

**ОЦЕНКА ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ТОМАТА МЕТОДАМИ КЛАССИЧЕСКОЙ  
И МАРКЕР-СОПУТСТВУЮЩЕЙ СЕЛЕКЦИИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ УСТОЙЧИВЫХ  
К ФИТОПАТОГЕНАМ ГЕТЕРОЗИСНЫХ ГИБРИДОВ**

**И. Е. ЗАЙЦЕВА, И. Г. ПУГАЧЕВА, М. М. ДОБРЮДЬКИН**

*УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»  
г. Горки, Беларусь, 213407; e-mail: ari55@inbox.ru*

**О. Г. БАБАК, Н. А. НЕКРАШЕВИЧ, А. В. КИЛЬЧЕВСКИЙ**

*Институт генетики и цитологии НАН Беларуси  
г. Минск, Беларусь, 220027, e-mail: babak\_olga@mail.ru*

*(Поступила в редакцию 18.04.2018)*

*Получение урожайных, адаптивных, устойчивых к фитопатогенам растений с высоким качеством плодов возможно благодаря использованию различных методов селекции, включая маркер-сопутствующую селекцию, ускоряющую создание сортов и гибридов в 2–3 раза и позволяющую получать исходный материал с интересующим селекционера набором генов. Успех в селекционной работе в большинстве случаев предопределяется разнообразием селекционного материала и подбором исходных форм для скрещивания. Проведена оценка исходного материала для селекции томата на устойчивость к фитопатогенам молекулярными методами и методами традиционной селекции. Молекулярно-генетический анализ отобранных образцов на наличие аллелей устойчивости к фузариозному увяданию (I-2), кладоспориозу (Cf-5), нематодe (Mi-1.2), вирусу мозаики томата (Tm-2) осуществляли согласно методическим рекомендациям по ДНК-типированию генов качества плодов и устойчивости к болезням томата. На основании ДНК-типирования выявлены доноры устойчивости к фузариозному увяданию: Линия 19/0, Линия 19/3, Линия-2, Линия-9; к нематодe: Линия TX-144, Линия TX-140; к вирусу мозаики томата: Линия B-3-1-8, Линия 19/3, Линия-4. Линии S-9464 и B-3-1-8 обладают функциональной мужской стерильностью (ФМС), а Линия-4 – партенокарпией. По результатам изучения хозяйственно-полезных признаков отобраны линии, формирующие от 3,4 до 4,0 кг/м<sup>2</sup> ранозревающих плодов (Линия-2, Иршика, Никола, Линия-4); от 12,3 до 13,4 кг/м<sup>2</sup> товарных плодов (Линия TX-140, Линия-2, Линия 19/0); с массой плода более 100 г (Линия-2, Линия-9, Линия 19/0). По результатам двухлетней полевой оценки наименьший балл развития кладоспориоза отмечался у Линии S-9464.*

**Ключевые слова:** *томат, исходный материал, доноры устойчивости, кладоспориоз, фузариозное увядание, нематода, вирус мозаики томата, урожайность.*

*The production of fruitful, adaptive, phytopathogenic resistant plants with high fruit quality is possible due to the use of various breeding methods, including marker-accompanying selection, accelerating the creation of varieties and hybrids by 2-3 times and allowing to obtain a source material with a selection of genes of interest to the breeder. Success in selection work in most cases is predetermined by the variety of selection material and the selection of original forms for crossing. We have estimated the initial material for tomato selection according to resistance to phyto-pathogens by molecular methods and methods of traditional selection. Molecular genetic analysis of the selected samples according to the presence of alleles of resistance to fusarium wilt (I-2), cladosporium (Cf-5), nematode (Mi-1.2), tomato mosaic virus (Tm-2) was performed according to methodological recommendations on DNA-typing of genes of fruit quality and resistance to tomato diseases. On the basis of DNA-typing, donors of resistance to Fusarium wilt were identified: Line 19/0, Line 19/3, Line-2, Line-9; to the nematode: Line TX-144, Line TX-140; to the tomato mosaic virus: Line B-3-1-8, Line 19/3, Line-4. Lines S-9464 and B-3-1-8 have functional male sterility (FMS), and Line-4 – parthenocarpy. According to the results of research into economically useful traits, we have selected lines that form from 3.4 to 4.0 kg / m<sup>2</sup> of early-ripening fruit (Line-2, Irishka, Nikola, Line-4); from 12.3 to 13.4 kg / m<sup>2</sup> of commodity fruits (Line TX-140, Line-2, Line 19/0); with a fruit weight of more than 100 g (Line-2, Line-9, Line 19/0). According to the results of a two-year field assessment, the lowest score for the development of cladosporium was observed in Line S-9464.*

