



УДК:631.527:633:574

ВЗАИМОСВЯЗЬ УСТОЙЧИВОСТИ ТОМАТА К ФУЗАРИОЗНЫМ КОРНЕВЫМ ГНИЛЯМ И НИЗКИМ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫМ ТЕМПЕРАТУРАМ

Н.М. Велижанов

ГБПОУ Республики Дагестан «Аграрный колледж», г. Дагестанские Огни, Дагестан, Российская Федерация

Эл. почта: nizamivelijanov@mail.ru

Статья поступила в редакцию 24.0.2022; принята к печати 02.12.2022

Выращивание томата в Дагестане имеет свои особенности, связанные с климатическими условиями региона. С одной стороны, прохладные погодные условия в ранневесенний период после высадки рассады в открытом грунте, начиная с середины апреля; с другой стороны, высокие летние температуры, сопровождающиеся воздушной засухой, создающие стрессовые условия для роста и развития генеративных органов растений среднеспелого, среднепозднего и позднего сроков созревания. Целью наших исследований было выявление взаимосвязи фузариозоустойчивости с устойчивостью к холоду на ранних этапах развития растений, а также влияния условий года на поражаемость томата фузариозной корневой гнилью. Установлена положительная корреляция между степенью всхожести и длиной корешка при низких положительных температурах в контролируемых условиях, а также между уровнем холодостойкости и фузариозоустойчивостью в полевых условиях. Выявлены эффективные доноры устойчивости и перспективные популяции для использования в селекции томата. Выявлено, что контрастные по устойчивости генотипы томата формируют общие или близкие генотипы с родственными потомственными популяциями, особенно с бек-кроссными, что свидетельствует о высокой наследственности фузариозоустойчивости. Установлена ведущая роль наследственности в проявлении устойчивости к фузариозу при взаимодействии с условиями года, свидетельствующая о том, что устойчивые сорта томата (Новичок, Грант, Топаз) являются надежными донорами фузариозоустойчивостью и обладают высоким потенциалом для селекционных программ.

Ключевые слова: *генотип, сорт, селекция, томат, среда, стресс, фузариоз, корешок, всхожесть.*

CORRELATION BETWEEN TOMATO RESISTANCE TO FUSARIUM WILT AND TO LOW POSITIVE TEMPERATURES

N.M. Velizhanov

Agrarian College, Dagestanskiye Ognj, the Republic of Dagestan, the Russian Federation

*Email: nizamivelijanov@mail.ru

Growing tomatoes in Dagestan is peculiar because of the climatic conditions of the region. On the one hand, the weather is cool in early spring, after planting seedlings in the open ground, starting in mid-April; on the other hand, high summer temperatures associated with an air drought create stressful conditions for the growth and development of the generative organs of plants featuring medium, medium-late and late ripening. The purpose of our research was to identify relationships between resistance to fusariosis and resistance to cold at the early stages of plant development, as well as the impact of yearly conditions on the susceptibility of tomato to fusariosis root rot. There was found a significant positive correlation between the degree of germination and the length of roots at low positive temperatures under controlled conditions, as well as between the levels of resistance to cold and fusariosis in the field. Effective donors of resistance and promising populations for use in tomato breeding have been identified. It has been revealed that the contrasting genotypes of tomato form common or close genotypes with related hereditary populations, especially backcrosses, which indicates a high heritability resistance to fusariosis. The leading role of genotype in the manifestation of resistance to fusariosis as it relates to yearly conditions has been established, indicating that sustainable varieties of tomato (Novichok, Grant, Topaz) are reliable donors of resistance to fusariosis and have high potential for breeding programs.

Keywords: *genotype, variety, selection, tomato, environment, stress, fusarium, root, germination.*

Достижение устойчивости томата к биотическим и абиотическим стрессам является важной практической задачей во многих регионах возделывания этой культуры [1,2], включая Республику Дагестан. Распространность грибов рода *Fusarium* в почве и частые случаи снижения температуры после посадки растений томата в поле являются весьма благоприятными условиями для развития фузариозной корневой гнили. С каждым годом в зоне наших исследований наблюдается возрастание вредоносности развития фузариозного увядания. Его распространению благоприятствуют климатические условия приморских районов Дагестана, а также недостаточно эффективные защитные мероприятия и нарушение севооборота. При высокой температуре фрессивность грибов по отношению к рассаде объясняется ослабленным иммунитетом растений и отсутствием в почве активных антагонистов и конкурентов патогенов [3]. В условиях Республики Дагестан болезнь отмечается на протяжении всего вегетационного периода, но особенно вредоносна она на ранних этапах онтогенеза, проявляясь в виде гниения семян, побуревших, некротических семян и/или глубоких язв на корнях, а на более поздних этапах вегетации – в виде увядания растений. Вид *Fusarium oxysporum* и особенно его разновидность *F. oxysporum var. orthoceras* выделяются из больных корней с наибольшей частотой [3, 4].

