

Гибриды томата для грунтовых теплиц с комплексной устойчивостью

Tomato hybrids with complex resistance for ground greenhouses

Терешонкова Т.А., Багров Р.А., Фомичева М.Г.,
Тенькова Н.Ф., Титова Е.В., Егорова А.А.

Tereshonkova T.A., Bagrov R.A., Fomicheva M.G.,
Tenkova N.F., Titova E.V., Egorova A.A.

Аннотация

Abstract

На фоне усиливающейся инфекционной нагрузки на культуру томата, обусловленной появлением новых болезней и новых физиологических рас традиционных патогенов, возрастает значение создания и использования в производстве гетерозисных гибридов с комплексной устойчивостью. Возрастает вредоносность новых насекомых-вредителей культуры томата. По вредоносности выходят на первое место томатная минирующая моль (*Tuta absoluta*) и западный цветочный трипс (*Frankliniella occidentalis*), который помимо нанесения прямого ущерба культуре выступает как переносчик вирусных заболеваний, в том числе вируса бронзовости (TSWV). Начатая селекционная программа на полевую устойчивость томата к трипсу позволила в 2020–2021 годах выделить восемь источников устойчивости среди образцов различных товарных групп. В результате двадцатилетней селекции созданы коммерческие гибриды с различным набором генов устойчивости. В задачи современной селекции входят этапы оценки и отбора селекционного материала на наличие генов устойчивости в генотипах методами ПЦР-диагностики, а также контроль устойчивости путем испытания материала в условиях инфекционных фонов или искусственного заражения. Важный этап – контроль товарных партий семян на присутствие генов устойчивости. Результаты ПЦР-анализа коммерческих гибридов на четыре гена устойчивости в сочетании с испытанием полевой устойчивости к кладоспориозу на сильном многолетнем инфекционном фоне приведены в табличной форме. Результаты показывают, что практически во всех товарных группах есть гибриды с устойчивостью к кладоспориозу, фузариозному увяданию, вирусу томатной мозаики (ВТОМ) и галловой нематоде. Также была обнаружена относительная устойчивость к фитофторозу у гибрида F₁ Изящный (Ph2\Ph2). Сегодня проводится работа по расширению числа генов для ПЦР-анализа селекционного материала.

Under conditions of the increasing infectious load on the tomato crop due to the emergence of new diseases and new physiological races of traditional pathogens, the importance of creating and growing heterotic hybrids with complex resistance is increasing. The harmfulness of new insect pests of tomato culture is also increasing. In terms of harmfulness, the tomato mining moth (*Tuta absoluta*) and the western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*) take the first place, which, in addition to causing direct damage to the culture, is a carrier of viral diseases, including Tomato spotted wilt virus. The started breeding program for the field resistance of tomato to thrips made it possible for the period 2020–2021 to identify 8 sources of resistance among the samples of various commodity groups. As a result of 20 years of selection, commercial hybrids with different sets of resistance genes have been created. The goals of modern breeding include breeding material assessment and selection for the presence of resistance genes in genotypes by PCR diagnostics method, as well as control of resistance by testing the material under infectious backgrounds or artificial infection inoculation. Another important step is the control of commercial seed lots for the presence of resistance genes. The results of PCR analysis of commercial hybrids for 4 resistance genes in combination with the test of field resistance to *Cladosporium fulvum* under condition of strong long-term infectious background are given in tabular form. These results show that in almost all product groups there are hybrids with resistance to ToMV, in combination with other resistances, including the relative resistance to late blight in the F₁ Izyaschniy (Ph2\Ph2) hybrid. Currently, the progress is being made towards expanding the number of genes for PCR analysis of breeding material.

Key words: hybrids, tomato, resistance, VToM, *Cladosporium (Fulvia) fulvum*, *Meloidogyne* sp., *Fusarium* wilting, western flower thrips.

For citing: Tomato hybrids with complex resistance for ground greenhouses. T.A. Tereshonkova, R.A. Bagrov, M.G. Fomicheva, N.F. Tenkova, E.V. Titova, A.A. Egorova. Potato and vegetables. 2021. No 11. Pp. 34–37. <https://doi.org/10.25630/PAV.2021.34.51.006> (In Russ.).

Ключевые слова: гибриды, томат, устойчивость, ВТОМ, кладоспориоз, галловые нематоды, фузариозное увядание, фитофтороз, западный цветочный трипс.