**Key words:** *tomato, initial material, resistance donors, cladosporium, fusarium wilt, nematode, tomato mosaic virus, yield.*

### **Введение**

Томат (*Solanum lycopersicum* L.) благодаря высокой пластичности, вкусовым качествам, важному народнохозяйственному значению является одной из ценнейших овощных культур. По состоянию на 2016 год, согласно данным FAO, он занимает одно из ведущих мест в мире среди овощей по объему посевных площадей (около 4 млн 783 тыс. га). Лидером по объему площадей и производству томата является Китай – более 1 млн га (ежегодное производство составляет – 56 млн тонн). Посевные площади под томатом в Республике Беларусь составляют более 7 тыс. га, на которых ежегодно производят около 272 тыс. тонн плодов томата [1].

Учитывая то, что в полноценный пищевой рацион взрослого человека следует включать от 25 до 32 кг томатов [2], ежегодное валовое производство плодов данной культуры в нашей Республике должно находиться на уровне 285 тыс. тонн.

Получение урожайных, адаптивных, устойчивых к фитопатогенам растений с высоким качеством плодов возможно благодаря использованию различных методов селекции. Успех в селекционной

работе в большинстве случаев предопределяется разнообразием селекционного материала, подбором исходных форм для скрещивания, а также методами селекции.

Одной из проблем получения высоких урожаев в пленочных теплицах является сильное варьирование условий микроклимата, приводящее к низкой завязываемости плодов и недобору урожая. По мнению В. А. Кравченко, С. И. Игнатовой, Л. М. Нестеренко и др., получение высоких и стабильных урожаев в различных условиях выращивания возможно благодаря использованию сортов, способных образовывать плоды без опыления [3, 4].

Ю. И. Авдеев утверждает, что снизить трудовые затраты и удешевить технологию получения гибридов возможно при опылении без кастрации цветков с использованием форм с функциональной мужской стерильностью (ФМС), при этом выход гибридных семян составляет 90–95 % [5].

В последнее время независимо от цели отбора все больший масштаб приобретает маркер-сопутствующая селекция, ускоряющая создание сортов и гибридов в 2–3 раза и позволяющая получать исходный материал с интересующим селекционера набором генов. Большую ценность представляют маркеры, контролирующие устойчивость к вредителям и болезням.

Для грунтовых теплиц особую актуальность имеет устойчивость к инфекциям и паразитам, сохраняющимся в почве. Прежде всего это устойчивость к грибам *Cladosporium fulvum* и *Fusarium oxysporum*, вызывающим бурую пятнистость листьев и непроходимость сосудов ксилемы соответственно, что приводит к уменьшению урожайности или полной гибели растений. Наряду с микозными заболеваниями опасным паразитом способным сократить урожайность до 50 %, является корневая нематода (*Meloidogine spp.*). В связи с этим целью исследований являлась оценка исходных форм томата по устойчивости к фитопатогенам и признакам продуктивности молекулярными методами и методами классической селекции.

### **Основная часть**

Объектами исследований являлись 11 форм томата, характеризующихся уникальными для каждого образца в отдельности хозяйственно полезными признаками. Линия С-9464 и Линия Б-3-1-8 обладают ФМС, Линия-4 – партенокарпией. Остальные 8 образцов по результатам предварительных исследований характеризуются рядом хозяйственно ценных признаков.