Для формирования фенотипа большое значение имеет взаимодействие генотип-среда. Согласно некоторым данным, некоторые блоки генов особо чувствительны к изменению среды, и их исключение из селекционных программ может быть эффективной стратегией в разрешении проблем, связанных с таким взаимодействием [5, 6].

При оценке селекционного материала важным является удачный выбор тест-параметров. По мнению некоторых авторов, многочисленные характеристики корня делают его удобным объектом для системного подхода и анализа [6, 7]. Выявлено, что холодовой стресс на ранних стадиях спорофита томата оказывает значимое влияние на длину корешка, что позволяет проводить отбор холодоустойчивых генотипов по данному показателю [8].

Целью наших исследований было выявление взаимосвязи фузариозоустойчивости с устойчивостью к холоду на ранних этапах развития растений, а также влияния условий года на поражаемость томата фузариозной корневой гнилью.

Материалы и методы

В качестве материала были выбраны 10 образцов-родителей и 8 гибридов томата: Новичок, Л 20/07, Л 20/11, Грант, Топаз, Марти, Бела, Лотос, Спартак, Колорадо, F3(Новичок×Грант)×Грант, F4 Новичок×Грант, F3 (Топаз×Марти)×Л 43/2, F3 (Бела×Лотос)×Новичок, F4 Бела×Лотос, F3 (Талисман×Спартак)×Л 41/4, F3 Колорадо×Марти.

Устойчивость к холоду оценивали по всхожести семян, длине корешка, биомассе растений, выращенных в чашках Петри на увлажненной фильтровальной бумаге при температуре 10°C в течение 21 суток в условиях климатической камеры. Опыт проводили в 3 повторностях. Проанализировали по 90 растений у родительских форм и 150 у гибридов. Устойчивость к фузариозной корневой гнили оценивали на этапе созревания плодов по 6-бальной шкале: 0 – иммунные, 1 – высокоустойчивые, 2 – устойчивые, 3 – средневосприимчивые, 4 – восприимчивые, 5 – сильновосприимчивые (гибель растения). Полученные данные были обработаны методами факторного и кластерного анализов в пакете программ STATISTICA 7 [9, 10].

Результаты исследований

Было установлено, что всхожесть семян томата при температуре 10° С варьировала у родительских форм в пределах 62,4–100%, а у гибридных – 84,3–96,4%. Наибольшей всхожестью отличались сорта Новичок, Марти, Лотос и Колорадо (92,6–97,2%), а наименьшей – Грант, Бела (61,6%) и Л 20/07, Л 20/11 (81,7%). Следует отметить, что гибридные популяции, полученные при участии родительских форм Новичок и Лотос, отличались наиболее высокой всхожестью по сравнению с популяциями, полученными при участии сорта Бела, характеризующегося более низким уровнем показателя.

Измерение длины корешка у родительских форм растений показало довольно высокую вариабельность признака: 6,6–23,2 мм. Наибольшие значения отмечены у сорта Новичок, а наименьшие – у сорта Грант. У гибридных форм также наблюдается значительная гетерогенность признака. Вклад генетического фактора в показатель «длина корешка» особенно очевиден у бек-кроссной популяции F3(Новичок × Грант) × Грант. Следовательно, генетическая детерминизм устойчивости к холоду проявляется как в способности семян к всхожести, так и влиянию на рост корешка при 10°C.

Кроме того установлено, что между уровнем всхожести семян и длиной корешка существует положительная корреляция ($r = 0,58$). Таким образом, длина корешка является не только характеристикой сорта, но и показателем устойчивости томата к холоду. Представляют интерес особенности сходства/отличия родителей и популяций-потомков. Так, установлена высокая степень сходства бек-кроссной популяции F3(Новичок × Грант) × Грант и простой популяции F4 Новичок × Грант с родительской формой Новичок, а также бек-кроссной популяции F3 (Бела × Лотос) × Новичок и простой популяции F4 × Лотос с устойчивой родительской формой Лотос, что свидетельствует о значительном вкладе генов резистентных родителей в проявление реакции потомков к холоду. Выявлено, что в 2018 году, характеризуемом сильной засухой, родительские формы, за исключением сорта Колорадо, дифференцировались довольно слабо по степени поражаемости фузариозной корневой гнилью. В 2020 и 2021 годах – более благоприятных по погодным условиям для развития томата - сорта практически разделились на 2 группы. Наиболее поражаемыми оказались Марти, Лотос, Бела.

