7,5	7,7	35	34	76	80
5	Га110	Л 6745 × 859/18	0,6	1,9	13,6	8,2	19	24	5,5	6,8	33	34	71	81
6	Га126	Л 6752 × 1051/18	0,5	0,9	11,3	4,2	11	10	6,5	6,4	35	39	71	80
<b>r</b>			0,78		0,75		0,95		0,51		0,48		0,50	

В эксперименте соблюдался «принцип единственного различия» по признаку «технология» со всеми присущими каждой технологии особенностями. На «Фитопирамидах» растения выращивали на 4 ярусах и формировали в 1 стебель на 3 кисти. За период вегетации в пленочной теплице растения сформировали 5-6 кистей (1 стебель).

В группе крупноплодных и кистевых гибридов томата выявлена сильная положительная корреляция между оценками признака «средняя масса плода» в двух условиях ( $r = 0,72$ ). Средняя положительная корреляция ( $r = 0,64$ ) характерна для признака «всходы – начало созревания», однако период «всходы – начало цветения» коррелирует слабо ( $r = 0,18$ ). Обратная зависимость выявлена по урожайности и содержанию растворимых сухих веществ ( $r = -0,44$ ,  $r = -0,35$  соответственно).

У гибридов черри тесная положительная корреляция выявлена между оценками признаков «урожайность» ( $r = 0,75$ ) и «средняя масса плода» ( $r = 0,95$ ). Коэффициент корреляции по остальным анализируемым признакам – в пределах 0,48-0,51, что указывает на умеренную связь между полученными оценками и не дает возможности использовать данные признаки при отборе на грунтах гибридов, пригодных для технологии «Фитопирамида».

Следовательно, по перечисленным признакам с высокой корреляционной связью между оценками в 2-х условиях имеется возможность проводить предварительные отборы в условиях грунтовых теплиц, где одновременно ведется гибридное и линейное семеноводство. Это позволит удешевить и ускорить селекционный процесс. Для достоверной оценки и точного отбора наиболее перспективных гибридов томата требуется их испытание на гидропонных установках.

### 3.4. Изучение гибридов, комбинационной способности родительских линий томата по основным хозяйственным признакам

#### 3.4.1. Комбинационная способность крупноплодных линий

В 2020 г. было проведено скрещивание 7 крупноплодных линий по полной схеме диаллельных скрещиваний, включающей варианты самоопыления. Общая (ОКС) и специфическая (СКС) комбинационная способность по основным хозяйственным признакам были определены в 2021 г. по результатам испытаний гибридных комбинаций и их родительских линий в пленочных грунтовых теплицах (весенне-летний оборот).

**Ранняя урожайность** гибридов (за 1 месяц плодоношения) колебалась в пределах от 3,7 кг/м<sup>2</sup> (Lin × Магн 65) до 12,8 кг/м<sup>2</sup> (Gravitet × Trivet). Среди родительских линий лучший результат показала линия Кб 16-12 биф – 13,0 кг/м<sup>2</sup>. Средняя популяционная составила 8,9 кг/м<sup>2</sup>. Ранняя урожайность лучшего стандарта F1 Ред Ривер на уровне 10,8 кг/м<sup>2</sup>, 7 гибридов (16,7 %) превзошли стандарт на 0,9-18,5 %.

Анализ КС по ранней урожайности показал существенные различия между родительскими линиями по эффектам ОКС и между гибридными комбинациями по эффектам СКС.

Наибольший положительный эффект ОКС (таблица 13) отмечен у материнских линий Ярк биф и Кб 16-12 биф ( $g_j = 1,4$  кг/м<sup>2</sup>), из отцовских линий – у линии Gravitet ( $g_i = 0,4$  кг/м<sup>2</sup>). Самый высокий отрицательный эффект ОКС наблюдался у материнской линии Lin ( $g_j = -1,2$  кг/м<sup>2</sup>).

Таблица 13 – Ранняя урожайность гибридных комбинаций и эффект ОКС родительских линий, кг/м<sup>2</sup>, 2021 год

Линии	♂							
	♀ Gravitet	Trivet	Магн 65	Ярк биф	К 16-11 Сед	Кб 16-12 биф	Lin	$g_j$
Gravitet	<b>7,9</b>	12,8	9,4	8,9	8,9	7,4	6,3	-0,1
Trivet	7,6	<b>5,4</b>	12,5	9,5	6,9	8,1	8,8	-0,5
Магн 65	10,8	7,2	<b>5,6</b>	12,7	5,9	9,7	9,3	-0,2
Ярк биф	10,6	10,4	10,9	<b>9,7</b>	12,4	8,7	9,3	1,4
К 16-11 Сед	8,5	8,6	9,5	8,6	<b>6,1</b>	7,2	7,2	-0,9
Кб 16-12 биф	10,0	9,7	10,4	9,8	11,4	<b>13,0</b>	7,9	1,4

Линии	♂								
	♀	Gravitet	Trivet	Магн 65	Ярк биф	К 16-11 Сед	Кб 16-12 биф	Lin	g <sub>j</sub>
Lin		9,6	8,7	3,7	5,4	11,0	8,4	<b>7,3</b>	-1,2
g <sub>i</sub>		0,4	0,1	0,0	0,3	0,0	0,0	-0,9	u = 8,9
F1 Матрикс = 10,3 кг/м <sup>2</sup> F1 Ред Ривер = 10,8 кг/м <sup>2</sup> НСР <sub>05</sub> g <sub>i</sub> = 0,39 НСР <sub>05</sub> g <sub>j</sub> = 0,96									

Эффекты СКС гибридных комбинаций (таблица 14) варьировали в пределах от -2,9 до 4,1 кг/м<sup>2</sup>. Максимальный положительный эффект СКС отмечен у гибридов Trivet × Магн 65 ( $s_{ij} = 4,1$  кг/м<sup>2</sup>) и Gravitet × Trivet ( $s_{ij} = 3,9$  кг/м<sup>2</sup>). У гибридов Магн 65 × К 16-11 Сед и Lin × Ярк биф обнаружен высокий отрицательный эффект СКС ( $s_{ij} = -2,9$  и  $-2,7$  кг/м<sup>2</sup> соответственно). Положительный эффект СКС 0,1...4,1 кг/м<sup>2</sup> наблюдался у 23 гибридов (54,8 %).

Таблица 14 – Эффект СКС гибридных комбинаций по ранней урожайности, кг/м<sup>2</sup>, 2021 год

Линии	♂								
	♀	Gravitet	Trivet	Магн 65	Ярк биф	К 16-11 Сед	Кб 16-12 биф	Lin	НСР <sub>05</sub> s <sub>j</sub>
Gravitet		-1,3	<b>3,9</b>	0,6	-0,2	0,1	-1,4	-1,6	1,76
Trivet		-1,2	-3,1	<b>4,1</b>	0,8	-1,5	-0,3	1,3	2,15
Магн 65		1,7	-1,6	-3,1	<b>3,6</b>	-2,9	0,9	1,4	2,36
Ярк биф		-0,1	0,0	0,7	-0,9	<b>2,1</b>	-1,6	-0,1	1,09
К 16-11 Сед		0,2	0,6	1,6	0,3	-1,9	-0,8	0,1	1,02
Кб 16-12 биф		-0,7	-0,7	0,1	-0,8	1,0	2,7	-1,5	1,32
Lin		1,5	0,9	-4,0	-2,7	<b>3,2</b>	0,6	0,5	2,30
НСР <sub>05</sub> s <sub>i</sub>		1,12	2,03	2,56	1,79	2,07	1,40	1,12	

**Общая урожайность** гибридов (за весь период плодоношения) варьировала в пределах от 7,0 кг/м<sup>2</sup> (Lin × Магн 65) до 15,6 кг/м<sup>2</sup> (Gravitet × Trivet). Из родительских линий выделилась линия Кб 16-12 биф с общей урожайностью 14,1 кг/м<sup>2</sup>. Средняя популяционная составила 11,1 кг/м<sup>2</sup>. Общая урожайность лучшего стандарта F1 Ред Ривер была на уровне 15,8 кг/м<sup>2</sup>, общая урожайность гибридов составила 44,3-98,7 % от стандарта. При сравнении со стандартом F1 Матрикс (13,3 кг/м<sup>2</sup>) общая урожайность у 8 гибридов (19,0 %) была выше на 5,3-17,3 %.

Наибольший положительный эффект ОКС (таблица 15) отмечен у материнских линий Ярк биф ( $g_j = 1,3$  кг/м<sup>2</sup>) и Кб 16-12 биф ( $g_j = 1,8$  кг/м<sup>2</sup>), из отцовских линий – у линий Gravitet и Магн 65 ( $g_i = 0,4$  кг/м<sup>2</sup>). Самый высокий

отрицательный эффект ОКС наблюдался у материнской линии К 16-11 Сед ( $g_j = -1,4$  кг/м<sup>2</sup>).

Таблица 15 – Общая урожайность гибридных комбинаций и эффект ОКС родительских линий, кг/м<sup>2</sup>, 2021 год

Линии ♀	♂							
	Gravitet	Trivet	Магн 65	Ярк биф	К 16-11 Сед	Кб 16-12 биф	Lin	$g_j$
Gravitet	<b>9,5</b>	15,6	10,8	10,5	10,9	9,6	9,2	-0,2
Trivet	9,3	<b>6,8</b>	14,7	11,8	7,9	11,6	11,6	-0,6
Магн 65	14,0	8,6	<b>7,1</b>	15,3	8,7	12,5	11,2	0,0
Ярк биф	12,6	12,0	14,0	<b>10,8</b>	14,5	11,2	11,6	1,3
К 16-11 Сед	10,5	11,0	12,1	10,4	<b>6,8</b>	8,2	9,0	-1,4
Кб 16-12 биф	12,4	12,0	14,7	12,1	13,0	<b>14,1</b>	11,7	1,8
Lin	12,3	10,7	7,0	7,7	14,1	10,5	<b>8,3</b>	-1,0
$g_i$	0,4	-0,1	0,4	0,1	-0,3	0,0	-0,7	$u = 11,1$
F1 Матрикс = 13,3 кг/м <sup>2</sup> F1 Ред Ривер = 15,8 кг/м <sup>2</sup> НСР <sub>05</sub> $g_i$ = 0,37 НСР <sub>05</sub> $g_j$ = 1,07								

Эффекты СКС гибридных комбинаций (таблица 16) колебались в широких пределах: от -3,5 до 4,9 кг/м<sup>2</sup>. Максимальный положительный эффект СКС отмечен у гибридов Gravitet × Trivet ( $s_{ij} = 4,9$  кг/м<sup>2</sup>) и Lin × К 16-11 Сед ( $s_{ij} = 4,3$  кг/м<sup>2</sup>). Положительный эффект СКС 0,3...4,9 кг/м<sup>2</sup> наблюдался у 22 гибридов (52,4 %). Высокий отрицательный эффект СКС обнаружен у гибрида Lin × Магн 65 ( $s_{ij} = -3,5$  кг/м<sup>2</sup>).

Таблица 16 – Эффект СКС гибридных комбинаций по общей урожайности, кг/м<sup>2</sup>, 2021 год

Линии ♀	♂							
	Gravitet	Trivet	Магн 65	Ярк биф	К 16-11 Сед	Кб 16-12 биф	Lin	НСР <sub>05</sub> $s_j$
Gravitet	-1,8	<b>4,9</b>	-0,5	-0,5	0,3	-1,3	-0,9	2,07
Trivet	-1,6	-3,6	<b>3,8</b>	1,1	-2,4	1,1	1,8	2,42
Магн 65	2,5	-2,3	-4,3	<b>4,1</b>	-2,1	1,4	0,9	2,79
Ярк биф	-0,2	-0,2	1,2	-1,7	<b>2,4</b>	-1,2	-0,1	1,28
К 16-11 Сед	0,4	1,4	2,0	0,6	-2,7	-1,5	0,0	1,50
Кб 16-12 биф	-0,9	-0,7	1,5	-0,9	0,4	1,2	-0,4	0,93
Lin	1,8	0,8	-3,5	-2,5	<b>4,3</b>	0,4	-1,1	2,44
НСР <sub>05</sub> $s_i$	1,53	2,54	2,75	2,03	2,42	1,21	0,94	

Не во всех гибридных комбинациях наблюдался гетерозисный эффект по общей урожайности (таблица 17). Истинный гетерозисный эффект наблюдался у

25 гибридов (59,5 %). Больше количество гибридов с высоким гетерозисом по общей урожайности дали материнская и отцовская линии Магн 65, отцовские линии Trivet и К 16-11 Сед. Максимальный гетерозисный эффект 107,0 % (Trivet × Магн 65).

Таблица 17 – Общая урожайность родительских линий (кг/м<sup>2</sup>) и истинный гетерозисный эффект в гибридных комбинациях (%), 2021 год

Линии	♂						
	♀	Gravitet	Trivet	Магн 65	Ярк биф	К 16-11 Сед	Кб 16-12 биф
Gravitet	<b>9,5</b>	64,2	13,7	-2,8	14,7	-31,9	-3,2
Trivet	-2,1	<b>6,8</b>	107,0	9,3	16,2	-17,7	39,8
Магн 65	47,4	21,1	<b>7,1</b>	41,7	22,5	-11,3	34,9
Ярк биф	16,7	11,1	29,6	<b>10,8</b>	34,3	-20,6	7,4
К 16-11 Сед	10,5	61,8	70,4	-3,7	<b>6,8</b>	-41,8	8,4
Кб 16-12 биф	-12,1	-14,9	4,3	-14,2	-7,8	<b>14,1</b>	-17,0
Lin	29,5	28,9	-15,7	-28,7	69,9	-25,5	<b>8,3</b>

**Средняя масса плода** – один из факторов, оказывающих значительное влияние на уровень продуктивности томата. Анализ данного признака показал существенные различия между изучаемыми генотипами. Средняя масса плода у гибридов варьировала в широком диапазоне: от 125 г (Trivet × К 16-11 Сед) до 191 г (Кб 16-12 биф × Магн 65). Из родительских линий наибольшая масса плода у линии Кб 16-12 биф – 211 г. Средняя популяционная составила 163 г. Средняя масса стандарта F1 Ред Ривер 170 г, 13 гибридов (31,0 %) превзошли стандарт на 1,2-12,4 %. При сравнении со стандартом F1 Матрикс (137 г) средняя масса плода у 39 гибридов (92,9 %) выше на 2,9-39,4 %.

Положительный эффект ОКС 0,7...19,1 г наблюдался у 3 материнских и 4 отцовских линий (таблица 18). Наибольший положительный эффект ОКС отмечен у материнской линии Кб 16-12 биф ( $g_j = 19,1$  г) и отцовской линии Lin ( $g_i = 15,3$  г). Самый высокий отрицательный эффект ОКС обнаружен у материнских линий К 16-11 Сед ( $g_j = -12,1$  г) и Магн 65 ( $g_j = -11,7$  г).

Таблица 18 – Средняя масса плода у гибридных комбинаций и эффект ОКС родительских линий, г, 2021 год

Линии ♀	♂							g <sub>j</sub>
	Gravitet	Trivet	Магн 65	Ярк биф	К 16-11 Сед	Кб 16-12 биф	Lin	
Gravitet	<b>164</b>	157	158	165	157	141	182	-2,4
Trivet	152	<b>147</b>	145	167	125	153	179	-10,4
Магн 65	159	131	<b>138</b>	175	127	162	167	-11,7
Ярк биф	159	163	168	<b>165</b>	154	187	186	5,9
К 16-11 Сед	156	144	141	160	<b>158</b>	146	151	-12,1
Кб 16-12 биф	176	169	191	176	166	<b>211</b>	186	19,1
Lin	180	172	162	176	182	154	<b>197</b>	11,7
<b>g<sub>i</sub></b>	0,7	-8,3	-5,4	6,1	-10,3	1,9	15,3	u = 163
F1 Матрикс = 137 г F1 Ред Ривер = 170 г НСР <sub>05</sub> g <sub>i</sub> = 8,27 НСР <sub>05</sub> g <sub>j</sub> = 11,56								

Эффекты СКС гибридных комбинаций (таблица 19) варьировали в пределах от -21,4 до 17,6 г. Максимальный положительный эффект СКС отмечен у гибридов Магн 65 × Ярк биф и Lin × К 16-11 Сед ( $s_{ij} = 17,6$  г). Положительный эффект СКС 0,4...17,6 г наблюдался у 21 гибрида (50,0 %). Высокий отрицательный эффект СКС обнаружен у гибридов Lin × Кб 16-12 биф и Gravitet × Кб 16-12 биф ( $s_{ij} = -22,6$  г и -21,4 г соответственно).