Молекулярно-генетический анализ отобранных образцов на наличие аллелей устойчивости к фузариозному увяданию (*I-2*), кладоспориозу (*Cf-5*), нематоду (*Mi-1.2*), вирусу мозаики томата (*Tm-2*) осуществляли в Институте генетики и цитологии НАН Беларуси в лаборатории экологической генетики и биотехнологии (г. Минск), согласно методическим рекомендациям «ДНК-типирование генов качества плодов и устойчивости к болезням томата» [6].

Полевые опыты закладывались в необогреваемых пленочных теплицах на опытном поле кафедры сельскохозяйственной биотехнологии и экологии УО БГСХА (г. Горки). Изучаемые образцы были высажены в 3-кратной повторности по 3 растения на делянке для оценки признаков продуктивности. Схема посадки 70×30 см. Доза внесения удобрений N<sub>60</sub> (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)<sub>120</sub> (K<sub>2</sub>O)<sub>120</sub>. Агротехника общепринятая для томата защищенного грунта [7].

В 2012–2013 гг. проводилась оценка на естественном инфекционном фоне на устойчивость к кладоспориозу. Для оценки развития кладоспориоза пользовались 9-балльной шкалой: 0 – отсутствие признаков поражения; 8 – полная гибель растения [8]. Распространенность (%) и развитие болезни (балл) определяли по общепринятым в фитопатологии формулам. Оценку проводили при первых признаках поражения восприимчивого сорта Талалихин 186.

Морфометрические измерения растений осуществляли в конце вегетационного периода. Фенологические наблюдения – от даты полных всходов и до начала созревания плодов. Сборы урожая проводились с интервалом 7 дней, на их основе рассчитаны ранняя, товарная, общая урожайность и средняя масса товарного плода. Стандартами служили индетерминантный гибрид Старт F<sub>1</sub> и детерминантный раннеспелый гибрид Александр F<sub>1</sub>.

Экспериментальные данные, полученные в результате проведенных опытов, подвергались статистической обработке методом дисперсионного анализа [9].

Для идентификации аллелей устойчивости к фузариозному увяданию использовали праймеры I-2/5F и I-2/5R (рис.1). Амплификация ДНК с данной парой праймеров позволяет выявить локус *I-2*, обеспечивающий устойчивость томата к расам 1 и 2 *Fusarium oxysporum f. sp. Lycopersici*. При проведении амплификации получают фрагменты размером 633 п.н. (наличие аллеля устойчивости) и 693 п.н. в сочетании с 760 п.н. (аллель восприимчивости).

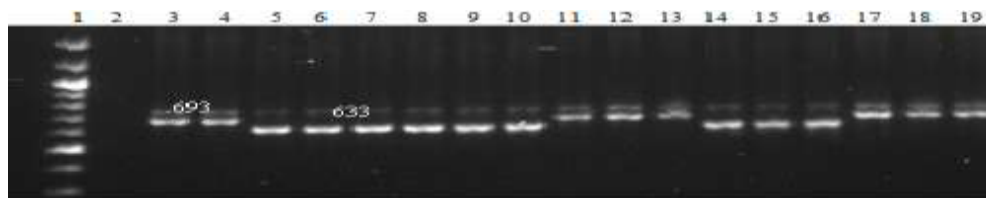


Рис. 1. Фрагмент результатов амплификации генотипов томата с праймерами к гену *I-2:1* – маркер молекулярного веса (100-1500 п.н.); 3, 4 – Никола; 5, 6 – Линия-2; 7, 8 – Линия 19/0, 9, 10 – Линия-9; 11, 12, 13 – Иришка; 14, 15, 16 – Линия 19/3; 17, 18, 19 – Линия С-9464

Согласно полученным результатам, среди исследуемых форм выявлены устойчивые гомозиготные образцы Линия-2, Линия-9, Линия 19/0, Линия 19/3.