Для цитирования: Гибриды томата для грунтовых теплиц с комплексной устойчивостью / Т.А. Терешонкова, Р.А. Багров, М.Г. Фомичева, Н.Ф. Тенькова, Е.В. Титова, А.А. Егорова // Картофель и овощи. 2021. №11. С. 34–37. <https://doi.org/10.25630/PAV.2021.34.51.006>

В последние десятилетия в крупных тепличных комбинатах и в фермерских хозяйствах для целей товарного производства томата в подавляющем большинстве возделывают гетерозисные гибриды [1, 2, 3]. Преимущества гибридов над сортами очевидны и заключаются в технологичности, высокой и стабильной урожайности, пластичности, высоком качестве плодов и, как правило, высокой устойчивости к наиболее актуальным заболеваниям.

Характерная черта современного производства – ежегодно обновляемый список опасных болезней томата. Зачастую болезни настолько новые, что в арсенале селекционеров нет доноров и источников устойчивости к этим болезням. Так, недавно появившийся и быстро распространяющийся вирус коричневой морщинистости томата (Tobamovirus, ToBRFV) преодолел работавший десятилетиями набор генов (Tm, Tm-1, Tm-2, Tm-22) устойчивости к ви-

русным болезням. Израильским ученым-лидерам в области иммунитета томата потребовалось провести колоссальную работу по оценке дикорастущих форм, идентификации и секвенированию гена устойчивости и разработке праймеров для маркер-ассоциированной селекции против этого заболевания [4]. Среди новейших опасных заболеваний можно отметить вирус пепино, вирус желтой скручиваемости листьев (TYLCV), бактериозные увядания. Очень акту-

альны и давно известные и распространенные болезни тепличного томата, такие, как кладоспориоз, фузариозное и вертициллезное увядания, ВТом, ВТМ, галловые нематоды. Большую опасность представляют насекомые-вредители. Если раньше это были тепличная белокрылка и паутинный клещ, то сегодня на первый план по вредоносности выходят томатная минирующая моль (*Tuta absoluta*) и западный цветочный трипс (*Frankliniella occidentalis*), который помимо нанесения прямого ущерба культуре выступает и как переносчик вирусных заболеваний, в том числе вируса TSWV [5]. При заселении растений рассады томата на ранних этапах трипсом, зараженным вирусом TSWV, к моменту высадки наблюдается практически 100% гибель посадок.

Селекционерам известно, насколько нелегко объединить в одном генотипе большое число генов устойчивости и богатый набор хозяйственно ценных признаков, тем более когда селекционная работа ведется по различным товарным группам – биф, стандартные, кистевые, черри различной формы и окраски. Необходимо иметь доноры устойчивости к тем или иным болезням с генами устойчивости в гомозиготном состоянии в каждой из групп по различным направлениям селекции.

В задачи современной селекционной группы по томату сегодня должны входить этапы оценки и отбора селекционного материала на наличие генов устойчивости в генотипах методами ПЦР-диагностики, а также возможность контроля устойчивости по максимальному числу патогенов путем испытания материала в условиях инфекционных фонов или искусственного заражения. Последнее необходимо, поскольку результаты ПЦР-диагностики, будучи достаточно надежными, периодически расходятся с результатами полевых испытаний. Причинами этого могут быть наличие физиологических рас патогенов, устойчивость к которым не контролируется используемыми генами и праймерами, технические ошибки при проведении ПЦР-анализов и др. Поскольку полевое испытание в условиях инфекционной нагрузки является самым надежным, необходимым и достаточным критерием оценки устойчивости генотипа, особо ценные генотипы (родительские линии гибри-

дов, доноры с высокой комбинационной способностью и т.д.) необходимо испытывать комбинированно – методом ПЦР-анализа и классическими методами искусственного заражения.

Современные гибриды томата не обладают естественной устойчивостью к кленистоногим в степени, достаточной для того, чтобы значительно снизить или исключить химические обработки при их выращивании.

В целом механизмы иммунитета томата к вредителям можно разделить на две группы:

- связанные с присутствием на листовых пластинках трихом, одноили многоклеточных (эпидермальные клетки) образований в виде волосков, которые выполняют функцию как механического барьера (нежелезистые трихомы; устойчивость растения определяется их длиной и густотой, что затрудняет доступ кленистоногих к поверхности листа), так и химическо-механического (железистые трихомы);

- связанные с особенностями: а) строения тканей мезофилла, б) роста и развития растения.

Цель работы: комбинированная оценка устойчивости к болезням и западному цветочному трипсу наиболее важных коммерческих гибридов селекции компании «Поиск».