Таблица 19 – Эффект СКС гибридных комбинаций по средней массе плода, г, 2021 год

Линии ♀	♂							НСР <sub>05</sub> s <sub>j</sub>
	Gravitet	Trivet	Магн 65	Ярк биф	К 16-11 Сед	Кб 16-12 биф	Lin	
Gravitet	2,7	4,7	2,9	-1,7	6,7	-21,4	6,1	9,10
Trivet	-1,3	2,7	-2,1	8,3	-17,3	-1,4	11,1	8,50
Магн 65	7,0	-12,0	-7,9	<b>17,6</b>	-14,0	8,9	0,4	10,95
Ярк биф	-10,6	2,4	4,6	-10,0	-4,6	<b>16,3</b>	1,9	8,69
К 16-11 Сед	4,4	1,4	-4,4	3,0	17,4	-6,7	-15,1	9,44
Кб 16-12 биф	-6,9	-4,9	<b>14,3</b>	-12,3	-5,9	27,0	-11,4	13,72
Lin	4,6	5,6	-7,3	-4,9	<b>17,6</b>	-22,6	7,0	11,94
<b>НСР<sub>05</sub>s<sub>i</sub></b>	6,07	5,81	7,30	9,74	13,13	17,26	9,02	

Продолжительность периода «всходы – начало созревания» («В-НС») у гибридных комбинаций колебалась в пределах от 94 до 105 сут. При этом все исследуемые гибриды вошли в группу раннеспелых. Минимальный период «В-НС» отмечен у гибрида Кб 16-12 биф × Магн 65. Из родительских линий

выделилась линия Магн 65 (97 сут.). Средняя популяционная составила 101 сут. По сравнению со стандартом F1 Матрикс (94 сут.) продолжительность периода «В-НС» у гибридных комбинаций была равна или больше на 1-11 сут. Стандарт F1 Ред Ривер (96 сут.) превзошли 2 гибрида с продолжительностью периода «В-НС» 94 и 95 сут.

Анализ КС по продолжительности периода «В-НС» показал значительную разницу между родительскими линиями по эффектам ОКС и гибридными комбинациями по эффектам СКС.

Эффекты ОКС (таблица 20) колебались в пределах от -3,4 до 1,6 сут. Высокий отрицательный эффект ОКС отмечен у отцовской линии Магн 65 ( $g_i = -3,4$  сут.) и материнской линии Ярк биф ( $g_j = -1,9$  сут.). Данные линии необходимо использовать в селекции на скороспелость в качестве отцовской и материнской соответственно. Наибольший положительный эффект ОКС наблюдался у материнской линии Lin ( $g_j = 1,6$  сут.).

Таблица 20 – Продолжительность периода «всходы – начало созревания» у гибридных комбинаций и эффект ОКС родительских линий, сут., 2021 год

Линии	♂								
	♀	Gravitet	Trivet	Магн 65	Ярк биф	К 16-11 Сед	Кб 16-12 биф	Lin	$g_j$
Gravitet		<b>101</b>	103	101	100	101	103	100	0,3
Trivet		105	<b>104</b>	99	102	101	100	103	1,0
Магн 65		98	99	<b>97</b>	97	104	102	101	-1,3
Ярк биф		101	99	95	<b>100</b>	97	100	102	-1,9
К 16-11 Сед		102	100	97	101	<b>102</b>	102	102	-0,1
Кб 16-12 биф		102	102	94	101	102	<b>103</b>	105	0,3
Lin		105	105	100	103	101	104	<b>100</b>	1,6
$g_i$		1,0	0,7	-3,4	-0,4	0,1	1,0	0,9	$u = 101$
F1 Матрикс = 94 сут. F1 Ред Ривер = 96 сут. $НСП_{05}g_i = 1,47$ $НСП_{05}g_j = 1,12$									

Эффекты СКС гибридных комбинаций (таблица 21) варьировали в широком диапазоне: от -3,9 до 4,1 сут. Высокий отрицательный эффект СКС отмечен у гибридов Кб 16-12 биф × Магн 65 ( $s_{ij} = -3,9$  сут.) и Trivet × Кб 16-12 биф ( $s_{ij} = -3,0$  сут.). Отрицательный эффект СКС -3,9...-0,1 сут. наблюдался у 17 гибридов (40,5 %). Наибольший положительный эффект СКС обнаружен у гибридов Магн 65 × К 16-11 Сед ( $s_{ij} = 4,1$  сут.) и Gravitet × Магн 65 ( $s_{ij} = 3,1$  сут.).

Таблица 21 – Эффект СКС гибридных комбинаций по продолжительности периода «всходы – начало созревания», сут., 2021 год

Линии ♀	♂							
	Gravitet	Trivet	Магн 65	Ярк биф	К 16-11 Сед	Кб 16-12 биф	Lin	НСР <sub>05Sj</sub>
Gravitet	-1,3	1,0	3,1	-0,9	-0,4	0,7	-2,1	1,61
Trivet	2,0	1,3	0,4	0,4	-1,1	<b>-3,0</b>	0,1	1,52
Магн 65	-2,7	-1,4	0,7	-2,3	4,1	1,3	0,4	2,19
Ярк биф	0,9	-0,9	-0,7	1,3	-2,3	-0,1	2,0	1,37
К 16-11 Сед	0,1	-1,6	-0,4	0,6	1,0	0,1	0,3	0,77
Кб 16-12 биф	-0,3	0,0	<b>-3,9</b>	0,1	0,6	0,7	2,9	1,87
Lin	1,4	1,7	0,9	0,9	-1,7	0,4	-3,4	1,73
<b>НСР<sub>05Si</sub></b>	1,50	1,25	1,96	1,14	1,99	1,30	2,02	

По результатам анализа эффектов ОКС крупноплодных линий были выявлены линии, обладающие высокой ОКС по ряду признаков одновременно: материнская линия Ярк биф (по ранней и общей урожайности, периоду «В-НС»); материнская линия Кб 16-12 биф (по ранней и общей урожайности, средней массе плода).

### 3.4.2. Комбинационная способность линий черри

В 2020 г. было проведено скрещивание 5 линий черри по полной схеме диаллельных скрещиваний, включающей варианты самоопыления. Общая (ОКС) и специфическая (СКС) комбинационная способность по основным хозяйственным признакам были определены в 2021 г. по результатам испытаний гибридных комбинаций и их родительских линий в пленочных грунтовых теплицах (весенне-летний оборот).

**Ранняя урожайность** гибридов (за 1 месяц плодоношения) варьировала в пределах от 3,2 кг/м<sup>2</sup> (S.Marz × Кубарик) до 7,5 кг/м<sup>2</sup> (Кубарик × Лакомство). Среди родительских линий лучший результат показала линия Дюймовочка – 3,7 кг/м<sup>2</sup>. Ранняя урожайность всех гибридов выше родительских линий. Средняя популяционная составила 4,7 кг/м<sup>2</sup>. Ранняя урожайность лучшего стандарта F1 Bingo 6,8 кг/м<sup>2</sup>, 2 гибрида (10,0 %) превзошли стандарт на 4,4-10,3 %.

Наибольший эффект ОКС (таблица 22) отмечен у материнских линий Лакомство и Дюймовочка ( $g_j = 0,7$  кг/м<sup>2</sup>) и отцовской линии Лакомство ( $g_i = 0,9$

кг/м<sup>2</sup>). Самый высокий отрицательный эффект ОКС обнаружен у материнских линий Банч и S.Marz ( $g_j = -0,8$  кг/м<sup>2</sup>).

Таблица 22 – Ранняя урожайность гибридных комбинаций и эффект ОКС родительских линий, кг/м<sup>2</sup>, 2021 год

Линии	♂						
	♀	Лакомство	Банч	Дюймовочка	Кубарик	S.Marz	$g_j$
Лакомство		<b>3,5</b>	5,9	5,1	6,3	6,3	0,7
Банч		4,8	<b>2,0</b>	3,1	4,8	5,0	-0,8
Дюймовочка		7,1	4,8	<b>3,7</b>	5,1	6,1	0,7
Кубарик		7,5	4,2	6,7	<b>2,3</b>	4,8	0,4
S.Marz		5,1	4,5	4,3	3,2	<b>2,2</b>	-0,8
$g_i$		0,9	-0,4	-0,1	-0,4	0,2	$u = 4,7$
F1 Tomito = 3,7 кг/м <sup>2</sup> F1 Bingo = 6,8 кг/м <sup>2</sup> НСР <sub>05</sub> $g_i$ = 0,67 НСР <sub>05</sub> $g_j$ = 0,96							

Эффекты СКС гибридных комбинаций (таблица 23) варьировали от -0,7 до 1,7 кг/м<sup>2</sup>. Максимальный положительный эффект СКС отмечен у гибридов Кубарик × Дюймовочка ( $s_{ij} = 1,7$  кг/м<sup>2</sup>) и Кубарик × Лакомство ( $s_{ij} = 1,5$  кг/м<sup>2</sup>). Самый высокий отрицательный эффект СКС наблюдался у гибрида Банч × Дюймовочка ( $s_{ij} = -0,7$  кг/м<sup>2</sup>).

Таблица 23 – Эффект СКС гибридных комбинаций по ранней урожайности, кг/м<sup>2</sup>, 2021 год

Линии	♂						
	♀	Лакомство	Банч	Дюймовочка	Кубарик	S.Marz	НСР <sub>05</sub> $s_{ij}$
Лакомство		-2,8	0,9	-0,2	1,2	0,7	2,02
Банч		0,0	-1,5	-0,7	1,2	0,9	1,39
Дюймовочка		0,8	-0,1	-1,5	0,1	0,6	1,12
Кубарик		<b>1,5</b>	-0,5	<b>1,7</b>	-2,4	-0,5	2,10
S.Marz		0,3	1,1	0,6	-0,3	-1,8	1,39
НСР <sub>05</sub> $s_i$		2,04	1,32	1,52	1,83	1,41	

**Общая урожайность** гибридных комбинаций колебалась в широком диапазоне: от 4,4 кг/м<sup>2</sup> (S.Marz × Кубарик) до 10,9 кг/м<sup>2</sup> (Дюймовочка × Лакомство). Среди родительских линий наибольшую общую урожайность показала линия Дюймовочка – 5,6 кг/м<sup>2</sup>. Средняя популяционная составила 7,0 кг/м<sup>2</sup>. Из стандартов большая урожайность отмечена у F1 Bingo (9,8 кг/м<sup>2</sup>), 1 гибрид превысил стандарт на 11,2 %. При сравнении со стандартом F1 Tomito (6,2 кг/м<sup>2</sup>) общая урожайность 19 гибридов (95,0 %) была выше на 3,2-75,8 %.

Наибольший положительный эффект ОКС (таблица 24) отмечен у материнской линии Дюймовочка ( $g_j = 1,2 \text{ кг/м}^2$ ) и отцовской линии Лакомство ( $g_i = 1,0 \text{ кг/м}^2$ ). Самый высокий отрицательный эффект ОКС обнаружен у материнской линии S.Marz ( $g_j = -1,2 \text{ кг/м}^2$ ).

Таблица 24 – Общая урожайность гибридных комбинаций и эффект ОКС родительских линий,  $\text{кг/м}^2$ , 2021 год

Линии	♂						
	♀	Лакомство	Банч	Дюймовочка	Кубарик	S.Marz	$g_j$
Лакомство		<b>4,4</b>	8,3	7,1	9,2	8,9	0,6
Банч		7,2	<b>3,5</b>	6,7	7,3	6,7	-0,7
Дюймовочка		10,9	7,9	<b>5,6</b>	7,6	9,2	1,2
Кубарик		9,6	7,2	8,8	<b>3,5</b>	6,4	0,1
S.Marz		7,7	6,9	6,4	4,4	<b>3,4</b>	-1,2
$g_i$		1,0	-0,2	-0,1	-0,6	-0,1	$u = 7,0$
F1 Tomito = 6,2 $\text{кг/м}^2$ F1 Bingo = 9,8 $\text{кг/м}^2$ НСР <sub>05</sub> $g_i$ = 0,72 НСР <sub>05</sub> $g_j$ = 1,23							

Эффекты СКС гибридных комбинаций (таблица 25) варьировали в пределах от -0,8 до 2,2  $\text{кг/м}^2$ . Максимальный положительный эффект СКС наблюдался у гибридов Лакомство × Кубарик ( $s_{ij} = 2,2 \text{ кг/м}^2$ ) и Кубарик × Дюймовочка ( $s_{ij} = 1,8 \text{ кг/м}^2$ ). Положительным эффектом СКС 0,3...2,2  $\text{кг/м}^2$  обладали 14 гибридов (70,0 %). Самый высокий отрицательный эффект СКС обнаружен у гибрида S.Marz × Кубарик ( $s_{ij} = -0,8 \text{ кг/м}^2$ ).

Таблица 25 – Эффект СКС гибридных комбинаций по общей урожайности,  $\text{кг/м}^2$ , 2021 год

Линии	♂						
	♀	Лакомство	Банч	Дюймовочка	Кубарик	S.Marz	НСР <sub>05</sub> $s_{ij}$
Лакомство		-4,1	1,0	-0,4	<b>2,2</b>	1,4	3,09
Банч		0,0	-2,5	0,5	<b>1,6</b>	0,5	1,89
Дюймовочка		<b>1,7</b>	-0,1	-2,6	0,0	1,0	2,03
Кубарик		1,5	0,3	<b>1,8</b>	-3,0	-0,6	2,40
S.Marz		1,0	1,4	0,7	-0,8	-2,3	1,90
НСР <sub>05</sub> $s_i$		2,97	1,89	2,05	2,56	1,85	

Во всех гибридных комбинациях (100,0 %) наблюдался истинный гетерозисный эффект по общей урожайности (таблица 26). У 5 гибридов гетерозисный эффект превысил 100 %, максимальный гетерозисный эффект 118,2 % (Кубарик × Лакомство).

Таблица 26 – Общая урожайность родительских линий (кг/м<sup>2</sup>) и истинный гетерозисный эффект в гибридных комбинациях (%), 2021 год

Линии ♀	♂				
	Лакомство	Банч	Дюймовочка	Кубарик	S.Marz
Лакомство	<b>4,4</b>	88,6	26,8	109,1	102,3
Банч	63,6	<b>3,5</b>	19,6	108,6	91,4
Дюймовочка	94,6	41,1	<b>5,6</b>	35,7	64,3
Кубарик	118,2	105,7	57,1	<b>3,5</b>	82,9
S.Marz	75,0	97,1	14,3	25,7	<b>3,4</b>

**Средняя масса плода** у гибридов черри варьировала в незначительных пределах: от 11 до 18 г. Самые крупные плоды массой 18 г у гибрида с максимальной урожайностью Дюймовочка × Лакомство. Следовательно, масса плода у черри также влияет на уровень урожайности, хотя в значительной степени зависит и от строения (типа) кисти и количества плодов в кисти. Средняя популяционная составила 13 г. У стандартов масса плода отличалась более чем в 2 раза. У стандарта F1 Bingo плоды крупнее, чем у гибридов (19 г). По сравнению со стандартом F1 Tomito (8 г) средняя масса плода всех гибридов (100,0 %) была больше на 37,5-125,0 %.

Наибольший эффект ОКС (таблица 27) отмечен у линии Лакомство при ее использовании как в качестве материнского, так и отцовского компонента:  $g_j = 1,6$  г,  $g_i = 2,6$  г. Самый низкий эффект ОКС обнаружен у линии Банч при ее использовании как в качестве материнского, так и отцовского компонента:  $g_j$  и  $g_i = -1,6$  г.

Таблица 27 – Средняя масса плода у гибридных комбинаций и эффект ОКС родительских линий, г, 2021 год

Линии ♀	♂					
	Лакомство	Банч	Дюймовочка	Кубарик	S.Marz	<b><math>g_j</math></b>
Лакомство	<b>13</b>	14	12	17	17	1,6
Банч	14	<b>7</b>	12	13	11	-1,6
Дюймовочка	18	12	<b>12</b>	14	14	1,0
Кубарик	17	13	16	<b>9</b>	12	0,4
S.Marz	16	11	13	13	<b>11</b>	-0,2
<b><math>g_i</math></b>	2,6	-1,6	0,0	0,2	0,0	<b><math>u = 13</math></b>
F1 Tomito = 8 г F1 Bingo = 19 г НСР <sub>05</sub> $g_i$ = 1,87 НСР <sub>05</sub> $g_j$ = 1,52						

Эффекты СКС гибридных комбинаций (таблица 28) варьировали в пределах от -2,6 до 2,6 г. Максимальный положительный эффект СКС отмечен у гибридов Кубарик × Дюймовочка ( $s_{ij} = 2,6$  г) и Лакомство × S.Marz ( $s_{ij} = 2,4$  г). Положительный эффект СКС наблюдался у 11 гибридов (55,0 %). Самый высокий отрицательный эффект СКС обнаружен у гибрида Лакомство × Дюймовочка ( $s_{ij} = -2,6$  г).

Таблица 28 – Эффект СКС гибридных комбинаций по средней массе плода, г, 2021 год

Линии	♂						
	♀	Лакомство	Банч	Дюймовочка	Кубарик	S.Marz	НСР <sub>05S<sub>j</sub></sub>
Лакомство		-4,2	1,0	-2,6	<b>2,2</b>	<b>2,4</b>	3,71
Банч		0,0	-2,8	0,6	1,4	-0,4	1,97
Дюймовочка		1,4	-0,4	-2,0	-0,2	0,0	1,50
Кубарик		1,0	1,2	<b>2,6</b>	-4,6	-1,4	3,51
S.Marz		0,6	-0,2	0,2	0,0	-1,8	1,14
НСР <sub>05S<sub>i</sub></sub>		2,82	1,98	2,61	3,27	2,04	

**Продолжительность периода «всходы – начало созревания»** у гибридных комбинаций колебалась в пределах от 80 до 93 сут. Все исследуемые гибриды черри вошли в группу раннеспелых. Минимальный период «В-НС» (80 сут.) отмечен у 6 гибридов, у 3 из них в качестве материнской линии была Дюймовочка, и у 3 в качестве отцовской линии – Кубарик. При этом самый короткий период «В-НС» наблюдался у линии Кубарик – 79 сут. Средняя популяционная составила 83 сут. У 13 гибридов (65,0 %) период «В-НС» короче по сравнению со стандартом F1 Bingo (84 сут.) на 3-4 сут., 19 гибридов (95,0 %) вступили в плодоношение раньше стандарта F1 Tomito (88 сут.) на 1-8 сут.