Для ДНК-типирования аллеля устойчивости к вирусу мозаики томата (*Tm-2*) использовали CAPS маркер *Tm2RS-f3/Tm2RS-r3*. В результате амплификации синтезируется фрагмент размером 703 п.н. После рестрикции его эндонуклеазой *HpaI*, возможно образование двух вариантов фрагментов: 703 п.н. (восприимчивые образцы) и 458 совместно с 245 п.н. (образцы с аллелями устойчивости (*Tm-2*) либо с аллелями резистентности (*Tm-2<sup>2</sup>*)) (рис.2).

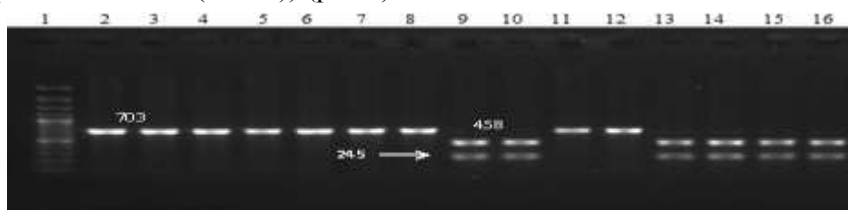


Рис. 2. Фрагмент результатов амплификации генотипов томата с праймерами к гену *Tm-2*: 1 – маркер молекулярного веса (100-1500 п.н.); 2,3 – ТХ-140; 4,5 – Линия-2; 6,7 – Линия-9; 8 – ТХ-144; 9, 10 – Линия Б-3-1-8; 11, 12 – Иришка; 13, 14 – Линия 19/3; 15,16 – Линия-4

Согласно рис.2, для образцов Линия Б-3-1-8; Линия 19/3 и Линия-4 характерно присутствие фрагментов 458 п.н. и 245 п.н., что свидетельствует о наличии аллелей устойчивости/резистентности к вирусу мозаики томата.

Выявление аллелей устойчивости к корневой галловой нематоды осуществлялось при помощи SCAR маркера *Mi 23F* и *Mi 23R* к гену *Mi -1.2*, обеспечивающему устойчивость к 3-м видам нематоды *M. arenaria*, *M. incognita* и *M. javanica* (рис. 3) Использование данного маркера позволяет выявлять локусы размером 430 п.н. (наличие аллеля восприимчивости) и 380 п.н. (наличие доминантного аллеля устойчивости).



Рис. 3. Результаты амплификации генотипов томата с праймерами к гену *Mi -1.2*: 1, 14 – маркер молекулярного веса (100-3000 п.н.); 2 – Никола; 3 – Линия 19/0; 4 – Линия 19/3; 5 – Линия С-9464, 6 – Линия-9; 7 – Линия ТХ-140, 8 – Линия ТХ-144; 9 – Иришка; 10 – Линия 19/3; 11 – Линия-2, 12 – Линия Б-3-1-8, 13 – Александр F<sub>1</sub>

Идентификация в Линии ТХ-140 и Линии ТХ-144 фрагмента размером 380 п.н. свидетельствует о присутствии устойчивости к корневой нематоды.

Оценка устойчивости к нематоды на изучаемых гибридах и их родителях была проведена в специальных карантинных теплицах Института защиты растений. Результаты испытания растений подтвердили устойчивость форм с аллелем *Mi -1.2* в гомозиготном и гетерозиготном состоянии *Mi -1.2* к трем видам корневой нематоды (*M.incognita*, *M.javanica*, *M.arenaria*) [10].

Использование праймеров 2-5CF и 2-5CR позволяет выявить аллели устойчивости к кладоспориозу: *Cf-2* (1600 п.н.); *Cf-5* (1163 и 880 п.н.). В результате исследований, выявлены образцы (Линия С-9464 и Линия-4), содержащие аллель устойчивости к кладоспориозу *Cf-5* (размеры амплифицируемых фрагментов 1163 п.н. и 880 п.н. (рис.4).