Условия, материалы и методы исследований

Селекционная работа по созданию гибридов для профессионального рынка ведется в трех селекционно-семеноводческих центрах. Детерминантные гибриды для открытого грунта и пленочных теплиц («багаганов»), а также крупноплодных гибридов индетерминантного типа роста выводят в ССЦ «Ростовский» под руководством канд. с.-х. наук В.В. Огнева. Черри-гибриды, гибриды группы кистевых и некоторых других товарных групп разрабатывают в ССЦ «Московский».

Анализ гибридов на присутствие генов устойчивости проводили в лаборатории ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси» ПЦР по принятым в лаборатории методикам и праймерам (www.gens.by, О. Бабак).

Оценка полевой устойчивости к кладоспориозу (*Cladosporium (Fulvia) fulvum*) проведена в 2021 году на фоне сильной эпифитотии в условиях многолетнего инфекционного фона.

Антиксенотическую устойчивость (предпочитаемость, т.е. повреждаемость) селекционного материала томата по отношению к западному

цветочному трипсу (*Frankliniella occidentalis*) оценивали во ВНИИО – филиале ФГБНУ ФНЦО и ССЦ «Московский» агрофирмы «Поиск» в 2020–2021 годах. Использовали визуальную пятибалльную оценку поражения листьев и плодов томата. Для выявления взаимосвязи клеточной структуры мезофилла и предпочтительностью использовали метод световой микроскопии.

Результаты исследований

В 2020–2021 годах в лаборатории иммунитета ВНИИО оценивали на антиксенотическую устойчивость к насекомым-фитофагам (непредпочитаемость ими растений, в частности, западным цветочным трипсом) различные сортообразцы томата. При этом на первом этапе исследований выявляли наиболее и наименее предпочитаемые сортообразцы томата; на втором – проводили микроскопическое исследование анатомо-морфологических особенностей наиболее и наименее предпочитаемых (повреждаемых) образцов, а также исследовали ряд биохимических параметров плодов и листьев. В 2020 году в результате обследования 89 сортообразцов томата выявлен 51 устойчивый (слабо предпочитаемый) образец, 5 неустойчивых. Остальные формы занимали промежуточное положение. Из устойчивых наиболее выделившимися (практически непредпочитаемыми) были образцы 660 и 951 (перспективный крупноплодный гибрид типа биф) из гибридного питомника. Неустойчивыми (наиболее предпочитаемыми) были образцы 618, 711, 702, 620, из гибридного питомника – 942. При микроскопировании поперечного среза листовой пластинки у устойчивых образцов расположение клеток мезофилла (как столбчатой, так и губчатой паренхимы) было заметно компактнее, чем у неустойчивых. В 2021 году в результате обследования 106 образцов выявлено 76 устойчивых (слабо предпочитаемых) образцов, 4 неустойчивых. Остальные формы занимали промежуточное положение. Из устойчивых наиболее выделившимися (практически непредпочитаемыми) были 8 образцов из различных товарных групп (1017, 1510, 1513 и др.) Неустойчивыми (наиболее предпочитаемыми) были образцы 1524, 1508, 998, 997. В то же время анализ биохимических параметров плодов и листьев у контрастных по устойчивости образцов (содержание ликопина, β-каротина, суммы ка-

ротиноидов, лютеина, хлорофилла а и б) не выявил какой-либо четкой зависимости между ними и активностью питания фитофагов на растениях. Возможно, на нее влияют другие параметры.

Проведенный анализ позволяет начать направленную селекционную работу по созданию гибридов с полевой устойчивостью к западному цветочному трипсу, которая в сочетании с использованием гена Sw-5 и других призвана усилить устойчивость гибридов томата против бронзовости и других вирусных заболеваний.

Работу по созданию гибридов с групповой устойчивостью к группе заболеваний проводят в селекционной группе более 20 лет [3]. К настоящему времени создано более 40 коммерческих гибридов разных товар-

ных групп с различным набором генов устойчивости. Ежегодные стадии селекционного процесса включают испытание перспективных образцов в нескольких культуuroоборотах (зимне-весенний, весенних пленочных грунтовых теплицах и второй оборот) в различных селекционных центрах, что позволяет получить комплексную характеристику о пластичности гибрида, пригодности его для того или иного оборота, оценить его полевую устойчивость к местной популяции патогенов, выявить наиболее подходящий регион для полного раскрытия потенциала гибрида. Важный этап работы – контроль товарных партий семян на присутствие генов устойчивости. Товарные партии семян готовят на специализированных предприятиях, и, несмотря на авто-