Максимальный отрицательный эффект ОКС (таблица 29) отмечен у материнской линии Дюймовочка ( $g_j = -2,2$  сут.) и отцовской линии Кубарик ( $g_i = -2,4$  сут.). Данные линии необходимо использовать в селекции на скороспелость в качестве материнской и отцовской соответственно. Самый высокий положительный эффект ОКС наблюдался у отцовской линии Лакомство ( $g_i = 2,4$  сут.).

Таблица 29 – Продолжительность периода «всходы – начало созревания» у гибридных комбинаций и эффект ОКС родительских линий, сут., 2021 год

Линии ♀	♂					<b>g<sub>i</sub></b>
	Лакомство	Банч	Дюймовочка	Кубарик	S.Marz	
Лакомство	<b>84</b>	80	81	80	82	-1,6
Банч	85	<b>82</b>	84	80	84	0,0
Дюймовочка	80	80	<b>82</b>	80	82	-2,2
Кубарик	93	83	81	<b>79</b>	82	0,6
S.Marz	85	87	83	84	<b>81</b>	1,0
<b>g<sub>i</sub></b>	2,4	-0,6	-0,8	-2,4	-0,8	<b>u = 83</b>
F1 Tomito = 88 сут. F1 Bingo = 84 сут. НСР <sub>05g<sub>i</sub></sub> = 2,17 НСР <sub>05g<sub>i</sub></sub> = 1,73						

Эффекты СКС гибридных комбинаций (таблица 30) варьировали в диапазоне от -3,2 до 7,0 сут.

Таблица 30 – Эффект СКС гибридных комбинаций по продолжительности периода «всходы – начало созревания», сут., 2021 год

Линии ♀	♂					<b>НСР<sub>05S<sub>ij</sub></sub></b>
	Лакомство	Банч	Дюймовочка	Кубарик	S.Marz	
Лакомство	0,2	-0,8	0,4	1,0	1,4	1,04
Банч	-0,4	-0,4	1,8	-0,6	1,8	1,54
Дюймовочка	<b>-3,2</b>	-0,2	2,0	1,6	2,0	2,77
Кубарик	7,0	0,0	-1,8	-2,2	-0,8	4,68
S.Marz	-1,4	3,6	-0,2	2,4	-2,2	3,08
<b>НСР<sub>05S<sub>i</sub></sub></b>	4,83	2,22	1,93	2,29	2,30	

Максимальный отрицательный эффект СКС отмечен у гибрида Дюймовочка × Лакомство ( $s_{ij} = -3,2$  сут.). Отрицательный эффект СКС  $-3,2 \dots -0,2$  сут. наблюдался у 9 гибридов (45,0 %). Высокий положительный эффект СКС обнаружен у гибридов Кубарик × Лакомство ( $s_{ij} = 7,0$  сут.) и S.Marz × Банч ( $s_{ij} = 3,6$  сут.).

По результатам анализа эффектов ОКС линий черри были выявлены линии, обладающие высокой ОКС по ряду признаков одновременно: отцовская линия Лакомство (по ранней и общей урожайности, средней массе плода); материнская линия Дюймовочка (по ранней и общей урожайности, периоду «В-НС»).

### 3.5. Оценка устойчивости гибридных комбинаций к болезням

Оценка устойчивости к болезням лучших гибридных комбинаций по результатам испытаний на разных типах малообъемной технологии (2021-2022 гг.) была выполнена в 2021-2023 гг. разными методами.

Устойчивость гибридных комбинаций к кладоспориозу определяли на многолетнем инфекционном фоне в пленочной грунтовой теплице, а также методом ПЦР-анализа. Согласно полученным результатам оценки устойчивости гибридных комбинаций к кладоспориозу как доминантные гомозиготы, так и гетерозиготы по гену *Cf-19* были устойчивы на инфекционном фоне в теплице, симптомов болезни у растений не наблюдалось (таблица 31). Эксперимент подтверждает надежность идентифицируемого гена *Cf-19*. Аналогичные результаты были получены в опыте, проведенном И.Н. Шамшиным и др. (2019).

Таблица 31 – Проявление признака устойчивости гибридных комбинаций к кладоспориозу (ПЦР, инфекционный фон), 2021 год

№ п/п	Селекционный номер	Комбинация	Генотип (ген <i>Cf-19</i> )	Фенотип (инфекц. фон)
1	Га62(2)	К6 174 × 839/18	<i>Cf-19/Cf-19</i> (R)	0 (R)
2	Га74(2)	Кл 5954 × 839/18	<i>Cf-19/Cf-19</i> (R)	0 (R)
3	Га18	Кл 5930 × Кл 5949	<i>Cf-19/Cf-19</i> (R)	0 (R)
4	Га21	Кл 5930 × Кл 5939	<i>Cf-19/+</i> (R)	0 (R)
5	Га27а	Кл 5929 × Кл 5939	<i>Cf-19/Cf-19</i> (R)	0 (R)
6	Га40	Кл 5955 × Кл 5930	<i>Cf-19/+</i> (R)	0 (R)
7	Га46	Кл 5939 × Кл 5922	<i>Cf-19/+</i> (R)	0 (R)
8	Га78	Кл 5954 × К6 73	<i>Cf-19/+</i> (R)	0 (R)
9	Га101(2)	Л 6766 × Л 6711	<i>Cf-19/Cf-19</i> (R)	0 (R)
10	Га100	Л 6746 × Л 6742	<i>Cf-19/Cf-19</i> (R)	0 (R)
11	Га110	Л 6745 × 859/18	<i>Cf-19/Cf-19</i> (R)	0 (R)
12	Га2(2)	Кл 5917 × Кл 5930	<i>Cf-19/Cf-19</i> (R)	0 (R)
13	Га23	Кл 5929 × Кл 5930	<i>Cf-19/Cf-19</i> (R)	0 (R)
14	Га103(1)	Л 6766 × Л 6724	<i>Cf-19/Cf-19</i> (R)	0 (R)

Примечание:

*Cf-19/Cf-19*: доминантная гомозигота

*Cf-19/+*: гетерозигота

R: устойчивый (resistant)

Оценку устойчивости гибридных комбинаций к вирусу мозаики томата (ВТоМ) проводили методом искусственного заражения и ПЦР-анализа. Сравнительный анализ устойчивости гибридных комбинаций к ВТоМ, проведенный методами маркер-ассоциированной и классической селекции (таблица 32) показал, что из 14 доминантных гомозигот по гену *Tm-2<sup>2</sup>* при оценке на искусственном инфекционном фоне только у 1 гибридной комбинации (Га103(1)) 100 % растений были устойчивы к вирусу, у большинства образцов были выявлены как устойчивые (0 баллов), так и неустойчивые (1-4 балла) растения, у 2-х образцов все растения оказались восприимчивы к вирусу. Противоречивые данные указывают на необходимость оценки устойчивости к ВТоМ методом искусственного заражения, поскольку наличие гена *Tm-2<sup>2</sup>* не гарантирует устойчивости к вирусу.

Таблица 32 – Проявление признака устойчивости гибридных комбинаций к ВТоМ (ПЦР, инфекционный фон), 2023 год

№ п/п	Селекционный номер	Комбинация	Генотип (ген <i>Tm-2<sup>2</sup></i> )	Фенотип (инфекц. фон)	
				Балл	Доля (%) раст.
1	Га62(2)	Кб 174 × 839/18	<i>Tm-2<sup>2</sup>/Tm-2<sup>2</sup></i> (R)	0,5	20
				1	60
				2	20
2	Га74(2)	Кл 5954 × 839/18	<i>Tm-2<sup>2</sup>/Tm-2<sup>2</sup></i> (R)	0	60
				1	40
3	Га18	Кл 5930 × Кл 5949	<i>Tm-2<sup>2</sup>/Tm-2<sup>2</sup></i> (R)	0	40
				0,5	20
				1	40
4	Га21	Кл 5930 × Кл 5939	<i>Tm-2<sup>2</sup>/Tm-2<sup>2</sup></i> (R)	0	80
				1	20
5	Га27а	Кл 5929 × Кл 5939	<i>Tm-2<sup>2</sup>/Tm-2<sup>2</sup></i> (R)	0	60
				2	40
6	Га40	Кл 5955 × Кл 5930	<i>Tm-2<sup>2</sup>/Tm-2<sup>2</sup></i> (R)	1	40
				2	60
7	Га46	Кл 5939 × Кл 5922	<i>Tm-2<sup>2</sup>/Tm-2<sup>2</sup></i> (R)	0	60
				0,5	20
				3	20
8	Га78	Кл 5954 × Кб 73	<i>Tm-2<sup>2</sup>/Tm-2<sup>2</sup></i> (R)	0	40
				1	20

№ п/п	Селекционный номер	Комбинация	Генотип (ген <i>Tm-2<sup>2</sup></i> )	Фенотип (инфекц. фон)	
				Балл	Доля (%) раст.
				2	20
				3	20
9	Га101(2)	Л 6766 × Л 6711	<i>Tm-2<sup>2</sup>/Tm-2<sup>2</sup></i> (R)	0	60
				2	20
				4	20
10	Га100	Л 6746 × Л 6742	<i>Tm-2<sup>2</sup>/Tm-2<sup>2</sup></i> (R)	0	60
				0,5	20
				1	20
11	Га110	Л 6745 × 859/18	<i>Tm-2<sup>2</sup>/Tm-2<sup>2</sup></i> (R)	3	25
				4	75
12	Га2(2)	Кл 5917 × Кл 5930	<i>Tm-2<sup>2</sup>/Tm-2<sup>2</sup></i> (R)	0	20
				0,5	20
				1	20
				2	20
				3	20
13	Га23	Кл 5929 × Кл 5930	<i>Tm-2<sup>2</sup>/Tm-2<sup>2</sup></i> (R)	0	60
				0,5	40
14	Га103(1)	Л 6766 × Л 6724	<i>Tm-2<sup>2</sup>/Tm-2<sup>2</sup></i> (R)	0	100

Примечание:

*Tm-2<sup>2</sup>/Tm-2<sup>2</sup>*: доминантная гомозигота

R: устойчивый (resistant)

Методами искусственного заражения и ПЦР-анализа определяли и устойчивость к фузариозному увяданию (*Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*, раса 2). Только у 1 гибрида (F1 Га21) 100 % растений были устойчивы при оценке на инфекционном фоне (таблица 33), поражения сосудов корня, листового аппарата, отставания в росте и развитии по сравнению с контролем не наблюдалось. У большинства образцов были выявлены как устойчивые (0 баллов), так и неустойчивые (1-4 балла) растения, у 2-х образцов все растения оказались восприимчивы к фузариозу.

При сравнении результатов оценки устойчивости к фузариозу методами ПЦР и искусственного заражения было выявлено, что как у доминантных (генотип *I2/I2*), так и у рецессивных (генотип *+/+*) гомозигот на инфекционном фоне были устойчивые растения и неустойчивые, у которых проявлялись симптомы болезни

на листьях и/или сосудах корня. Гибридные комбинации с 100 % восприимчивыми растениями являются доминантными гомозиготами или гетерозиготами (генотип  $I2/I2$ ,  $I2/+$ ). Гибрид Га21 показал устойчивость к фузариозу как по фенотипу (балл поражения – 0), так и по генотипу ( $I2/I2$ ). Полученные результаты указывают на необходимость проверки устойчивости к фузариозу методом искусственного заражения, независимо от наличия в генотипе гена устойчивости  $I2$  в гомо- или гетерозиготном состоянии.

Таблица 33 – Проявление признака устойчивости гибридных комбинаций к фузариозу, раса 2 (ПЦР, инфекционный фон), 2023 год

№ п/п	Селекционный номер	Комбинация	Генотип (ген $I2$ )	Фенотип (инфекц. фон)		
				Балл	Доля (%) раст.	
					Увядание	Сосуды
1	Га62(2)	Кб 174 × 839/18	$I2/I2$ (R)	1	20	20
				2	40	60
				3	40	20
2	Га74(2)	Кл 5954 × 839/18	$I2/I2$ (R)	0	40	20
				1	0	20
				2	0	20
				3	60	40
3	Га18	Кл 5930 × Кл 5949	$I2/I2$ (R)	0	100	25
				1	0	50
				2	0	25
4	Га21	Кл 5930 × Кл 5939	$I2/I2$ (R)	0	100	100
5	Га27а	Кл 5929 × Кл 5939	+/+ (S)	0	100	60
				1	0	40
6	Га40	Кл 5955 × Кл 5930	+/+ (S)	0	100	25
				1	0	75
7	Га46	Кл 5939 × Кл 5922	+/+ (S)	0	80	100
				4	20	0
8	Га78	Кл 5954 × Кб 73	$I2/I2$ (R)	0	40	40
				1	40	60
				4	20	0
9	Га101(2)	Л 6766 × Л 6711	$I2/I2$ (R)	0	33,3	100
				1	33,3	0
				4	33,3	0
10	Га100	Л 6746 × Л 6742	$I2/+$ (R)	1	33,3	100
				3	66,7	0
11	Га110	Л 6745 × 859/18	$I2/I2$ (R)	0	40	40
				1	60	40

№ п/п	Селек- ционный номер	Комбинация	Генотип (ген <i>I2</i> )	Фенотип (инфекц. фон)		
				Балл	Доля (%) раст.	
					Увядание	Сосуды
				2	0	20
12	Га2(2)	Кл 5917 × Кл 5930	<i>I2/I2</i> (R)	0	33,3	66,7
				1	33,3	33,3
				4	33,3	0
13	Га23	Кл 5929 × Кл 5930	+ / + (S)	0	25	0
				1	50	100
				2	25	0
14	Га103(1)	Л 6766 × Л 6724	<i>I2/I2</i> (R)	0	0	66,7
				1	0	33,3
				3	66,7	0
				4	33,3	0

Примечание:

*I2/I2*: доминантная гомозигота

*I2/+*: гетерозигота

+ / +: рецессивная гомозигота

R: устойчивый (resistant)

S: восприимчивый (susceptible)

В связи с различием в результатах, полученных с помощью разных методов определения устойчивости к вирусу мозаики томата и фузариозному увяданию (ПЦР-анализ, инфекционный фон), возможно предположить, что устойчивость определяется иными генами (или совокупностью генов), исследования с которыми в данной работе не проводились. Другой причиной могли стать недостоверные результаты ПЦР-исследования. Полученные результаты по устойчивости гибридов томата к ВТом и фузариозу говорят о необходимости продолжения исследований.

Методом ПЦР-анализа была определена устойчивость гибридных комбинаций и к другим болезням: мелойдогинозу (ген *Mi-1.2*), фузариозному увяданию (раса 1 – ген *II*), вертициллезу (гены *Ve1*, *Ve2*).

По итогам исследований (таблица 34) выделены генотипы с генами устойчивости к болезням: мелойдогинозу (ген *Mi-1.2*) – 5, ВТом (ген *Tm-2<sup>2</sup>*) – 14, фузариозному увяданию (раса 1, ген *II*) – 3, фузариозному увяданию (раса 2, ген *I2*) – 10, кладоспориозу (ген *Cf-19*) – 14, вертициллезу (гены *Ve1*, *Ve2*) – 10. При этом 6 гибридных комбинаций содержат гены устойчивости к 3 болезням, 5 гибридных комбинаций – к 4 болезням, 3 гибридные комбинации – к 5 болезням.