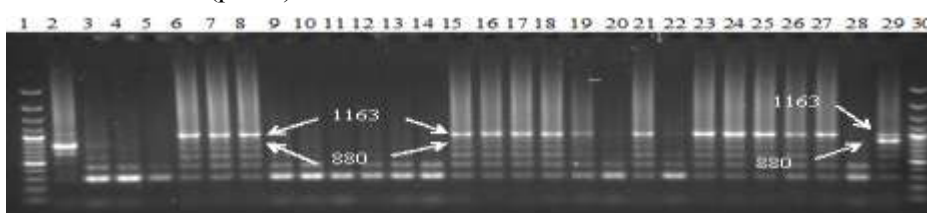


Рис. 4. Фрагмент результатов амплификации генотипов томата с праймерами 2-5CF/ 2-5CR к гену *Cf-5* и *Cf-2*: 1, 30 – маркер молекулярного веса (100-1500 п.н.); 2 – Линия ТХ-144, 3,4,5 – Линия Б-3-1-8; 6,7,8–Линия С-9464; 9,10,11 – Александр; 12,13,14 – Талахихин 186, 15,16,17 – Линия-4; 18-28 отборы из гибрида Линия С-9464×Линия 19/0, 29 – сорт стандарт к гену *Cf-5*

В 2012–2013 годах осуществлялась оценка образцов томата на полевую устойчивость к фитопатогенам. Признаки поражения фузариозным увяданием и нематодой в годы исследований не обнаружены. Оценка устойчивости растений к вирусу мозаики томата не проводилась. В 2012–2013 годах на листьях растений наблюдалось развитие кладоспориоза. Кладоспориоз – распространенное заболевание томатов защищенного грунта, проявляющееся в виде многочисленных пятен, вначале хлоротичных, позднее покрывающихся с нижней и верхней сторон обильным спороношением оливково-бурого цвета [11]. Наиболее интенсивное развитие кладоспориоза отмечено в 2012 году (табл.1). Высоким баллом развития болезни характеризовались раннеспелые сорта Никола и Иришка, а также Линия-9 и Линия 19/3 (от 4,55 до 5,33 балла). Для них отмечается сильное поражение кладоспориозом. Показатель «развитие болезни» в 2013 году в среднем по образцам не превышал 2 балла. Наименьшим баллом в 2012 году обладали Линия ТХ-140 и Линия С-9464 (по 0,55 балла), а в 2013 году Линия ТХ-144 (0,78 балла) и Линия С-9464 (0,67 балла). У Линии С-9464 на протяжении двух лет исследований отмечены низкие показатели развития (0,55 и 0,67 балла) и распространенности (44,4 %) болезни, что свидетельствует об устойчивости данной формы к кладоспориозу и подтверждает целесообразность отбора форм с аллелем *Cf-5*.

Таблица 1. Оценка исходных форм томата на устойчивость к кладоспориозу на естественном инфекционном фоне

Наименование образца	Развитие болезни, балл			Распространенность, %		
	2012	2013	Среднее	2012	2013	среднее
Никола	5,33	1,67	3,50	88,9	77,8	83,4
Линия ТХ-144	1,33	0,78	1,06	66,7	55,6	61,2
Линия ТХ-140	0,55	1,0	0,78	55,6	66,7	61,2
Линия-4	1,56	2,0	1,78	66,7	77,8	72,3
Линия-2	1,56	1,56	1,56	66,7	66,7	66,7
Линия-9	4,55	1,33	2,94	66,7	66,7	66,7
Иришка	4,67	1,78	3,23	77,8	77,8	77,8
Линия 19/0	2,11	1,22	1,67	66,7	66,7	66,7
Линия 19/3	4,55	1,78	3,17	77,8	77,8	77,8
Линия Б-3-1-8	2,11	1,44	1,78	66,7	66,7	66,7
Линия С-9464	0,55	0,67	0,61	44,4	44,4	44,4