рский контроль и обязательные мероприятия по апробации и грунтоконтролю, периодически могут встречаться накладки. Поэтому для обеспечения гарантированного результата и предложения потребителям только проверенных товарных партий семян проводится ПЦР-анализ на наличие генов устойчивости к заболеваниям. Параллельно с проведением ПЦР-анализа товарные партии высевали на грунтоконтроль в условиях многолетнего инфекционного фона по кладоспориозу. Это позволило оценить соответствие между результатами ПЦР-анализа на присутствие гена Cf9 и проявлением устойчивости в полевых условиях. Соответствие составило более 90%. Результаты комплексной оценки устойчи-

Устойчивость гибридов F₁ томата селекции агрофирмы «Поиск» по результатам ПЦР-анализа товарных партий семян, 2021 год

Гибрид F ₁	Форма гена устойчивости, гомозиготная/гетерозиготная	Характерные особенности гибрида, плода	Устойчивость к заболеваниям*
кистевые (индетерминантные)			
Алая каравелла	гомозиготная	плод округлый, красный, массой 110 г	Fol, Cf
Алый фрегат		плод овальный, красный массой 90-100 г	
биф (индетерминантные)			
Армада	гетерозиготная	плод красный	Fol, Cf
Коралловый риф			
Румяный шар			
крупноплодные (индетерминантные)			
Кассиопея	гомозиготная	плод темно-красный	Fol, Cf
Корунд		плод красный	
Океан	гетерозиготная	плод красный, массой 180-220 г	Fol
Маргарита блюз		плод красный, массой 200 г	
Рафинад		плод красный, массой 200 г	
Танюшин		плод красный, массой 180-220 г	
детерминантные, крупноплодные			
Изящный	гомозиготная	плод ярко-красный	Fol, Cf, средняя Mi, Ph
Капитан		плод красный, округлый, массой 120-130 г	Fol, слабая Cf
Афродита	гетерозиготная	гибрид ультраранний	Fol
Государь		плод с «носиком»	Cf, средняя Mi
Донской		гибрид пластичный, плод с «носиком»	
Мадонна		гибрид ранний	Fol, средняя Cf, Mi
черри			
Эльф	гомозиготная	плод темно-красный, тип кистевой	Fol, Cf
Золотой поток		–	
Волшебная арфа	гетерозиготная	плод оранжевый	Fol, Cf
Коралловые бусы		плод красный, урожай обильный	Fol, Cf, Mi
Красный лукум		плод овальный	Fol, Cf
Терек		плод красный, урожай обильный	

*Примечание: Fol – (*Fusarium oxysporum f.sp.lycopersici*) (раса 2) – ген I2, Cf – *Cladosporium (Fulvia) fulvum* – ген Cf9, Mi – (*Meloidogyne sp.*) – ген Mi 1,2, Ph – (*Phytophthora infestans de Bary*) – ген Ph2

Гибрид F₁ Изящный

ности, проведенной в 2021 году для гибридов различных товарных групп, приведены в **таблице**. Как правило, при прочих равных условиях генотипы с геном устойчивости в гомозиготной форме более устойчивы к

болезни, чем генотипы в гетерозиготной.

Из розовоплодных гибридов к фузариозному увяданию и кладоспориозу устойчивы F₁ Боярин (индетерминантный, биф), F₁ Розовый фрегат (кистевой) и F₁ Персиановский (детерминантный, биф).

Наши результаты позволяют производителям подобрать гибрид из требуемой товарной группы с учетом господствующих в регионе болезней. В ежегодном режиме также проводится тестирование основных селекционных линий на присутствие и аллельное состояние генов устойчивости. Планируется работа по расширению числа генов устойчивости к болезням, на присутствие которых будет проводиться анализ. Представляют интерес

гены устойчивости к TYLCV, TSWV и др.

Выводы

Начатая селекционная программа на полевую устойчивость томата к трипсу позволила за 2020-2021 годы выделить восемь источников устойчивости среди образцов томата различных товарных групп. В результате двадцатилетней селекции созданы коммерческие гибриды с различным набором генов устойчивости. Результаты ПЦР-анализа товарных партий коммерческих гибридов на четыре гена устойчивости в сочетании с испытанием полевой устойчивости к кладоспориозу на сильном многолетнем инфекционном фоне показывают, что практически во всех товарных группах есть гибриды с устойчивостью к ВТОМ, в сочетании с устойчивостью к другим заболеваниям, включая относительную устойчивость к фитофторозу у гибрида F₁ Изящный (Ph2/Ph2). Начата работа по расширению числа генов для ПЦР-анализа селекционного материала.