Таблица 34 – Результаты оценки гибридных комбинаций к болезням методом ПЦР-анализа, 2023 год

№ п/п	Селек- ционный номер	Комбинация	Ген устойчивости						
			<i>Mi-1.2</i> (мелойдогиноз)	<i>Tm-2<sup>2</sup></i> (ВТоМ)	<i>II</i> (фузариоз)	<i>I2</i> (фузариоз)	<i>Cf-19</i> (кладоспориоз)	<i>Ve1</i> (вертициллез)	<i>Ve2</i> (вертициллез)
1	Га62(2)	Кб 174 × 839/18	<i>Mi-1.2/+</i> (R)	<i>Tm-2<sup>2</sup>/Tm-2<sup>2</sup></i> (R)	+/+ (S)	<i>I2/I2</i> (R)	<i>Cf-19/Cf-19</i> (R)	+/+ (S)	<i>Ve2/+</i> (R)
2	Га74(2)	Кл 5954 × 839/18	+/+ (S)	<i>Tm-2<sup>2</sup>/Tm-2<sup>2</sup></i> (R)	+/+ (S)	<i>I2/I2</i> (R)	<i>Cf-19/Cf-19</i> (R)	<i>Ve1/+</i> (R)	+/+ (S)
3	Га18	Кл 5930 × Кл 5949	+/+ (S)	<i>Tm-2<sup>2</sup>/Tm-2<sup>2</sup></i> (R)	+/+ (S)	<i>I2/I2</i> (R)	<i>Cf-19/Cf-19</i> (R)	<i>Ve1/Ve1</i> (R)	<i>Ve2/+</i> (R)
4	Га21	Кл 5930 × Кл 5939	+/+ (S)	<i>Tm-2<sup>2</sup>/Tm-2<sup>2</sup></i> (R)	+/+ (S)	<i>I2/I2</i> (R)	<i>Cf-19/+</i> (R)	<i>Ve1/Ve1</i> (R)	<i>Ve2/+</i> (R)
5	Га27а	Кл 5929 × Кл 5939	+/+ (S)	<i>Tm-2<sup>2</sup>/Tm-2<sup>2</sup></i> (R)	+/+ (S)	+/+ (S)	<i>Cf-19/Cf-19</i> (R)	<i>Ve1/Ve1</i> (R)	<i>Ve2/+</i> (R)
6	Га40	Кл 5955 × Кл 5930	+/+ (S)	<i>Tm-2<sup>2</sup>/Tm-2<sup>2</sup></i> (R)	+/+ (S)	+/+ (S)	<i>Cf-19/+</i> (R)	<i>Ve1/Ve1</i> (R)	<i>Ve2/+</i> (R)
7	Га46	Кл 5939 × Кл 5922	+/+ (S)	<i>Tm-2<sup>2</sup>/Tm-2<sup>2</sup></i> (R)	+/+ (S)	+/+ (S)	<i>Cf-19/+</i> (R)	<i>Ve1/Ve1</i> (R)	<i>Ve2/Ve2</i> (R)
8	Га78	Кл 5954 × Кб 73	<i>Mi-1.2/+</i> (R)	<i>Tm-2<sup>2</sup>/Tm-2<sup>2</sup></i> (R)	+/+ (S)	<i>I2/I2</i> (R)	<i>Cf-19/+</i> (R)	<i>Ve1/Ve1</i> (R)	<i>Ve2/+</i> (R)
9	Га101(2)	Л 6766 × Л 6711	+/+ (S)	<i>Tm-2<sup>2</sup>/Tm-2<sup>2</sup></i> (R)	<i>II/II</i> (R)	<i>I2/I2</i> (R)	<i>Cf-19/Cf-19</i> (R)	+/+ (S)	+/+ (S)
10	Га100	Л 6746 × Л 6742	+/+ (S)	<i>Tm-2<sup>2</sup>/Tm-2<sup>2</sup></i> (R)	<i>II/+</i> (R)	<i>I2/+</i> (R)	<i>Cf-19/Cf-19</i> (R)	+/+ (S)	+/+ (S)
11	Га110	Л 6745 × 859/18	<i>Mi-1.2/+</i> (R)	<i>Tm-2<sup>2</sup>/Tm-2<sup>2</sup></i> (R)	+/+ (S)	<i>I2/I2</i> (R)	<i>Cf-19/Cf-19</i> (R)	+/+ (S)	<i>Ve2/+</i> (R)
12	Га2(2)	Кл 5917 × Кл 5930	<i>Mi-1.2/+</i> (R)	<i>Tm-2<sup>2</sup>/Tm-2<sup>2</sup></i> (R)	<i>II/+</i> (R)	<i>I2/I2</i> (R)	<i>Cf-19/Cf-19</i> (R)	+/+ (S)	+/+ (S)
13	Га23	Кл 5929 × Кл 5930	+/+ (S)	<i>Tm-2<sup>2</sup>/Tm-2<sup>2</sup></i> (R)	+/+ (S)	+/+ (S)	<i>Cf-19/Cf-19</i> (R)	<i>Ve1/Ve1</i> (R)	+/+ (S)
14	Га103(1)	Л 6766 × Л 6724	<i>Mi-1.2/+</i> (R)	<i>Tm-2<sup>2</sup>/Tm-2<sup>2</sup></i> (R)	+/+ (S)	<i>I2/I2</i> (R)	<i>Cf-19/Cf-19</i> (R)	+/+ (S)	+/+ (S)

Примечание:

*Cf-19/Cf-19*: доминантная гомозигота*Cf-19/+*: гетерозигота

+/+: рецессивная гомозигота

R: устойчивый (resistant); S: восприимчивый (susceptible)

### 3.6. Краткая характеристика лучших гибридов томата F1 с групповой устойчивостью к болезням для малообъемной технологии

Характеристика гибридов томата F1, выделенных в качестве перспективных для технологии «Фитопирамида», представлена в таблице 35. Оценка гибридов проведена в 2021 г. в весенне-летнем обороте на МВТУ «Фитопирамида» («ФП») и в пленочной грунтовой теплице («Грунт»). Гибриды Га21 и Га101(2) показали высокие результаты в условиях обеих технологий.

Таблица 35 – Характеристика перспективных гибридов томата F1 для технологии «Фитопирамида» с оценкой на 2-х технологиях, 2021 год

Показатель/ Гибрид/ Технология	Га21 (Кл 5930 × Кл 5939)		Га62(2) (Кб 174 × 839/18)		Га101(2) (Л 6766 × Л 6711)	
	ФП	Грунт	ФП	Грунт	ФП	Грунт
Товарная группа	Крупноплодный		Кистевой		Черри	
Тип роста	Индетерминантный		Индетерминантный		Индетерминантный	
Форма плода	Плоскоокруглая	Округлая	Округлая	Округлоовальная	Округлоовальная	Овальная
Окраска плода	Красная		Красная		Красная	
Период «В-НЦ», сут.	38	42	39	45	34	39
Период «В-НС», сут.	85	103	85	99	71	81
Продуктивность (общая), кг/раст.	1,44	3,36	1,45	2,31	0,58	2,07
Урожайность (общая), кг/м <sup>2</sup>	34,2	14,8	34,6	10,1	13,9	9,1
Товарность, %	99	96	93	80	97	99
Средняя масса плода, г	186	235	113	89	14	16
МД РСВ, %	3,2	4,3	3,5	4,8	5,5	6,8

Гибрид Гарантик F1 (селекционный номер Га21) в 2024 году был внесен в Государственный реестр сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, допущенных к использованию (приложение 5). Гибрид (рисунок 4) показал высокие результаты по ряду хозяйственно ценных признаков, в том числе по урожайности, в условиях двух технологий выращивания («Фитопирамида», традиционная почвенная), а также отличается групповой устойчивостью к болезням (кладоспориозу, фузариозу, вертициллезу).



Рисунок 4 – Гибрид томата Гарантик F1 (Га21) в пленочной теплице, 2022 год

При сравнении результатов оценки гибридов томата F1 на 2-х технологиях были сделаны следующие выводы.

1. При выращивании томатов на гидропонных установках наблюдается сокращение фенофаз «всходы – начало цветения» и «всходы – начало созревания». Данная закономерность характерна для томатов всех товарных групп, но сильнее выражена у крупноплодных томатов.
2. Урожайность гибридов томата F1 на МВТУ «Фитопирамида» больше за счет высокой плотности посадки, и наибольшая разница в урожайности отмечена у кистевых и крупноплодных гибридов. По продуктивности наблюдается обратная закономерность, что связано с большим количеством кистей у растений, выращенных в грунтовой теплице.
3. Содержание растворимых сухих веществ выше в плодах томатов, выращенных по традиционной почвенной технологии, что связано с существенной разницей в режимах питания на разных технологиях.
4. Режим питания растений влияет и на форму плода томата. В условиях грунтовой теплицы индекс плода выше, форма плода – более вытянутая.

Для малообъемной технологии с использованием торфяного субстрата были выделены гибриды Га2(2), Га27а и Га101(2). В таблице 36 представлены

результаты оценки гибридов в 2022 г. в условиях малообъемной технологии («МТ») в продленном обороте и в пленочной грунтовой теплице («Грунт») в весенне-летнем обороте. Гибрид Га27а показал высокие результаты в условиях обеих технологий.

Таблица 36 – Характеристика перспективных гибридов томата F1 для малообъемной технологии (торфяной субстрат) с оценкой на 2-х технологиях, 2022 год

Показатель/ Гибрид/ Технология	Га2(2) (Кл 5917 × Кл 5930)		Га27а (Кл 5929 × Кл 5939)		Га101(2) (Л 6766 × Л 6711)	
	МТ	Грунт	МТ	Грунт	МТ	Грунт
Товарная группа	Крупноплодный		Крупноплодный		Черри	
Тип роста	Индетерминантный		Индетерминантный		Индетерминантный	
Форма плода	Плоскоокруглая		Плоскоокруглая	Округлая	Овальная	
Окраска плода	Красная		Красная		Красная	
Период «В-НЦ», сут.	56	47	54	45	51	45
Период «В-НС», сут.	114	109	110	102	95	83
Продуктивность (общая), кг/раст.	11,50	1,54	10,80	3,61	6,10	1,51
Урожайность (общая), кг/м <sup>2</sup>	32,2	6,8	30,3	15,9	17,2	6,6
Товарность, %	85	88	89	95	81	97
Средняя масса плода, г	191	142	209	166	14	14
МД РСВ, %	5,7	4,3	6,0	4,5	8,7	7,1

При сравнении результатов оценки гибридов томата F1 на 2-х технологиях были сделаны следующие выводы.

1. Периоды «всходы – начало цветения» и «всходы – начало созревания» короче в условиях грунтовой теплицы в весенне-летнем обороте.
2. Урожайность всех гибридов томата на малообъемной технологии выше, что объясняется большим количеством кистей на растении в продленном обороте.
3. Средняя масса плода крупноплодных гибридов и содержание растворимых сухих веществ выше в условиях малообъемной технологии, что связано с существенной разницей в режимах питания на разных технологиях.

Перспективные гибриды томата F1 групп крупноплодные, кистевые и черри для разных типов малообъемной технологии («Фитопирамида», торфяной субстрат) представлены в таблице 37.

Таблица 37 – Перспективные гибриды томата F1 для разных типов малообъемной технологии (внешний вид)

<p>Гибрид <b>Га21</b>, «Фитопирамида»</p> 	<p>Гибрид <b>Га62(2)</b>, «Фитопирамида»</p> 	<p>Гибрид <b>Га101(2)</b>, «Фитопирамида»</p> 
<p>Гибрид <b>Га2(2)</b>, Малообъемная технология (торф)</p> 	<p>Гибрид <b>Га27а</b>, Малообъемная технология (торф)</p> 	<p>Гибрид <b>Га101(2)</b>, Малообъемная технология (торф)</p> 

### 3.7. Экономическая эффективность выращивания гибрида томата Гарантик F1 на технологии «Фитопирамида»

Экономическая эффективность производства томата зависит от урожайности гибридов, качества плодов и технологии выращивания (затрат на производство).

Была рассчитана экономическая эффективность выращивания нового гибрида томата Гарантик F1 на технологии «Фитопирамида» в весенне-летнем обороте в сравнении со стандартом Румяный шар F1 (таблица 38).

При определении суммы производственных затрат учитывали фактические цены на материально-технические ресурсы, продукцию овощеводства, действовавшие в 2024 году. Данные по производственным затратам выращивания томата на технологии «Фитопирамида» (удобрения и химические средства защиты растений, электроснабжение, водоснабжение, амортизация) предоставлены разработчиком технологии Селянским А.И.

Расчеты были произведены при условии посадки растений томата на 4-х ярусах установок. Период затрат – с апреля (посев семян) по август (период плодоношения).

Таблица 38 – Экономическая эффективность выращивания гибрида томата Гарантик F1 на технологии «Фитопирамида»

Показатель	«Фитопирамида»	
	Гарантик F1	Румяный шар F1
Период затрат	Апрель-август	Апрель-август
Площадь теплицы, м <sup>2</sup>	500	500
Количество ярусов на установке, шт.	4	4
Плотность посадки, раст./м <sup>2</sup>	12,5	12,5
Урожайность (товарная), кг/м <sup>2</sup>	17,9	17,4
Цена реализации, руб./кг	115	105
Выручка за вычетом налогов, руб.	925 031	820 969
Производственные затраты, руб.	620 260	620 260
Рентабельность производства, %	32,9	24,4

Согласно расчетам, рентабельность выращивания нового гибрида томата Гарантик F1 на технологии «Фитопирамида» составила 32,9 %, что выше стандарта Румяный шар F1 на 8,5 %. Разница в цене реализации плодов томата гибридов

обусловлена тем, что новый гибрид раньше вступает в плодоношение, и цена реализации плодов первого сбора выше.

Высокая рентабельность выращивания томата на технологии «Фитопирамида» указывает на эффективность технологии.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. По результатам комплексной оценки сортов и гибридов томата F1 на МВТУ «Фитопирамида» в 2019 г. лучший результат показал гибрид черри Коралловые бусы F1, лидирующий по скороспелости (69 сут.), урожайности (17,6 кг/м<sup>2</sup>), отличающийся высокими вкусовыми качествами. В 2020 г. максимальная урожайность получена у гибрида черри Волшебная арфа F1 (22,1 кг/м<sup>2</sup>) и кистевого гибрида Алый фрегат F1 (28,1 кг/м<sup>2</sup>).
2. На основании результатов исследований, проведенных на МВТУ «Фитопирамида» в 2019-2020 гг., были разработаны модели гибридов томата групп черри и коктейль, крупноплодные и кистевые для выращивания по данной технологии с учетом специфических требований к гибридам томата (раннеспелость, высокая урожайность, устойчивость к вершинной гнили, растрескиванию и осыпанию плодов и др.).
3. Была проведена гибридизация по схемам полных диаллельных скрещиваний и топкросс, получены новые гибридные комбинации групп черри, кистевые и крупноплодные.
4. По итогам испытаний новых гибридных комбинаций на гидропонных установках в 2021 г. в качестве перспективных для технологии «Фитопирамида» выделены 3 гибрида F1 разных товарных групп: крупноплодный Га21 (34,2 кг/м<sup>2</sup>), кистевой Га62(2) (34,6 кг/м<sup>2</sup>) и черри Га101(2) (13,9 кг/м<sup>2</sup>). Гибриды отвечают таким требованиям, как раннеспелость, высокая урожайность и товарность урожая, стрессоустойчивость.
5. По результатам двухлетних испытаний (2021-2022 гг.) на малообъемной технологии (торфяной субстрат) в качестве перспективных выделены крупноплодные гибриды томата Га2(2) и Га27а и гибрид черри Га101(2) с урожайностью в 2022 г. 32,2, 30,3 и 17,2 кг/м<sup>2</sup> соответственно. Гибриды наиболее приспособлены к стрессовым условиям выращивания, отличаются наибольшей урожайностью и высокими вкусовыми качествами.
6. При выращивании крупноплодных и кистевых индетерминантных образцов томата в пленочных теплицах на грунтах и в условиях «Фитопирамиды» была

установлена сильная положительная корреляционная зависимость – по средней массе одного плода ( $r = 0,72$ ) и средняя по продолжительности периода «всходы – начало созревания» ( $r = 0,64$ ), у гибридов черри – сильная по урожайности ( $r = 0,75$ ) и средней массе одного плода ( $r = 0,95$ ).

7. По результатам анализа эффектов ОКС родительских линий были выявлены линии, обладающие высокой ОКС, в том числе по ряду признаков одновременно: среди крупноплодных линий – материнская линия Ярк биф (по ранней и общей урожайности, периоду «В-НС») и материнская линия Кб 16-12 биф (по ранней и общей урожайности, средней массе плода); среди линий черри – отцовская линия Лакомство (по ранней и общей урожайности, средней массе плода) и материнская линия Дюймовочка (по ранней и общей урожайности, периоду «В-НС»).
8. ПЦР-анализ лучших гибридных комбинаций (по итогам испытаний на разных типах малообъемной технологии) показал, что все исследуемые гибриды содержат гены устойчивости к 3-5 болезням. Методом искусственного заражения выявлены устойчивые гибридные комбинации: Га21 – к фузариозному увяданию, Га103(1) – к вирусу мозаики томата. На инфекционном фоне в теплице все исследуемые гибридные комбинации были устойчивы к кладоспориозу.
9. Гибрид Гарантик F1 (селекционный номер Га21) в 2024 году был внесен в Государственный реестр сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, допущенных к использованию.
10. Проведена сравнительная оценка экономической эффективности выращивания нового гибрида томата Гарантик F1 и стандарта Румяный шар F1 на технологии «Фитопирамида» в весенне-летнем обороте. Уровень рентабельности выращивания гибрида томата Гарантик F1 составил 32,9 %, что выше стандарта Румяный шар F1 на 8,5 %.

## **РЕКОМЕНДАЦИИ СЕЛЕКЦИОННЫМ УЧРЕЖДЕНИЯМ И ПРОИЗВОДСТВУ**

1. При создании гетерозисных гибридов томата F1 для МВТУ «Фитопирамида» рекомендуется в качестве исходного материала использовать линии, обладающие следующими признаками: укороченные междоузлия, компактный лист, раннеспелость, высокая урожайность, устойчивость к растрескиванию и осыпанию плодов, устойчивость к болезням (Fol, Ff, TSWV, ToMV, TYLCV, Op, к вершинной гнили томата).
2. При оценке устойчивости гибридного и линейного материала к болезням (фузариозному увяданию, вирусу мозаики томата) рекомендуется использовать метод искусственного заражения.
3. К выращиванию на технологии «Фитопирамида» рекомендуются гибриды томата: крупноплодный – Га21 (Гарантик F1), кистевой – Га62(2), черри – Га101(2).
4. К выращиванию на малообъемной технологии с капельным орошением рекомендуются гибриды томата: крупноплодные – Га2(2) и Га27а, черри – Га101(2).
5. На МВТУ «Фитопирамида» рекомендуется выращивать растения томата на 4-х ярусах, формировать в 1 стебель до 3-х кистей с удалением точки роста. Кисть у крупноплодных томатов необходимо формировать на 3-5 плодов, у кистевых – на 6-8 плодов, что позволит получить более крупные плоды, выравненные по массе и размеру.