На основании изучения морфометрических показателей исходных форм, все изучаемые образцы по типу роста разделялись на три группы. К детерминантным формам относились Никола, Линия-4, Линия-2, Иришка, с высотой растений от 65,2 до 84,4 см (табл. 2); к полудетерминантным: Линия Б-3-1-8 (127,5 см), Линия-9 (99,8 см); к индетерминантным растениям с высотой от 139,9 см до 176,6 см относились: Линия ТХ-140, Линия ТХ-144, Линия С-9464, Линия 19/0, Линия 19/3. Наибольшее количество кистей на главном стебле у индетерминантных форм отмечалось у Линии ТХ-140 и Линии 19/0 (по 8 кистей). Из группы детерминантных форм выделились сорт Никола и Линия-4 (по 5 кистей). Максимальное количество плодов на одной кисти формировалось у Линии ТХ-140 и Линии ТХ-144: по 7,4 шт. и 8 шт. соответственно. Максимальная завязываемость плодов наблюдалась у сорта Иришка (81,0 %), Линии ТХ-140 (77,4 %), Линии 19/0 (79,1 %). Наименьшим периодом «всходы – начало созревания» (менее 100 дней) характеризовались сорта Никола и Иришка, а также Линия-2, Линия-4, Линия-9. Функциональная мужская стерильность Линии-С-9464 и Линии-Б-3-1-8 была причиной отсутствия завязываемости плодов.

Таблица 2. Биометрические измерения растений томата (2012–2013 гг., среднее)

Наименование образца	Высота растения, см.	Количество кистей на гл. стебле, шт.	Число листьев между кистями, шт.	Среднее количество плодов на кисти, шт.	Завязываемость плодов, %	Всходы-начало созревания, дни
Никола	77,8	5,1	1,7	4,1	54,5	95,5
Линия ТХ-144	139,9	7,1	3,1	7,4	66,7	103,0
Линия ТХ-140	164,5	8,4	3,0	8,1	77,4	102,5
Линия-4	84,4	5,5	1,9	4,1	62,7	94,0
Линия-2	65,2	3,0	0,8	3,8	65,8	96,5
Линия-9	99,8	6,0	2,1	3,7	63,5	96,0
Иришка	67,2	2,8	0,6	6,8	81,0	96,0
Линия 19/0	176,6	8,0	3,1	6,9	79,1	106,5
Линия 19/3	168,6	7,2	3,3	6,2	61,4	109,0

Линия С-9464	153,3	7,7	3,3	–	–	–
Линия Б-3-1-8	127,5	5,7	1,6	–	–	–

На основании данных представленных в табл. 3, значения ранней урожайности детерминантных образцов варьировали от 3,4 кг/м<sup>2</sup> до 4,0 кг/м<sup>2</sup>, при этом превосходили раннеспелый стандарт Александр F<sub>1</sub> на 9,7–29,0 %. На уровне стандарта Старт F<sub>1</sub> по признаку «товарная урожайность» из индетерминантных форм находилась Линия 19/0 с урожайностью 13,3 кг/м<sup>2</sup> и Линия ТХ-140 (12,3 кг/м<sup>2</sup>). Сорт Никола, Линия-2 превышали значение детерминантного стандарта Александр F<sub>1</sub> на 5,5–24,1% по данному признаку. Также тенденция отмечалась и по общей урожайности. Максимальной массой плода (более 100 г) обладали Линия-2, Линия-9 и Линия 19/0.

Таблица 3. Признаки урожайности исходного материала (2012–2013 гг., среднее)

Наименование Образца	Ранняя урожайность, кг/м <sup>2</sup>	Товарная урожайность, кг/м <sup>2</sup>	Общая урожайность, кг/м <sup>2</sup>	Масса плода, г
Стандарт Старт F <sub>1</sub>	2,7	14,5	15,0	109,0
Стандарт Александр F <sub>1</sub>	3,1	10,8	11,1	89,9
Никола	3,8	11,4	11,8	80,6
Линия ТХ-144	1,0	10,0	10,3	95,7
Линия ТХ-140	1,4	12,3	12,5	90,2
Линия-4	4,0	9,9	10,2	68,6
Линия-2	3,4	13,4	13,9	107,7
Линия-9	1,9	12,0	12,1	109,2
Иришка	3,7	8,1	8,2	32,6
Линия 19/0	1,0	13,3	14,0	108,2
Линия 19/3	0,6	7,7	8,6	85,2
Линия С-9464	0,0	0,0	0,0	0,0
Линия Б-3-1-8	0,0	0,0	0,0	0,0