Библиографический список

1. Новые гибриды томата черри и коктейль с групповой устойчивостью к болезням / Е.В. Титова, Н.Ф. Тенькова, Р.А. Багров, Т.А. Терешонкова // Картофель и овощи. 2018. №5. С. 37–40. <https://doi.org/10.25630/pav.2018.5.17702>
2. Филимонова Ю.А. Новые гибриды томата для открытого грунта и пленочных теплиц от крымского селекционного центра «Гавриш» // Гавриш. 2008. №3. С. 3–5.
3. Огнев В.В., Терешонкова Т.А., Ховрин А.Н. Результаты и перспективы селекции томата для весенних теплиц в России // Картофель и овощи. 2016. №11. С. 35–38.
4. Luria N. et al. A New Israeli Tobamovirus Isolate Infects Tomato Plants Harboring Tm-22 Resistance Genes. PLOS ONE. 2017. 12(1). e0170429. doi:10.1371/journal.pone.0170429
5. Cho J.J., Mau R.F.L., Hamasaki R.T., Gonsalves D. Detection of Tomato Spotted Wilt Virus in Individual Thrips by Enzyme-Linked Immunosorbent Assay. Phytopathology. 1988. 78(10). Pp. 1348–1352. <https://doi.org/10.1094/phyto-78-1348>

References

1. Titova E.V., Tenkova N.F., Bagrov R.A., Tereshonkova T.A. New hybrids of domestic cherry-type selection and cocktail with group resistance to diseases. Potato and vegetables. 2018. No5. Pp. 37–40. <https://doi.org/10.25630/pav.2018.5.17702> (In Russ.).
2. Filimonova Yu.A. New tomato hybrids for open soil and film greenhouses from the Crimean Gavrish breeding center. Gavrish. 2008. No3. Pp. 3–5. (In Russ.).
3. Ognev V.V., Tereshonkova T.A., Khovrin A.N. Results and prospects of tomato breeding for spring greenhouses in Russia. Potato and vegetables. 2016. No11. Pp. 35–38 (In Russ.).
4. Luria N. et al. A New Israeli Tobamovirus Isolate Infects Tomato Plants Harboring Tm-22 Resistance Genes. PLOS ONE. 2017. 12(1), e0170429. doi:10.1371/journal.pone.0170429
5. Cho J.J., Mau R.F.L., Hamasaki R.T., Gonsalves D. Detection of Tomato Spotted Wilt Virus in Individual Thrips by Enzyme-Linked Immunosorbent Assay. Phytopathology. 1988. 78(10). Pp. 1348–1352. <https://doi.org/10.1094/phyto-78-1348>

Об авторах

Терешонкова Татьяна Аркадьевна (ответственный за переписку), канд. с.-х. наук, зав. лабораторией иммунитета и селекции пасленовых культур, ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО, селекционер по томату компании «Поиск». E-mail: tata7707@bk.ru

Багров Роман Александрович, канд. с.-х. наук, с.н.с. лаборатории иммунитета и селекции пасленовых культур, ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО. E-mail: romanus81@mail.ru

Фомичева Мария Григорьевна, канд. биол. наук, н.с., ФГБНУ ФНЦО. E-mail: maria.fomicheva.1@yandex.ru

Титова Евгения Владимировна, н.с. лаборатории иммунитета и селекции пасленовых культур, ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО. E-mail: titotito2011@mail.ru

Тенькова Наиля Фаридовна, н.с. лаборатории иммунитета и селекции пасленовых культур, ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО. E-mail: nailya_tenkova@mail.ru

Егорова Анна Анатольевна, канд. с.-х. наук, с.н.с. лаборатории иммунитета и селекции пасленовых культур, ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО. E-mail: edvaeed@rambler.ru

Author details

Tereshonkova T.A. (author for correspondence), Cand. Sci. (Agr.), head of laboratory of immunity and breeding of Solanaceae, ARRIVG-branch of FSBSI FSVC, tomato breeder of Poisk Company. E-mail: tata7707@bk.ru

Bagrov R.A., Cand. Sci. (Agr.), senior research fellow, laboratory of immunity and breeding of Solanaceae, ARRIVG-branch of FSBSI FSVC. E-mail: romanus81@mail.ru

Fomicheva M.G., Cand. Sci. (Biol.), research fellow, FSBSI FSVC. E-mail: tata7707@bk.ru

Titova E.V., research fellow, laboratory of immunity and breeding of Solanaceae, ARRIVG-branch of FSBSI FSVC. E-mail: titotito2011@mail.ru

Tenkova N.F., research fellow, laboratory of immunity and breeding of Solanaceae, ARRIVG-branch of FSBSI FSVC. E-mail: nailya_tenkova@mail.ru

Egorova A.A., Cand. Sci. (Agr.), senior research fellow, laboratory of immunity and breeding of Solanaceae, ARRIVG-branch of FSBSI FSVC. E-mail: edvaeed@rambler.ru