**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

1. Ерошевская А.С. Подходы к селекции томата для различных типов малообъемной технологии / А.С. Ерошевская, Т.А. Терешонкова, Х. Фаравн, В.И. Леунов // Картофель и овощи. – 2019. – № 10. – С. 26-28. DOI: 10.25630/PAV.2019.71.88.005.
2. Ерошевская А.С. Испытание сортов и гибридов томата на малообъемной технологии «Фитопирамида» / А.С. Ерошевская // Известия ФНЦО. – 2020. – № 2. – С. 104-109. DOI: 10.18619/2658-4832-2020-2-104-109.
3. Ерошевская А.С. Оценка гибридов томата групп черри и коктейль для разработки модели гибрида для малообъемной технологии «Фитопирамида» / А.С. Ерошевская, Т.А. Терешонкова // Картофель и овощи. – 2020. – № 11. – С. 37-40. DOI: 10.25630/PAV.2020.96.70.005.
4. Ерошевская А.С. Оценка прохождения фенофаз томата на многоярусных установках «Фитопирамида» / А.С. Ерошевская // Овощи России. – 2021. – № 5. – С. 54-58. DOI: 10.18619/2072-9146-2021-5-54-58.
5. Ерошевская А.С. Элементы методики селекции гетерозисных гибридов F1 томата для технологии «Фитопирамида» / А.С. Ерошевская, Т.А. Терешонкова, А.Н. Ховрин // Картофель и овощи. – 2022. – № 4. – С. 28-32. DOI: 10.25630/PAV.2022.60.65.006.
6. Eroshevskaya A.S. Development of technological and breeding aspects of tomato cultivation for multi-tiered hydroponic Fitopiramida technology/ A.S. Eroshevskaya, T.A. Tereshonkova, A.N. Khovrin, V.I. Leunov, K.K. Farawn // В книге: ПРОБЛЕМЫ СЕЛЕКЦИИ – 2022. Тезисы докладов международной научной конференции. – 2022. – С. 16.
7. Ерошевская А.С. Проявление селекционных признаков томата на разных типах малообъемной технологии/ А.С. Ерошевская // Овощи России. – 2023. – № 4. – С. 43-48. DOI: 10.18619/2072-9146-2023-4-43-48.
8. Ерошевская А.С. Томат Гарантик F1 для технологии «Фитопирамида» / А.С. Ерошевская, А.А. Егорова, А.Н. Ховрин // Известия ФНЦО. – 2023. – № 4. – С. 22-27. DOI: 10.18619/2658-4832-2023-4-22-27.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

«В-НЦ»: период «всходы – начало цветения»

«В-НС»: период «всходы – начало созревания»

«ФП»: технология «Фитопирамида»

«МТ»: малообъемная технология (торфяной субстрат)

«Грунт»: традиционная технология в пленочной грунтовой теплице

МД РСВ: массовая доля растворимых сухих веществ

r: коэффициент корреляции

ОКС – g: общая комбинационная способность отцовской линии

ОКС – g: общая комбинационная способность материнской линии

СКС – s<sub>ij</sub>: специфическая комбинационная способность в комбинации скрещивания

u: средняя популяционная

НСР<sub>05g</sub> и НСР<sub>05g</sub>: наименьшая существенная разность по эффектам ОКС у отцовских и материнских линий при достоверности 95 %

НСР<sub>05s</sub> и НСР<sub>05s</sub>: наименьшая существенная разность по эффектам СКС по отцовским и материнским линиям при достоверности 95 %

ПЦР: полимеразная цепная реакция

R: устойчивый (resistant)

S: восприимчивый (susceptible)

Mi-1.2 – ген устойчивости к мелойдогинозу

Tm-2<sup>2</sup> – ген устойчивости к вирусу мозаики томата (ВТом)

I1, I2 – гены устойчивости к фузариозу

Cf-9, Cf-19 – гены устойчивости к кладоспориозу

Ve1, Ve2 – гены устойчивости к вертициллезу

Mi – *Meloidogyne incognita* (мелойдогиноз)

ToMV – *Tomato mosaic virus* (вирус мозаики томата)

Fol – *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici* (фузариозное увядание)

Ff – *Fulvia fulva* (кладоспориоз)

Va – *Verticillium albo-atrum* (вертициллезное увядание)

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Авдеев, А.Ю. Метод селекции томатов с малиновыми плодами, устойчивыми к растрескиванию / А.Ю. Авдеев, О.П. Кигашпаева, Ю.И. Авдеев // Селекция, семеноводство и технологии выращивания овощных, бахчевых, технических и кормовых культур. – 2014. – № 1. – С. 147-150.
2. Авдеев, Ю.И. Устойчивость растений к болезням и вредителям – наиболее рациональный путь сохранения окружающей среды от загрязнения пестицидами и агрохимикатами / Ю.И. Авдеев [и др.] // Астраханский вестник экологического образования. – 2012. – № 1. – С. 148-155.
3. Адаев, Н.Л. Влияние досветки на урожайность томатов в зависимости от субстратов / Н.Л. Адаев, П.М. Исаева, А.Г. Амаева // Проблемы развития АПК региона. – 2022. – № 4 (52). – С. 7-10.
4. Аджиева, В.Ф. Создание комплекса ДНК-маркеров к генам томата, определяющим содержание каротиноидов и устойчивость к болезням и вредителям / В.Ф. Аджиева, З.Е. Грушецкая, С.В. Малышев, Н.А. Некрашевич, О.Г. Бабак, А.В. Кильчевский // II Международ. науч.-прак. конф. «Современные тенденции в селекции и семеноводстве овощных культур. Традиции и перспективы» – ГНУ «ВНИИССОК» РАСХН. – М. – 2010. – Т. 2 – С. 47-59.
5. Айсанов, Т.С. Влияние минеральных удобрений на урожайность гибридов томата в условиях открытого грунта Ставропольской возвышенности / Т.С. Айсанов, М.В. Селиванова, Е.С. Романенко, Е.А. Сосюра, А.Ф. Нуднова, Н.А. Есаулко // АгроСнабФорум. – 2017. – № 4 (152). – С. 50-51.
6. Алпатьев, А.В. Помидоры / А.В. Алпатьев, Л.А. Алпатьева. – М.: Россельхозиздат, 1980. – 47 с.
7. Аль-рукаби, Маад Н.М. Оценка технологии выращивания гибридов томатов в многослойной гидропонике и защищенном грунте / Маад Н.М. Аль-рукаби, В.И. Леунов, Т.А. Терешонкова // В сборнике: АГРАРНАЯ НАУКА – 2022. Материалы Всероссийской конференции молодых исследователей. – 2022. – С. 141-145.

8. Амини, Д. Изучение устойчивости селекционных линий томата к фузариозному увяданию / Д. Амини, Г.Ф. Монахос // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2005. – № 1. – С. 80-87.
9. Анишко, М.Ю. Влияние приёмов основной обработки почвы на агрофизические показатели почвы и урожайность томата / М.Ю. Анишко, Ю.Н. Плескачѳв, Н.С. Максимова, Л.В. Лебедева // Проблемы развития АПК региона. – 2021. – № 2 (46). – С. 6-11.
10. Антиоксидантные свойства культурных растений Калининградской области: монография / Г.Н. Чупахина, П.В. Масленников, Л.Н. Скрыпник, Н.Ю. Чупахина, П.В. Федураев. – Калининград: Изд-во БФУ им. И. Канта, 2016. – 145 с.
11. Аутко, А.А. Томаты / А.А. Аутко [и др.] – Минск: Ураджай, 1994. – 64 с.
12. Ахатов, А.К. Мир томата глазами фитопатолога / А.К. Ахатов. – М.: Тов-во науч. изданий «КМК», 2016. – 292 с.
13. Байделюк, Е.С. Оценка влияния биопрепаратов на урожайность томата / Е.С. Байделюк // Аграрная наука. – 2015. – № 6. – С. 9-10.
14. Балашова, И.Т. Анализ стратегий селекции томата с d-генами для многоярусной узкостеллажной гидропоники / И.Т. Балашова, С.М. Сирота, Е.Г. Козарь // Овощи России. – 2015. – № 2. – С.52-57.
15. Балашова, И.Т. Технологии будущего в овощеводстве защищѳнного грунта: многоярусная узкостеллажная гидропоника / И.Т. Балашова, С.М. Сирота, Е.Г. Козарь, Е.В. Пинчук // Вестник Орловского государственного аграрного университета. – 2017. – № 3 (66). – С. 71-74.
16. Батыров, В.А. Влияние регулятора роста растений Зеребра Агро на урожайность томата / В.А. Батыров // Проблемы развития АПК региона. – 2022. – № 2 (50). – С. 23-27.
17. Батыров, В.А. Влияние способа обработки почвы и гербицида на урожайность томата в условиях орошения республики Калмыкия / В.А. Батыров, С.А. Оросов, Г.Н. Батырова // Успехи современного естествознания. – 2021. – № 3. – С. 5-11.

18. Беккер, Х. Селекция растений / Х. Беккер; пер. с нем. В.И. Леунова; под ред. В.И. Леунова и Г.Ф. Монахоса. – М.: Товарищество науч. изд. КМК, 2015. – 425 с.
19. Беков, Р.Х. Оценка исходного материала и подбор сортов при селекции томатов для механизированной уборки: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Беков Рустам Хизриевич. – М., 1968. – 21 с.
20. Беков, Р.Х. Томат (эффективное использование генетических маркеров в практической селекции) / Р.Х. Беков. – М.: ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства» (ВНИИО), 2014. – 332 с.
21. Борисов, В.А. Влияние регуляторов роста растений на урожайность безрассадного томата / В.А. Борисов, А.И. Юров, В.С. Соснов // Орошаемое земледелие. – 2016. – № 4. – С. 15-16.
22. Бунин, М.С. Производство гибридных семян овощных культур: уч. пособие / М.С. Бунин, Г.Ф. Монахос, В.И. Терехова. – М.: Изд-во РГАУ – МСХА имени Тимирязева. – 2011. – 182 с.
23. Велижанов, Н.М. Влияние органического микробиологического удобрения на урожайность и качество плодов томата / Н.М. Велижанов // АгроФорум. – 2022. – № 5. – С. 77-79.
24. Волкова, Т.Н. Выращивание перспективных гибридов томатов по ресурсосберегающей технологии в ЗАО Агрофирма «Ольдеевская» / Т.Н. Волкова, В.Л. Димитриев // Вестник Чувашской ГСХА. – 2018. – № 4(7). – С. 16-18.
25. Выращиваем томат вместе с компанией Vilmorin-Mikado. 2018. – 44 с.
26. Гавриш, С.Ф. Томаты / С.Ф. Гавриш. – М.: Вече, 2005. – 160 с.
27. Гаджиева, А.М. Ликопин томатов: полезные свойства, современные способы получения и перспективы использования в различных отраслях / А.М. Гаджиева [и др.] // Совершенствование технологических процессов в пищевой, химической и перерабатывающей промышленности: сборник научных трудов преподавателей, сотрудников, аспирантов и студентов технологического факультета ДГТУ. – 2017. – С. 54-60.

28. Гасанова, К.З.Г. Влияние органического удобрения на рост, развитие, фотосинтез и урожайность генотипов томата / К.З.Г. Гасанова, А.Т.О. Казиев, И.В.О. Азизов // В сборнике: Наука нового времени: сохраняя прошлое – создаем будущее. Сборник научных статей по итогам Международной научно-практической конференции. – 2017. – С. 16-17.
29. Генетика культурных растений: зернобобовые, овощные, бахчевые / Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В.И. Ленина; под ред. Т.С. Фадеевой и В.И. Буренина. – Л: Агропромиздат, Ленингр. отд-ние, 1990. – 287 с.
30. Гикало, Г.С. Подбор перспективных линий томата с маркерными признаками с целью использования их в селекции гетерозисных гибридов для открытого грунта / Г.С. Гикало, А.М. Бурдин, О.Г. Санина // Науч. журн. КубГАУ. – 2012. – № 81(07). – 11 с.
31. ГОСТ 1725-2019 Томаты свежие для промышленной переработки. Технические условия. – М.: Стандартиформ, 2019. – 10 с.
32. ГОСТ 34298-2017 Томаты свежие. Технические условия. – М.: Стандартиформ, 2018. – 14 с.
33. Готоцева, И.П. Использование селекционных линий тепличного томата, отобранных по устойчивости к болезням и комбинационной ценности, в селекции на гетерозис / И.П. Готоцева, С.Ф. Гавриш // Прогрессивные приемы в овощеводстве, селекции и семеноводстве овощных культур – сб. науч. тр. – М.: ТСХА, 1986. – С. 59-67.
34. Грушецкая, З.Е. Возможные источники генов устойчивости к возбудителю кладоспориоза томата в роде *Solanum* L. / З.Е. Грушецкая, В.А. Лемеш, В.Д. Поликсенова // В сборнике: Овощеводство. – 2010. – С. 112-119.
35. Грушецкая, З.Е. Картирование локуса *Sf-6* устойчивости к кладоспориозу томата с помощью SSR-маркеров / З.Е. Грушецкая, В.А. Лемеш, В.Д. Поликсенова, Л.В. Хотылева // Генетика. – 2007. – Т. 43. – № 11. – С. 1511-1516.

36. Гуляев, Г.В. Селекция и семеноводство полевых культур с основами генетики / Г.В. Гуляев, А.П. Дубинин. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1980. – 375 с.
37. Гусев, А.М. Целебные овощные растения / А.М. Гусев. – М.: Издательство МСХА, 1991. – 240 с.
38. Даскалов, Х. О получении гибридных семян помидоров в Болгарии. М. 1956.
39. Димитриев, В.Л. Возделывание томатов закрытого грунта по малообъемной гидропонике по сравнению с традиционной / В.Л. Димитриев, Е.В. Косарев // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2. – С. 747.
40. Динь, С.Т. Оценка комбинационной способности стерильных и фертильных линий детерминантного томата с генами устойчивости (*I2*, *Ve*, *Mi*) по товарной ранней и общей продуктивности / С.Т. Динь, Г.Ф. Монахос // Изв. ТСХА. – 2012. – Вып. 5. – С. 38-47.
41. Дямуршаева, Э.Б. Перспективные гибриды томатов для малообъемного выращивания в зимних теплицах Приаралья / Э.Б. Дямуршаева, А.М. Токтамысов, Р.И. Кудияров, Н.Ж. Уразбаев, Г.З. Сауытбаева, Г.Е. Дямуршаева // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2-1. – С. 754.
42. Еремин, Г.В. Селекция и сортоведение плодовых культур / Г.В. Еремин, А.В. Исачкин, Е.Н. Седов и др.; под ред. проф. Еремина Г.В. – М.: Колос, 1993. – 288 с.
43. Жученко, А.А. Генетика томатов / А.А. Жученко. – М-во сел. хоз-ва МССР. Молд. науч.-исслед. ин-т орошаемого земледелия и овощеводства. – Кишинев: Штиинца, 1973. – 662 с.
44. Зволинский, В.П. Влияние условий минерального питания на урожайность культуры томат в условиях Нижнего Поволжья / В.П. Зволинский, Л.П. Ионова, А.А. Шершнева // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2012. – № 4 (28). – С. 3-5.

45. Иванова, Е.И. Влияние способов полива на урожайность томатов / Е.И. Иванова, В.А. Мачулкина, Т.А. Санникова // Земледелие. – 2006. – № 5. – С. 27-29.
46. Иванова, Л.А. Перспективные субстраты для гидропонного выращивания овощей / Л.А. Иванова, Е.С. Иноземцева // Гавриш. – 2010. – № 3. – С. 16-21.
47. Ивантер, Э.В. Основы биометрии: введение в статистический анализ биологических явлений и процессов / Э.В. Ивантер, А.В. Коросов. – Петрозаводск, Изд-во ПетрГУ, 1992. – 168 с.
48. Игнатова, С.И. Исходный материал для селекции томата на устойчивость к болезням / С.И. Игнатова, Н.С. Горшкова // Науч. тех. бюл.: исходный материал, направления и методы селекции томата. – ВИР. – 1992. – Вып. 228. – С. 12-17.
49. Игнатова, С.И. Молекулярные исследования в области селекции томата на устойчивость к заболеваниям: краткий обзор последних достижений и приоритетных направлений / С.И. Игнатова, Т.А. Терешонкова, С.Ф. Багирова // Гавриш. – 2008. – № 3. – С. 44-47.
50. Игнатова, С.И. Роль наследственного потенциала по устойчивости у томата в системе комплексной защиты в закрытом грунте / С.И. Игнатова // Гавриш. – 2001. – № 6. – С. 18 – 20.
51. Ионова, Л.П. Влияние минерального питания на водный обмен, фотосинтез и урожайность томата в засушливой зоне Астраханской области / Л.П. Ионова, Н.Д. Смашевский // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. – № 4 (174). – С. 5-11.
52. Калмыкова, Е.В. Влияние регулятора роста Энергия-М на рост, развитие и продуктивность томата / Е.В. Калмыкова, Н.Ю. Петров // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2017. – № 4 (36). – С. 33-40.
53. Квасников, Б.В. Методика селекции сортов и гибридов томата, устойчивых к вирусу табачной мозаики в связи с его вариабельностью / Б.В. Квасников, С.И. Игнатова, Н.С. Горшкова, К.С. Сухов и др. – М. – 1984. – 29 с.