### Заключение

На основании проведенного ДНК-анализа выделены формы, обладающие аллелями генов устойчивости к фузариозному увяданию в гомозиготном состоянии: Линия 19/0, Линия 19/3, Линия-2, Линия-9; к нематоду: Линия ТХ-144, Линия ТХ-140, к вирусу мозаики томата: Линия Б-3-1-8, Линия 19/3, Линия-4. Выявлены формы (Линия С-9464 и Линия-4), имеющие аллели устойчивости к кладоспориозу.

Ранняя урожайность сортов Никола, Иришка, Линии-4, Линии-2 варьировала от 3,4 до 4,0 кг/м<sup>2</sup>. Товарная урожайность Линии ТХ-140, Линии-2, Линии 19/0 находилась на уровне 12,3–13,4 кг/м<sup>2</sup>. Выделились три формы (Линия-2, Линия-9, Линия 19/0) с массой товарного плода более 100 г.

По результатам изучения биометрических характеристик отмечены Линия 19/0 и Линия ТХ-140, образовавшие по 8 кистей на одном растении. Линия ТХ-140 и Линия ТХ-144 формировали максимальное количество плодов на одной кисти (7,4–8,1 штук).

За два года исследований у Линии С-9464 (0,55 балла) наблюдалась полевая устойчивость к кладоспориозу.

Отобран ценный исходный материал, обладающий устойчивостью к вредителям и болезням, характеризующийся высокими показателями урожайности, партенокарпией и ФМС.

### ЛИТЕРАТУРА

1. FAO (Food and Agriculture Organization of United Nations) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fao.org/faostat/ru/> – Дата доступа: 16.03.2018.
2. Аутко, А. А. Овощеводство в Беларуси на рубеже XXI века / А. А. Аутко // Овощеводство на рубеже третьего тысячелетия: материалы междунар. науч.-практ. конф., 75-летию со дня организации Белорус. науч.-исслед. ин-та овощеводства. Минск, 6–7 мая 2000 г. – Минск, 2000. – С. 26–31.
3. Кравченко, В. А. Партенокарпия в селекции томата / В. А. Кравченко // Роль абиотических факторов в селекции и технологии овощных культур. – М., 1989. – 106–111 с.
4. Нестеренко, Л. М. Партенокарпия тепличного томата / Л. М. Нестеренко, С. И. Игнатова // Плодоовощное хозяйство. – 1987. – №6. – С. 38–39.
5. Авдеев, Ю. И. Селекция томатов / Ю. И. Авдеев. – Кишинёв: Штиинца, 1982. – 282 с.
6. Методические рекомендации ДНК-типирование генов качества плодов и устойчивости к болезням / А. В. Кильчевский [и др.]; под ред. А. В. Кильчевский // Мин-во с.х. и прод. Республики Беларусь, Нац. академия наук Беларуси, Ин-т генетики и цитологии НАН РБ. – Минск: «Право и экономика», 2016. – С. 42.
7. Возделывание томатов в открытом грунте и необогреваемых пленочных теплицах. Отраслевой регламент. – Минск. : Минсельхозпрод Респ. Беларусь, 1996. – 20 с.
8. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / под ред. проф. С. Ф. Буга. – Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию, Институт защиты растений. – Минск, 2007. – 508 с.
9. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обраб. результатов исслед.) [по агр. спец.] / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

10. Сравнительный анализ нематоустойчивости образцов томата с использованием методов молекулярного маркирования и оценки на инфекционном фоне / И. Е. Зайцева [и др.] // Земледелие и защита растений. – 2014. – №1 (92). – С. 22–25.

11. Поликсенова, В. Д. Микозы томата: возбудители заболеваний, устойчивость растений / В. Д. Поликсенова. – Минск: Беларус.гос. ун-т, 2008. – 159 с.