54. Керина, Э.Н. Современная индустрия гидропонных систем: типы, технологии и практика применения в мире / Э.Н. Керина, П.В. Бырдин, Г.А. Аверина // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. – 2011. – Т.2. – С. 215-223.
55. Кибанова, Н.А. Создание крупноплодных гибридов томата для продленного оборота в зимних остекленных теплицах по малообъемной технологии / Н.А. Кибанова // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2016. – № 39. – С. 172-180.
56. Клокова, Т.Е. Капельный полив и его влияние на урожайность томата в защищенном грунте / Т.Е. Клокова // В сборнике: Актуальные вопросы агрономической науки: идеи молодых исследователей. материалы студенческой научной конференции. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Департамент научно-технологической политики и образования; Южно-Уральский государственный аграрный университет. – 2018. – С. 17-20.
57. Козлова, И.В. Изучение комбинационной способности линий томата по признакам продуктивности и ее составляющим / И.В. Козлова // Рисоводство. – 2021. – № 1 (50). – С. 59-64.
58. Кондратьева, Н.П. Влияние дополнительного светодиодного освещения на урожайность и себестоимость томатов в весенний период / Н.П. Кондратьева, П.В. Терентьев, Д.А. Филатов, С.И. Олонина // Светотехника. – 2021. – № 2. – С. 96-99.
59. Коновалов, Ю.Б. Общая селекция растений: учебник / Ю.Б. Коновалов, В.В. Пыльнев, Т.И. Хупацария, В.С. Рубец. – СПб.: Издательство «Лань», 2013. – 480 с.
60. Куклев, М.Ю. Разработка CAPS-маркера локуса устойчивости томата к вертициллезному увяданию / М.Ю. Куклев, И.А. Фесенко, Г.И. Карлов // Генетика. – 2009. – Т. 45. – № 5. – С. 656-661.
61. Лукьяненко, А.Н. Влияние промышленных технологий возделывания на изменчивость кислотности плодов томатов / А.Н. Лукьяненко, Э.Х.

- Лукьяненко // Тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции. ВНИИР. – Л., 1981. – Т.69. – № 2. – С. 74-80.
62. Лычагина, С.В. Мониторинг мелойдогиноза овощных культур в закрытом грунте / С.В. Лычагина, А.А. Шестеперов // Защита и карантин растений. – 2008. – № 4. – С. 57-61.
63. Марьина-Чермных, О.Г. Воздействие средств защиты на урожайность томата / О.Г. Марьина-Чермных // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. – 2021. – № 23. – С. 84-86.
64. Методика полевого опыта в овощеводстве / С.С. Литвинов; Рос. акад. с.-х. наук, ГНУ Всерос. науч.-исслед. ин-т овощеводства. – Москва: ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства, 2011. – 648 с.
65. Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность. Томат. RTG/0044/3 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gossortrf.ru/publication/metodiki-ispytaniy-na-oos.php>.
66. Методические указания по селекции сортов и гибридов томата для открытого и защищенного грунта / ВАСХНИЛ. Отд-ние растениеводства и селекции, ВНИИ селекции и семеноводства овощ. культур; [Сост. акад. ВАСХНИЛ А.В. Алпатьев и др.]. – М.: Б. и., 1986. – 113 с.
67. Морозов, Е.И. Генетика в вопросах и ответах / Е.И. Морозов, Е.И. Тарасевич, В.С. Анохина. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск: Университетское, 1989. – 288 с.
68. Мустафаев, Г.М. Влияние способов полива на водный режим тепличного томата / Г.М. Мустафаев, А.А. Магомедова, С.М. Мурсалов, А.Ч. Сапукова, М.М. Халиков // Овощи России. – 2021. – № 2. – С. 71-75.
69. Нарбут, С.И. / С.И. Норбут // В сб.: Исследования по генетике. Сб. I, ЛГУ. – 1961. – С. 161-168.
70. Нгуен, Т.Л. Комбинационная способность стерильных индетерминантных и фертильных детерминантных линий томата с групповой устойчивостью к

- заболеваниям: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Нгуен Тхи Лоан. – М., 2015. – 133 с.
71. Огнев, В.В. Селекция розовоплодных томатов на Дону / В.В. Огнев // Проблемы и тенденции инновационного развития агропромышленного комплекса и аграрного образования России. В 4-х томах. – пос. Персиановский, 2012. – С. 44-46.
72. Оконов, М.М. Исследования влияния агротехнических приемов на урожайность томата на светло-каштановой почве Калмыкии / М.М. Оконов, В.А. Батыров // В сборнике: Проблемы рационального использования природохозяйственных комплексов засушливых территорий. Сборник научных трудов международной научно-практической конференции. – 2015. – С. 224-227.
73. Павлов, Л.В. Купажированный томатный сок / Л.В. Павлов, И.Ю. Кондратьева, О.Т. Параскова // Овощи России. – 2011. – № 4. – С. 36-37.
74. Павлов, П.Н. Влияние промежуточных культур на урожайность и качество плодов томата и огурца в весенних пленочных теплицах / П.Н. Павлов, О.Н. Бунчиков, Т.Г. Косенко, Т.Н. Дудка // В сборнике: Проблемы и тенденции инновационного развития агропромышленного комплекса и аграрного образования России. Материалы Международной научно-практической конференции. – 2012. – С. 90-93.
75. Пеньков, М.В. Влияние гидропонной продукции на экологию человека // Природные ресурсы Центрального региона России и их рациональное использование: материалы II Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 60-летию кафедры почвоведения и прикладной биологии Орловского государственного университета имени И.С. Тургенева. – 2019. – С. 303-308.
76. Петров, А.Ф. Влияние различных форм азотных удобрений на урожайность томата / А.Ф. Петров, Т.В. Холдобина, Е.А. Матенькова // В сборнике: Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий. Сборник II

- Всероссийской (национальной) научной конференции. Новосибирский государственный аграрный университет. – 2017. – С. 91-94.
77. Пивень, К.В. Влияние минеральных и органических удобрений на урожайность лука и томатов / К.В. Пивень // В сборнике: Природопользование, сохранение биологического разнообразия в интересах устойчивого развития Краснодарского края. – 2014. – С. 124-125.
78. Пивоваров, В.Ф. Создание генетических ресурсов томата для многоярусной узкостеллажной гидропоники / В.Ф. Пивоваров, И.Т. Балашова, С.М. Сирота, Е.Г. Козарь, Е.В. Пинчук // Плодоводство и ягодоводство России. – 2012. – Т. 34. – № 2. – С. 106-121.
79. Пинчук, Е.В. Получение новых форм томата для многоярусной узкостеллажной гидропоники / Е.В. Пинчук, О.А. Митрофанова // Повышение эффективности сельскохозяйственной науки в современных условиях: материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. – 2015. – С. 125-130.
80. Плотников, А.М. Влияние минеральных удобрений на урожайность томатов в открытом грунте в условиях Центральной зоны Курганской области / А.М. Плотников, М.В. Словцова // В сборнике: Достижения и перспективы научно-инновационного развития АПК. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием. Под общей редакцией Миколайчика И.Н. – 2020. – С. 563-567.
81. Полегаев, В.И. Хранение плодов и овощей: учебник / В.И. Полегаев. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 254 с.
82. Поликсенова, В.Д. Биоразнообразие в патосистеме «*Lycopersicon (tourn.) mill. – Cladosporium fulvum Scke*» / В.Д. Поликсенова // Достижения современной биологии и биологическое образование. Труды 2 – й Междун. науч.-практ. конф. 29-30 ноября 2002 г., Минск. – Мн.: Издательский центр БГУ. – 2002. – С. 105-109.
83. Проскурников, Ю.П. Влияние минеральных удобрений на урожайность томата в условиях защищенного грунта / Ю.П. Проскурников, М.В.

- Селиванова, О.Ю. Лобанкова // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. – 2013. – Т. 3. – № 6. – С. 227-229.
84. Прохоров, И.А. Практикум по селекции и семеноводству овощных культур: учебник / И.А. Прохоров, С.П. Потапов. – М.: Агропромиздат, 1988. – 319 с.
85. Прохоров, И.А. Селекция и семеноводство овощных культур / И.А. Прохоров, А.В. Крючков, В.А. Комиссаров. – М.: Колос, 1997. – 480 с.
86. Пухальский, В.А. Проблемы естественного и приобретенного иммунитета растений к развитию идей Н.И. Вавилова / В.А. Пухальский, Т.И. Одинова, Л.И. Извекова, Э.Н. Андреева, Т.В. Коростылева, Е.А. Истомина, А.А. Славохотова, А.Н. Шиян, Г.В. Козловская, Л.А. Оболенкова, Е.Д. Бадаева, Е.Н. Билинская // Вестник ВОГиС. – 2007. – Т.11. – № 3-4. – С. 631 – 649.
87. Рудиковский, А.В. Изучение устойчивости томата к возбудителю бурой пятнистости листьев в условиях Восточной Сибири / А.В. Рудиковский, И.М. Мокшонова // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2015. – № 6. – С. 11-18.
88. Руководство по болезням томата / Под ред. Брэда Габора. – Seminis Vegetable Seeds, Inc., 2013. – 81 с.
89. Садыкин, А.В. Селекция нематодоустойчивых сортов томата / А.В. Садыкин; Отв. ред. Н.Н. Загинайло; Молд. НИИ овощеводства НПО «Днестр». – Кишинев: Штиинца, 1990. – 126 с.
90. СанПиН 2.3.2.1078-01 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/4178234/>.
91. Селекция и семеноводство культивируемых растений: учебник / Под ред. Ю.Л. Гужова. – М.: Изд-во РУДН, 1999. – 536 с.
92. Селиванова, М.В. Влияние регуляторов роста на урожайность и качество продукции томата в условиях защищенного грунта шестой световой зоны / М.В. Селиванова // Инновационные технологии в науке и образовании. – 2015. – № 1 (1). – С. 243-244.

93. Селянский, А.И. Высокопроизводительная, энергоэкономная технология производства томатов. Миф? Реальность! / А.И. Селянский, Е.В. Лобашев // Овощеводство. – 2013. – № 2. – С. 70-72.
94. Селянский, А.И. Гидропоника на «Фитопирамидах» / А.И. Селянский, Е.В. Лобашев // Овощеводство. – 2013. – № 6. – С. 62-68.
95. Селянский, А.И. Практическая светокультура на «Фитопирамидах» в светонепроницаемых помещениях / А.И. Селянский, Е.В. Лобашев // Овощеводство. – 2013. – № 1. – С. 62-65.
96. Семенова, К.А. Помидоры. Всегда с отличным урожаем / К.А. Семенова. – М.: Эксмо, 2013. – 128 с.
97. Сирота, С.М. Новые технологии в овощеводстве защищённого грунта / С.М. Сирота, И.Т. Балашова, Е.Г. Козарь, Е.В. Пинчук // Овощи России. – 2016. – № 4. – С. 3-9. DOI: 10.18619/2072-9146-2016-4-3-9.
98. Скорина, В.В. Урожайность и качество томата в защищенном грунте при применении минерального удобрения Омекс / В.В. Скорина, В.В. Скорина, А.М. Карпицкий, И.Г. Берговина // В сборнике: Овощеводство. Сборник научных трудов. Национальная академия наук Беларуси, РУП «Институт овощеводства». – 2020. – С. 156-161.
99. Степура, М.Ф. Оптимизация состава питательного раствора при выращивании томата по гидропонной технологии / М.Ф. Степура, А.В. Ботько, Н.Ф. Рассоха // Гавриш. – 2013. – № 3. – С. 15-18.
100. Тепличный практикум. Дайджест журнала «Мир теплиц». 2000. Москва. Приложение к журналу «Мир Теплиц». 110 с.
101. Турбин, Н.В. Диаллельный анализ в селекции растений / Н.В. Турбин, Л.В. Хотылева, Л.А. Тарутина. – Минск: Наука и техника. – 1974. – 181 с.
102. Удалова, О.Р. Влияние состава питательного раствора на продуктивность растений томата при малообъемном способе выращивания в условиях регулируемой агроэкосистемы / О.Р. Удалова, Г.Г. Панова, Л.М. Аникина, В.Л. Судаков // Агрофизика. – 2014. – № 1. – С. 33-37.

103. Фесенко, И.А. Создание ДНК-маркера гена устойчивости томата к фузариозному увяданию / И.А. Фесенко, М.Ю. Куклев, Г.И. Карлов // Известия ТСХА. – 2007. – Вып. 1. – С. 66-72.
104. Фролова, С.А. Применение биологического пестицида в технологии выращивания томата закрытого грунта / С.А. Фролова // Вестник аграрной науки. – 2018. – № 2 (71). – С. 130-136.
105. Химическая энциклопедия. Т.2 / Редкол.: И.Л. Кнунянц (гл. ред.) [и др.] // М.: Сов. энцикл., 1990. – 671 с.
106. Чесноков, В.А. Выращивание растений без почвы / В.А. Чесноков, Е.Н. Базырина, Е.Н. Бушуева, Н.Л. Ильинская. – Л.: «Изд-во ЛГУ», 1960. – 171 с.
107. Шамшин, И.Н. Анализ генетической коллекции сортов и гибридных форм томата по устойчивости к кладоспориозу с использованием ДНК-маркеров / И.Н. Шамшин, М.В. Маслова, Ю.В. Грязнева // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2019. – Т. 180. – № 3. – С. 63-70. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-3-63-70.
108. Шевченко, Г.Н. Устойчивость сортов томата к местным расам *Fusarium oxysporum* / Г.Н. Шевченко [и др.] // Селекция, семеноводство и технологии выращивания овощных, бахчевых, технических и кормовых культур. – 2014. – № 1. – С. 156-160.
109. Широков, Е.П. Хранение и переработка продукции растениеводства с основами стандартизации и сертификации. Часть 1. Картофель, плоды, овощи: учебник / Е.П. Широков, В.И. Полегаев. – М.: Колос, 2000. – 254 с.
110. Agarwal, S. Tomato Lycopene and Its Role in Human Health and Chronic Diseases / S. Agarwal, A.V. Rao // CMAJ. – 2000. – 163(6). Pp. 739-744.
111. Ahmad, S. Combining ability estimates in heat tolerant tomato (*Solanum lycopersicum* L.) genotypes/ S. Ahmad, A.K.M. Quamruzzaman, M.N. Uddin // The Agriculturists. – 2009. – 7(1&2). – Pp. 113-120.
112. Ammiraju, J.S. The heat-stable root-knot nematode resistance gene *Mi-9* from *Lycopersicon peruvianum* is localized on the short arm of chromosome 6 / J.S.

- Ammiraju, J.C. Veremis, X. Huang, P.A. Roberts, I. Kaloshian // *Theor. Appl. Genet.* – 2003. – Vol. 106. – Pp. 478-484.
113. Anand, P. Cancer is preventable disease that requires major lifestyle changes / P. Anand, A.B. Runnumakata, C. Sundaram, K.B. Harikumar, S.T. Tharakan, O.S. Lai, B. Sung, B.B. Aggarwal // *Pharm Res.* – 2008. – Vol. 25(9). – Pp. 2097-2126.
114. Arens, P. Development and evaluation of robust molecular markers linked to disease resistance in tomato for distinctness, uniformity and stability testing / P. Arens, C. Mansilla, D. Deinumet et al. // *Theor. Appl. Genet.* – 2010. – 120 (3). – Pp. 655-664. DOI 10.1007/s00122-009-1183-2.
115. Bai, Yu. Tomato disease resistances in post-genomics era / Yu. Bai, Zhe Yan, E. Moriones, R. Fernandez-Munoz // *Acta Horticulturae: Proceedings of the V International Symposium on Tomato Diseases: Perspectives and Future Directions in Tomato Protection.* – 2018. – 1207. – Pp. 1-17.
116. Balogun, O.S. PCR-based analysis of disease in tomato singly or mixed inoculated with *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* races 1 and 2 / O.S. Balogun, Y. Hirano, T. Teraoka, T. Arie // *Phytopathol. Mediterr.* – 2008. – 47. – Pp. 50-60.
117. Bournival, B.L. Genetic analysis of resistance to race 1 and 2 of *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* from the wild tomato *Lycopersicon pennellii* / B.L. Bournival, C.E. Vallejos, J.W. Scott // *Theor. Appl. Genet.* – 1990. – Vol. 79. – Pp. 641-645.
118. Bournival, B.L. An isozyme marker for resistance to race 3 of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* in tomato / B.L. Bournival, J.W. Scott, C.E. Vallejos // *Theor. Appl. Genet.* – 1989. – 78 (4). – Pp. 489-494. DOI: 10.1007/BF00290832.
119. Bubici, G. Integrated management of Verticillium wilt of tomato / G. Bubici, M. Cirulli // *Intergrated Management of Diseases Caused by Fungi, Phytoplasma and Bacteria.* – 2008. – Vol. 3. – Pp. 225-242.
120. Cap, G.P. Inheritance of heat-stable resistance to *Meloidogyne incognita* in *Lycopersicon peruvianum* and its relationship to gene *Mi* / G.P. Cap, P.A. Roberts, I.J. Thomason // *Theor. Appl. Genet.* – 1993. – 85. – Pp. 777-783.

121. Cardoso, F.B. Yield and quality of tomato grown in a hydroponic system, with different planting densities and number of bunches per plant / F.B. Cardoso, H. Martinez, D. Silva, C.C. Milagres, J.G. Barbosa // *Pesquisa Agropecuaria Tropical*. – 2018. – V. 48. – N. 4. – Pp. 340-349. DOI:10.1590/1983-40632018V4852611.
122. Catanzariti, A.M. The tomato *I-3* gene: a novel gene for resistance to Fusarium wilt disease / A.M. Catanzariti, G.T. Lim, D.A. Jones // *New Phytol.* – 2015. – 207 (1). – Pp. 106-118. DOI: 10.1111/nph.13348.
123. Chishti, S.A.S. Analysis of combining ability for yield, yield components and quality characters in tomato (*Lycopersicon Esculentum* Mill.) / S.A.S. Chishti, A.A. Khan, B. Sadia, I.A. Khan // *Journal of Agricultural Research*. – 2008. – 46(4). – Pp. 325-332.
124. Daami-Remadi, M. First report of *Verticillium dahliae* race 2 in Tunisia / M. Daami-Remadi, H. Jabnoun-Khiareddine, D.J. Barbara, F. Ayed, M. El Mahjoub // *Plant Pathology*. – 2006. – Vol. 55. – P. 816.
125. Dannehl, D. Evaluation of substitutes for rock wool as growing substrate for hydroponic tomato production / D. Dannehl, Johanna Suhl, C. Ulrichs, U. Schmidt // *Journal of Applied Botany and Food Quality*. – 2015. – 88. – Pp. 68-77. DOI:10.5073/JABFQ.2015.088.010.
126. Devran, Z. Response of tomato rootstocks with the *Mi* resistance gene to *Meloidogyne incognita* race 2 at different soil temperature / Z. Devran, M.A. Sogut, N. Multu // *Phytopathol. Mediterr.* – 2010. – Vol. 49. – No. 1. – Pp. 11-17.
127. Dickinson, M.J. Close linkage between the *Cf-2/Cf-5* and *Mi* resistance loci in tomato / M.J. Dickinson, D.A. Jones, J.D.G. Jones // *Molecular Plant-Microbe Interactions*. – 1993. – Vol. 6. – No. 3. – Pp. 341-347.
128. Diwan, N. Mapping of *Ve* in tomato: a gene conferring resistance to the broad-spectrum pathogen *Verticillium dahliae* race 1 / N. Diwan, R. Fluhr, Y. Eshed, D. Zami, S.D. Tanksley // *Theor. Appl. Genet.* – 1999. – Vol. 98. – Pp. 315-319.
129. Dixon, M.S. The tomato *Cf-2* disease resistance locus comprises two functional genes encoding leucine-rich repeat proteins / M.S. Dixon, D.A. Jones, J.S. Keddie,

- C.M. Thomas, K. Harrison, J.D. Jones // *Cell.* – 1996. – 84 (3). – Pp. 451-459. DOI: 10.1016/S0092-8674(00)81290-8.
130. Enya, J. The first occurrence of leaf mold of tomato caused by races 4.9 and 4.9.11 of *Passalora fulva* (syn. *Fulvia fulva*) in Japan / J. Enya, K. Ikeda, T. Takeuchi, N. Horikoshi, T. Higashi, T. Sakai, Y. Iida, K. Nishi, M. Kubota. // *J. Gen. Plant Pathol.* – 2009. – 75. – Pp. 76-79.
131. Filho, R.C. Selection of tomato accessions resistant to *Verticillium* wilt / R.C. Filho et al. // *Pesq. Agropec. Trop.* – 2016. – Vol. 46. – No. 4. – Pp. 429-433.
132. Fradin, E.F. Genetic Dissection of *Verticillium* Wilt Resistance Mediated by Tomato *Ve1* / E.F. Fradin et al. // *Plant Physiology.* – 2009. – Vol. 150. – Pp. 320-332.
133. Gayoso, C. The *Ve*-mediated resistance response of the tomato to *Verticillium dahliae* involves H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, peroxidase and lignins and drives PAL gene expression / C. Gayoso, F. Pomar, E. Novo-Uzal, F. Merino, O. Martínez de Ilarduya // *BMC Plant Biology.* – 2010. – Vol. 10. – Article number 232. DOI: 10.1186/1471-2229-10-232.
134. Goncalves, A.M. Variability and geographical distribution of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* physiological races and field performance of resistant sources in Brazil / A.M. Goncalves, H. Costa, M.E.N. Fonseca // *Acta Horticulturae: Proceedings of the V International Symposium on Tomato Diseases: Perspectives and Future Directions in Tomato Protection.* – 2018. – No. 1207. – Pp. 45-50.
135. Gonzalez-Cendales, Y. Identification of *I-7* expands the repertoire of genes for resistance to *Fusarium* wilt in tomato to three resistance gene classes / Y. Gonzalez-Cendales, A.M. Catanzariti, B. Baker, D.J. McGrath, D.A. Jones // *Mol. Plant Pathol.* – 2016. – 17 (3). – Pp. 448-463. DOI: 10.1111/mpp.12294.
136. Gonzalez-Cendales, Y. Application of CAPS markers to the mapping and marker-assisted breeding of genes for resistance to *Fusarium wilt* in the tomato. Cleaved Amplified Polymorphic Sequences (CAPS) Markers in Plant Biology / Y. Gonzalez-Cendales, Huong T. T. Do, Ginny T. T. Lim, Des J. McGrath, Ann-

- Maree Catanzariti, David A. Jones. – New York: Nova Science Publishers. – 2014. – Pp. 91-107.
137. Griffing, B.A. Generalized treatment of use of diallel cross in quantitative inheritance / B.A. Griffing // *Heredity*. – 1956. – V.10. – Pp. 31-50.
  138. Hemming, M.N. Fine mapping of the tomato *I-3* gene for fusarium wilt resistance and elimination of a co-segregating resistance gene analogue as a candidate for *I-3* / M.N. Hemming, S. Basuki, D.J. McGrath, B.J. Carroll, D.A. Jones // *Theor. Appl. Genet.* – 109 (2). – 2004. – Pp. 409-418. DOI: 10.1007/s00122-004-1646-4.
  139. Hirano, Y. PCR-based differentiation of *Fusarium oxysporum* ff. sp. *lycopersici* and *radicis-lycopersici* and races of *F. oxysporum* f. sp. *Lycopersici* / Y. Hirano, T. Arie // *Japanese Journal of General Plant Pathology*. – 2006. – 72. – Pp. 273-283.
  140. Jablonska, B. The *Mi-9* Gene from *Solanum arcanum* Conferring Heat-Stable Resistance to Root-Knot Nematodes Is a Homolog of *Mi-1* / B. Jablonska, J.S. Ammiraju, K.K. Bhattarai, S. Mantelin, O. Martinez de Ilarduya, P.A. Roberts, I. Kaloshian // *Plant Physiology*. – 2007. – Vol. 143. – Pp. 1044-1054.
  141. Jensen, M. Growing Tomatoes Hydroponically (Part One). 2009 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cdn.igrowhydro.com/InfoSheets/InfoSheet-HydroponicTomatoes.pdf>.
  142. Jones, J.P., Woltz S.S. Fusarium-incited diseases of tomato and potato and their control. In *Fusarium: Diseases, Biology, and Taxonomy* (P.E. Nelson, T.A. Toussoun, R.J. Cook, eds). – USA: Pennsylvania State University Press. – 1982. – Pp. 157-168.
  143. Joosten, M.H.A.J. The tomato – *Cladosporium fulvum* interaction: a versatile experimental system to study plant-pathogen interactions / M.H.A.J. Joosten, P.J.G.M. De Wit // *Annu. Rev. Phytopathol.* – 1999. – V. 37. – Pp. 335-367.
  144. Karpukhin, M.Yu. Creating modern competitive hybrids tomato for greenhouse plants of small-volume hydroponics / M.Yu. Karpukhin, S.I. Ignatova, V.M. Motov, V.A. Kuimova, V.M. Voloshyn // *E3S Web of Conferences* 282, 03025 (2021). DOI: 10.1051/e3sconf/202128203025.

145. Kawchuk, L.M. Development of sequence characterized DNA markers linked to a dominant verticillium wilt resistance gene in tomato / L.M. Kawchuk, J. Hachey, D.R. Lynch // *Genome*. – 1998. – 41. – Pp. 91-95.
146. Kawchuk, L.M. Tomato *Ve* disease resistance genes encode cell surface-like receptors / L.M. Kawchuk, J. Hachey, D.R. Lynch, F. Kulcsar, G. van Rooijen, D.R. Waterer, A. Robertson, E. Kokko, R. Byes, R.J. Howard, R. Fischer, D. Pruffer // *Proceeding of the National Academy of Science USA*. – 2001. – Vol. 98. – Pp. 6511-6515.
147. Kumar, S.P. Symptomology of major fungal diseases on tomato and its management / S.P. Kumar, A. Srinivasulu, K.R. Babu // *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. – 2018. – 7(6). – Pp. 1817-1821.
148. Lanfermeijer, F.C. Cloning and characterization of the durable tomato mosaic virus resistance gene *Tm-2(2)* from *Lycopersicon esculentum* / F.C. Lanfermeijer, J. Dijkhuis, M.J. Sturre, P. de Haan, J. Hille // *Plant Mol. Biol.* – 2003. – 52(5). – Pp. 1039-1051. DOI: 10.1023/A:1025434519282.
149. Levesque, H. Identification of a short rDNA spacer sequence highly specific of a tomato line containing *Tm-1* gene introgressed from *Lycopersicon hirsutum* / H. Levesque, F. Vedel, C. Mathieu, A.G. de Courcel // *Theor. Appl. Genet.* – 1990. – 80(5). – Pp. 602-608. DOI: 10.1007/BF00224218.
150. Lindhout, P. Further identification of races of *Cladosporium fulvum* (*Fulvia fulva*) on tomato originated from the Netherlands, France and Poland / P. Lindhout, M. Cislik, W. Korta, M. Cislik, I. Vos, T. Gerlagh // *Neth. J. Plant Pathol.* – 1989. – Vol. 95. – Pp. 43-48.
151. Logendra, L.S. Using mini-rockwool blocks as growing media for limited-cluster tomato production / L.S. Logendra, T.J. Gianfagna, H.W. Janes // *HortTechnology*. – 2001. – Vol. 11. – Pp. 175-179. DOI: 10.21273/horttech.11.2.175.
152. Malik, A.M. Hydroponic tomato production and productivity improvement in Pakistan / A.M. Malik, K.M. Mughal, S.A. Mian, A.U. Khan // *Pakistan Journal of Agriculture Research*. – 2018. – 31(2). – Pp. 133-144.

153. Messeguer, R. High resolution RFLP map around the root knot nematode resistance gene (*Mi*) in tomato / R. Messeguer, M. Ganal, D.M.C. Vicente, N.D. Yong, H. Bolkan, S.D. Tankley // *Theor. Appl. Genet.* –1991. – Vol. 82. – Pp. 529-536.
154. Milligan, S.B. The Root-knot resistance gene *Mi* from tomato is a member of the leucine zipper, nucleotide binding, leucine-rich repeat family of plant genes / S.B. Milligan, J. Bodeau, J. Yaghoobi, I. Kaloshian, P. Zabep, V.M. Williamson // *Plant Cell.* – 1998. – Vol. 10. – Pp. 1307-1319.
155. Nombela, G. The root-knot nematode resistance gene *Mi-1.2* of tomato is responsible for resistance against the whitefly *Bemisia tabaci* / G. Nombela, V.M. Williamson, M. Muniz // *Mol. Plant Microbe Interact.* – 2003. – 16. – Pp. 645-649.
156. Ohmori, T. Molecular characterization of the SCAR markers tightly linked to the *Tm-2* locus of the genus *Lycopersicon* / T. Ohmori, M. Murata, F. Motoyoshi // *Theor. Appl. Genet.* – 2000. – 101(1-2). – Pp. 64-69. DOI: 10.1007/s001220051450.
157. Okie, W.R. Screening tomato seedling for resistance to *Verticillium dahliae* races 1 and 2 / W.R. Okie, R.G. Gardnet // *Plant Disease.* –1982. – Vol. 66. – Pp. 34-37.
158. Ori, N. The *I2C* family from the wilt disease resistance locus *I2* belongs to the nucleotide binding, leucine-rich repeat superfamily of plant resistance genes / N. Ori, Y. Eshed, I. Paran, G. Presting, D. Avis, S. Tanksley, D. Zamir, R. Fluhr // *Plant Cell.* –1997. – Vol. 9. – Pp. 521-532.
159. Pegg, G.F. *Verticillium Wilts* / G.F. Pegg, B.L. Brady. – Wallingford: CABI Publishing, 2002. – 416 p.
160. Portela, S. Greenhouse tomato cultivation: comparison of traditional and hydroponic methods / S. Portela, F. Vilella, N. Bartoloni // *Revista de la Facultad de Agronomia Universidad de Buenos Aires.* – 1997. – 16(3). – Pp. 193-198.
161. Raju, K.V. Combining ability studies in tomato (*Solanum lycopersicum* Mill.) / K.V. Raju, B.N. Prabhakar, S.S. Kumar, R.V.S.K. Reddy // *The Journal of Research ANGRAU.* – 2012. – V. 40. – No. 3. – Pp. 74-76.

162. Renuka, D.M. Combining ability analysis of growth, yield and quality traits in cherry tomato (*Solanum lycopersicum* var. *cersiforme*) / D.M. Renuka, T.H. Singh, S.V. Geeta, Sh. Malaghan // *International Journal of Advanced Research*. – 2015. V. 3. – No. 7. – Pp. 319-325.
163. Reshma, T. Standardization of Growing Media for the Hydroponic Cultivation of Tomato / T. Reshma, P.S. Sarath // *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. – 2017. – 6(7). – Pp. 626-631. DOI: 10.20546/ijcmas.2017.607.076.
164. Rossi, M. The nematode resistance gene *Mi* of tomato confers resistance against the potato aphid / M. Rossi, F.L. Goggin, S.B. Milligan, I. Kaloshian, D.E. Ullman, V.M. Williamson // *Proc Natl Acad Sci USA*. – 1998. – 95. – Pp. 9750-9754.
165. Sarfatti, M. An RFLP marker in tomato linked to the *Fusarium oxysporum* resistance gene *I2* / M. Sarfatti, J. Katan, R. Fluhr, D. Zamir // *Theor. Appl. Genet.* – 1989. – 78(5). – Pp. 755-759. DOI: 10.1007/BF00262574.
166. Schaible, L. Inheritance of resistance to verticillium wilt in a tomato cross / L. Schaible, O.S. Cannon, V. Waddoups // *Phytopathology*. – 1951. – 41. – Pp. 986-990.
167. Seah, S. Evaluation of a co-dominant SCAR marker for detection of the *Mi-1* locus for resistance to root-knot nematode in tomato germplasm / S. Seah, V.M. Williamson, B.E. Garcia, L. Mejía, M.S. Salus, C.T. Martin, D.P. Maxwell // *Tomato Gen Coop Rep*. – 2007. – 57. – Pp. 37-40.
168. Segal, G. Correlation of genetic and physical structure in the region surrounding the *I2* *Fusarium oxysporum* resistance locus in tomato / G. Segal, M. Sarfatti, M.A. Schaffer, N. Ori, D. Zamir, R. Fluhr // *Mol Gen Genet*. – 1992. – 231(2). – Pp. 179-185. DOI: 10.1007/BF00279789.
169. Sela-Buurlage, M.B. Genome-wide dissection of *Fusarium* resistance in tomato reveals multiple complex loci / M.B. Sela-Buurlage, O. Budai-Hadrian, Q. Pan, L. Carmel-Goren, R. Vunsch, D. Zamir, R. Fluhr // *Mol. Genet. Genomics*. – 2001. – 265(6). – Pp. 1104-1111. DOI: 10.1007/s004380100509.

170. Shi, A. Molecular markers for *Tm-2* alleles of tomato mosaic virus resistance in tomato / A. Shi, R. Vierling, R. Grazzini, P. Chen, H. Caton, D. Panthee // *Am. J. Plant Sci.* – 2011. – 2. – Pp. 180-189.
171. Shuan-Cang, Yu. A co-dominant molecular marker of fusarium wilt resistance gene *I-2* derived from gene sequence in tomato / Yu Shuan-Cang, Zou Yan-Min // *Yi Chuan.* – 2008. – 30(7). – Pp. 926-932. DOI: 10.3724/sp.j.1005.2008.00926.
172. Simons, G. Dissection of the fusarium *I2* gene cluster in tomato reveals six homologs and one active gene copy / G. Simons, J. Groenendijk, J. Wijbrandi, M. Reijans, J. Groenen, P. Diergaarde, T. Van der Lee, M. Bleeker, J. Onstenk, M. de Both et al. // *Plant Cell.* – 1998. – 10(6). – Pp. 1055-1068. DOI: 10.1105/tpc.10.6.1055.
173. Stamova, J. Introgression of resistance to *Verticillium dahliae* race 2 into processing tomato cultivars in California / J. Stamova // *Acta Horticulturae.* – 2006. – 724. – Pp. 39-43. DOI: 10.17660/ActaHortic.2006.724.3.
174. Stergiopoulos, I. Mating-type genes and the genetic structure of a world-wide collection of the tomato pathogen *Cladosporium fulvum* / I. Stergiopoulos, M. Groenewald, S. Martijn et al. // *Fungal Genetics and Biology.* – 2007. – No. 44. – Pp. 415-429.
175. Tabaeizadeh, Z. Transgenic tomato plants expressing a *Lycopersicon chilense* chitinase gene demonstrate improved resistance to *Verticillium dahliae* race 2 / Z. Tabaeizadeh, Z. Agharbaoui, H. Harrak, V. Poysa // *Plant Cell Reports.* – 1999. – Vol. 19. – Pp. 197-202.
176. Takken, F.L. Identification and Ds-tagged isolation of a new gene at the *Cf-4* locus of tomato involved in disease resistance to *Cladosporium fulvum* race 5 / F.L. Takken, D. Schipper, H.J.J. Nijkamp, J. Hille // *Plant J.* – 1998. – 14(4). – Pp. 401-411. DOI: 10.1046/j.1365-313X.1998.00135.x.
177. Tanksley, S. The size of the *L. pennellii* chromosome 7 segment containing the *I-3* gene in tomato breeding lines measured by RFLP probing / S. Tanksley, W. Costello // *Rep. Tomato Genet. Coop.* – 1991. – 41. – P. 60.

178. Thakur, N. Organic Tomatoes: Combining Ability for fruit yield and Component Traits in Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) under Mid Himalayan Region / N. Thakur, S. Chadha, M.B. Devi // *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci.* – 2019. – V. 8. – No. 1. – Pp. 2099-2112.
179. Thomas, C.M. Genetic and molecular analysis of tomato *Cf* genes for resistance to *Cladosporium fulvum* / C.M. Thomas, M.S. Dixon, M. Parniske, C. Golstein, J.D. Jones // *Philos. Trans. R. Soc. Lond., B: Biol. Sci.* – 1998. – 353 (1374). – Pp. 1413-1424. DOI: 10.1098/rstb.1998.0296.
180. Truong, H. T. H. Use of *Cf-9* Gene-based Markers in Marker-assisted Selection to Screen Tomato Cultivars with Resistance to *Cladosporium fulvum* / H. T. H. Truong, H. Choi, M. C. Cho, H. E. Lee, J. H. Kim // *Hort. Environ. Biotechnol.* – 2011. – 52(2). – Pp. 204-210. DOI 10.1007/s13580-011-0164-y.
181. Tzortzakis, N.G. Impacts of the substrate medium on tomato yield and fruit quality in soilless cultivation / N.G. Tzortzakis, C.D. Economakis // *Horticultural Science (HORTSCI)*. – 2008. – 35(2). – Pp. 83-89.
182. Vekariya, T.A. Combining ability analysis for yield and its components in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) / T.A. Vekariya et al. // *Acta Scientific Agriculture.* – 2019. – V. 3. – No. 7. – Pp. 185-191. DOI: 10.31080/ASAG.2019.03.0541.
183. Veremis, J.C. Mapping a novel heat-stable resistance to *Meloidogyne* in *Lycopersicon peruvianum* / J.C. Veremis, A.W. van Heusden, P.A. Roberts // *Theor. Appl. Genet.* – 1999. – Vol. 98. – Pp. 274-280.
184. Wang, A. Development of Molecular Markers Linked to *Cladosporium fulvum* Resistant Gene *Cf-6* in Tomato by RAPD and SSR Methods / A. Wang, F. Meng, X. Xu, Y. Wang, L. Li // *Hort Science.* – 2007. – 42(1). – Pp. 11-15.
185. Westerink, N. *Cladosporium fulvum* circumvents the second functional resistance gene homologue at the *Cf-4* locus (*Hcr9-4E*) by secretion of a stable *avr4E* isoform / N. Westerink, B.F. Brandwagt, P.J.G.M. De Wit, M.H.A.J. Joosten // *Mol. Microbiol.* – 2004. – 54. – Pp. 533-545.
186. Yaghoobi, J. Fine mapping of the nematode resistance gene *Mi-3* in *Solanum peruvianum* and construction of a *S. lycopersicum* DNA coting spanning the locus

- / J. Yaghoobi, J.L. Yates, V.M. Williamson // *Mol. Genet. Genomics*. – 2005. – Vol. 274. – No. 1. – Pp. 60-69.
187. Yaghoobi, J. Mapping a new nematode resistance locus in *Lycopersicon peruvianum* / J. Yaghoobi, I. Kaloshian, Y. Wen, V.M. Williamson // *Theor. Appl. Gene.* – 1995. – Vol. 91. – Pp. 457-464.
188. Zengin, S. Determining of general combining ability for yield, quality and some other traits of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) inbred lines / S. Zengin, A. Kabaş, A. Oğuz, A. Eren, E. Polat // *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. – 2015. – 28. – Pp. 1-4.
189. Zhao, T. Mapping and candidate gene screening of tomato *Cladosporium fulvum*-resistant gene *Cf-19*, based on high-throughput sequencing technology / T. Zhao, J. Jiang, G. Liu, S. He, H. Zhang, X. Chen, X. Xu // *BMC Plant Biol.* – 2016. – 16(1). – Pp. 1-10. DOI: 10.1186/s12870-016-0737-0.

### Приложение 1

Метеорологические данные за вегетационный период, 2019 год (Московская обл., д. Верея, ВНИИО, г. Жуковский)

Месяц	Декада	Осадки, мм			Среднесуточная температура воздуха, °С			Среднесуточная относительная влажность воздуха, %		
		средне-многолетн.	2019 ВНИИО	% к многолетн.	средне-многолетн.	2019 Жуковский	откл. от многолетн.	средне-многолетн.	2019 Жуковский	откл. от многолетн.
Май	1	14,0	36,0	257,1	9,6	14,6	5,0	63,5	64,1	0,6
	2	17,0	17,0	100,0	11,5	16,1	4,6	62,0	62,9	0,9
	3	19,0	2,8	14,7	14,1	18,7	4,6	62,5	64,2	1,7
За месяц		50,0	55,8	111,6	11,7	16,5	4,7	62,7	63,7	1,1
Июнь	1	20,0	0,0	0,0	14,4	21,7	7,3	59,5	55,4	-4,1
	2	21,0	0,0	0,0	15,4	20,4	5,0	60,0	58,1	-1,9
	3	24,0	56,5	235,4	16,4	19,0	2,6	61,5	64,0	2,5
За месяц		65,0	56,5	86,9	15,4	20,4	5,0	60,3	59,2	-1,2
Июль	1	26,0	7,0	26,9	17,4	17,0	-0,4	64,0	66,1	2,1
	2	27,0	63,0	233,3	17,8	16,1	-1,7	65,5	78,6	13,1
	3	27,0	20,8	77,0	17,7	18,5	0,8	67,0	71,2	4,2
За месяц		80,0	90,8	113,5	17,6	17,2	-0,4	65,5	72,0	6,5
Август	1	25,0	16,5	66,0	17,1	14,7	-2,4	69,0	75,8	6,8
	2	23,0	34,5	150,0	15,9	17,8	1,9	70,5	77,7	7,2
	3	22,0	0,0	0,0	14,4	17,6	3,2	72,5	69,0	-3,5
За месяц		70,0	51,0	72,9	15,8	16,7	0,9	70,7	74,1	3,5
Сентябрь	1	20,0	3,5	17,5	12,5	18,0	5,5	74,0	71,9	-2,1
	2	18,0	27,5	152,8	10,8	12,8	2,0	78,0	71,3	-6,7
	3	17,0	13,5	79,4	8,1	7,2	-0,9	78,0	76,6	-1,4
За месяц		55,0	44,5	80,9	10,5	12,7	2,2	76,7	73,3	-3,4

## Приложение 2

Метеорологические данные за вегетационный период, 2020 год (Московская обл., д. Верей, АМС ВНИИО)

Месяц	Декада	Осадки, мм			Среднесуточная температура воздуха, °С			Среднесуточная относительная влажность воздуха, %		
		средне-многолетн.	2020 АМС ВНИИО	% к многолетн.	средне-многолетн.	2020 АМС ВНИИО	откл. от многолетн.	средне-многолетн.	2020 АМС ВНИИО	откл. от многолетн.
Май	1	14,0	19,7	140,7	9,6	13,8	4,2	63,5	66,4	2,9
	2	17,0	17,5	102,9	11,5	10,5	-1,0	62,0	61,5	-0,5
	3	19,0	55,4	291,6	14,1	11,7	-2,4	62,5	78,6	16,1
За месяц		50,0	92,6	185,2	11,7	12,0	0,2	62,7	68,9	6,2
Июнь	1	20,0	54,3	271,5	14,4	16,9	2,5	59,5	79,7	20,2
	2	21,0	27,9	132,9	15,4	20,8	5,4	60,0	68,6	8,6
	3	24,0	16,3	67,9	16,4	19,2	2,8	61,5	63,6	2,1
За месяц		65,0	98,5	151,5	15,4	19,0	3,6	60,3	70,6	10,3
Июль	1	26,0	30,6	117,7	17,4	20,8	3,4	64,0	74,7	10,7
	2	27,0	19,9	73,7	17,8	18,6	0,8	65,5	79,3	13,8
	3	27,0	25,0	92,6	17,7	18,2	0,5	67,0	74,2	7,2
За месяц		80,0	75,5	94,4	17,6	19,2	1,6	65,5	76,1	10,6
Август	1	25,0	12,3	49,2	17,1	19,4	2,3	69,0	69,0	0,0
	2	23,0	7,7	33,5	15,9	16,0	0,1	70,5	73,8	3,3
	3	22,0	15,3	69,5	14,4	18,0	3,6	72,5	77,1	4,6
За месяц		70,0	35,3	50,4	15,8	17,8	2,0	70,7	73,3	2,6
Сентябрь	1	20,0	24,5	122,5	12,5	16,3	3,8	74,0	70,5	-3,5
	2	18,0	26,8	148,9	10,8	12,1	1,3	78,0	74,7	-3,3
	3	17,0	2,0	11,8	8,1	13,6	5,5	78,0	67,6	-10,4
За месяц		55,0	53,3	96,9	10,5	14,0	3,5	76,7	70,9	-5,8

### Приложение 3

Метеорологические данные за вегетационный период, 2021 год (Московская обл., д. Верей, АМС ВНИИО)

Месяц	Декада	Осадки, мм			Среднесуточная температура воздуха, °С			Среднесуточная относительная влажность воздуха, %		
		средне-многолетн.	2021 АМС ВНИИО	% к многолетн.	средне-многолетн.	2021 АМС ВНИИО	откл. от многолетн.	средне-многолетн.	2021 АМС ВНИИО	откл. от многолетн.
Май	1	14,0	46,7	333,6	9,6	9,9	0,3	63,5	64,4	0,9
	2	17,0	6,8	40,0	11,5	18,4	6,9	62,0	60,6	-1,4
	3	19,0	17,7	93,2	14,1	15,2	1,1	62,5	66,4	3,9
За месяц		50,0	71,2	142,4	11,7	14,5	2,8	62,7	63,8	1,2
Июнь	1	20,0	15,8	79,0	14,4	16,5	2,1	59,5	64,9	5,4
	2	21,0	14,0	66,7	15,4	20,4	5,0	60,0	67,4	7,4
	3	24,0	32,3	134,6	16,4	24,9	8,5	61,5	67,8	6,3
За месяц		65,0	62,1	95,5	15,4	20,6	5,2	60,3	66,7	6,3
Июль	1	26,0	0,0	0,0	17,4	22,5	5,1	64,0	63,4	-0,6
	2	27,0	11,2	41,5	17,8	25,3	7,5	65,5	63,4	-2,1
	3	27,0	9,7	35,9	17,7	20,1	2,4	67,0	65,7	-1,3
За месяц		80,0	20,9	26,1	17,6	22,7	5,0	65,5	64,2	-1,3
Август	1	25,0	32,0	128,0	17,1	20,8	3,7	69,0	78,1	9,1
	2	23,0	34,6	150,4	15,9	21,2	5,3	70,5	75,7	5,2
	3	22,0	13,8	62,7	14,4	17,7	3,3	72,5	73,3	0,8
За месяц		70,0	80,4	114,9	15,8	19,9	4,1	70,7	75,7	5,0
Сентябрь	1	20,0	16,1	80,5	12,5	11,8	-0,7	74,0	80,7	6,7
	2	18,0	28,4	157,8	10,8	10,4	-0,4	78,0	77,5	-0,5

### Приложение 4

Метеорологические данные за вегетационный период, 2022 год (Московская обл., д. Верей, АМС ВНИИО)

Месяц	Декада	Осадки, мм			Среднесуточная температура воздуха, °С			Среднесуточная относительная влажность воздуха, %		
		средне-многолетн.	2022 АМС ВНИИО	% к многолетн.	средне-многолетн.	2022 АМС ВНИИО	откл. от многолетн.	средне-многолетн.	2022 АМС ВНИИО	откл. от многолетн.
Май	1	14,0	6,4	45,7	9,6	9,9	0,3	63,5	50,3	-13,2
	2	17,0	18,2	107,1	11,5	11,6	0,1	62,0	60,7	-1,3
	3	19,0	25,4	133,7	14,1	11,4	-2,7	62,5	61,9	-0,6
За месяц		50,0	50,0	100,0	11,7	11,0	-0,7	62,7	57,7	-5,0
Июнь	1	20,0	8,9	44,5	14,4	18,0	3,6	59,5	65,1	5,6
	2	21,0	21,9	104,3	15,4	18,3	2,9	60,0	67,9	7,9
	3	24,0	2,2	9,2	16,4	21,1	4,7	61,5	56,5	-5,0
За месяц		65,0	33,0	50,8	15,4	19,1	3,7	60,3	63,2	2,8
Июль	1	26,0	31,1	119,6	17,4	21,9	4,5	64,0	63,8	-0,2
	2	27,0	17,8	65,9	17,8	19,3	1,5	65,5	69,7	4,2
	3	27,0	21,3	78,9	17,7	21,5	3,8	67,0	68,8	1,8
За месяц		80,0	70,2	87,8	17,6	20,9	3,3	65,5	67,4	1,9
Август	1	25,0	10,9	43,6	17,1	21,8	4,7	69,0	65,3	-3,7
	2	23,0	0,3	1,3	15,9	22,3	6,4	70,5	54,9	-15,6
	3	22,0	2,4	10,9	14,4	22,8	8,4	72,5	54,6	-17,9
За месяц		70,0	13,6	19,4	15,8	22,3	6,5	70,7	58,3	-12,4
Сентябрь	1	20,0	7,2	36,0	12,5	9,4	-3,1	74,0	74,7	0,7
	2	18,0	19,3	107,2	10,8	11,5	0,7	78,0	81,9	3,9
	3	17,0	62,3	366,5	8,1	9,6	1,5	78,0	90,2	12,2
За месяц		55,0	88,8	161,5	10,5	10,2	-0,3	76,7	82,3	5,6

## Приложение 5

### Сведения о гибриде томата Гарантик из Государственного реестра сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, допущенных к использованию

● Главная ● Реестр селекционных достижений ● Государственный реестр сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, допущенных к использованию

## ГАРАНТИК

← ВЕРНУТЬСЯ НАЗАД

### Общая информация

- Культура: Томат (*Solanum lycopersicum* L. var. *lycopersicum*)
- Группа: Овощные
- Код сорта: 7754867
- Описание: Включен в Госреестр Российской Федерации в III световой зоне для выращивания в защищенном грунте. Гибрид раннеспелый. Растение индетерминантное. Лист зеленой окраски, расположение полупониклое. Соцветие простое. Плод округлой формы. Окраска зрелого плода красная. Средняя масса плода - 245,0 г. Дегустационная оценка - 4,5 балла. Урожайность составила 10,2 кг/м<sup>2</sup>. Выход товарной продукции - 98,0 %. Рекомендован для потребления в свежем виде.
- Автор(ы): ЕРОШЕВСКАЯ АНАСТАСИЯ СЕРГЕЕВНА; ЛУКИНОВА ТАТЬЯНА ПАВЛОВНА; ТЕНЬКОВА НАИЛЯ ФАРИДОВНА; ТЕРЕШОНКОВА ТАТЬЯНА АРКАДЬЕВНА
- Характеристики:
  - Категория: гибрид первого поколения
  - Направление использования: салатный
  - Срок созревания (гр. спелости): ранний (раннеспелый)
  - Тип растения: индетерминантное
  - Условия выращивания: защищенный грунт и садово-огородный
  - Форма: округлая

### Допуск

- Номер заявки на допуск: 87205
- Заявители: ФГБНУ 'ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ОВОЩЕВОДСТВА'
- Дата регистрации заявки на допуск: 19 октября 2022г.
- Год включения в реестр допущенных: 2024
- Оригинатор(ы): ФГБНУ 'ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ОВОЩЕВОДСТВА' (143080, МОСКОВСКАЯ ОБЛ., ОДИНЦОВСКИЙ Р-Н, ПОС. ВНИИССОК, УЛ.СЕЛЕКЦИОННАЯ, Д.14)