Свойства гибридов, созданных с участием родителей Новичок, Грант, Спартак, Колорадо, особенно при бек-кроссных скрещиваниях, свидетельствуют о целесообразности их использования в качестве надежных доноров устойчивости к фузариозной корневой гнили томата.



Рис. 1. Рассада томата (Новичок), пораженная фузариозом



Рис. 2. Растения томата (сорт Лотос), пораженные фузариозом

Заключение

Устойчивость томата к низким положительным температурам на раннем этапе развития растений генетически детерминирована и взаимосвязана с устойчивостью взрослых растений к фузариозной гнили в полевых условиях. Контрастные по устойчивости генотипы томата формируют общие или близкие генотипы с родственными потомственными популяциями, особенно с бек-кроссными, что свидетельствует о высокой наследственности фузариозоустойчивости. Установлена ведущая роль генотипа в проявлении устойчивости к фузариозу при взаимодействии с условиями года, свидетельствующая о том, что устойчивые сорта томата (Новичок, Грант, Топаз) являются надежными донорами фузариозоустойчивостью и обладают высоким потенциалом для селекционных программ.

Литература

1. Андрюшенко ВК. Селекционно-генетические методы улучшения качества овощей. Кишинев: Штиинца; 1987.
2. Буренин ВИ, Пискунова ТМ. Потенциал наследственной изменчивости овощных растений по важным хозяйственным признакам. В кн.: 3-я Международная научно-практическая конференция «Современные тенденции в селекции и семеноводстве овощных культур. Традиции и перспективы». Москва; 2012. С. 157-67.
3. Мамедов МИ, Пышная ОН., Пивоваров ВФ. Селекция томата, перца и баклажана на адаптивность. М.: 2002.
4. Белика ВФ, ред. Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве М.: Агробиоиздат; 1992.
5. Доспехов БА, ред. Методика полевого опыта. М.; 1985.
6. Карбанович ТМ. Методы биотехнологии в современной селекции овощных культур. В кн.: Овощеводство на рубеже третьего тысячелетия: Минск; 2004. С. 141-150.
7. Пивоваров ВФ, Добруцкая ЕГ. Экологические основы селекции и семеноводства. М.; 2000.
8. Кулинцев ВВ, Чумакова ВВ, Кравцов ВВ. Сорта и гибриды сельскохозяйственных культур селекции ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ». Ставрополь; 2018.
9. Шулгин ИА, Страшная АИ. Солнечная радиация и агрометеорологическая оценка состояния посевов сельскохозяйственных культур и их урожайности. В кн.: VIII съезд Общества физиологов растений России и Всероссийская научная конференция «Растения в условиях глобальных и локальных природно-климатических и антропогенных воздействий». 2015. С. 603.

References

1. Andriushenko VK. Selektionno-Geneticheskiye Metody Uluchsheniya Kachestva Ovoschte [Selection Genetic Methods for Improving the Quality of Vegetables]. Kishinev: Shtiintsa; 1987.
2. Burenin VI, Piskunova TM. [Potential of hereditary variability of vegetable plants for important economic characteristics. In: 3-ya Mezhdunarodnaya Nauchno-Prakticheskaya Konferentsiya "Sovremennyye Tendentsii v Seleksii i Semenovodstve Ovoschnykh Kultur. Traditsii i Perspektivy. [3 International Scientific and Practical Conference "Modern Trends in Selection and Seed Production of Vegetable Crops. Traditions and prospects". Moscow; 2012. P. 157-167.
3. Mammadov MI, Pyshnaya ON, Pivovarov VF. Seleksiya Tomaata, Pertsy i Baklazhany na Adaptivnost [Selection of Tomato, Pepper and Eggplant for Adaptability]. Moscow; 2002.
4. Belik VF, ed. Metodika Opytnogo Dela v Ovoshevodstve i Bakhchevodstve. [Methods Experimentation in Vegetable and Melon Culturing]. Moscow: Agrokhimizdat; 1992.
5. Dospikhov BA. Metodika Polevogo Opyta [Techniques of Field Experiments]. Moscow: Agropromizdat; 1985.
6. Karbanovich TM. [Methods of biotechnology in the modern selection of vegetable cultures]. In: Ovoshevodstvo na Rubezhe Tretyego Tsiacheletiya [Vegetable Growing at the Turn of the Third Millennium]. Minsk; 2004. P. 141-50.
7. Pivovarov VF, Dobrutsкая YeG. Tkologicheskkiye Osnovy Seleksii i Semenovodstva [Ecological Foundations of Selection and Seed Production. Moscow: 2000.
8. Kulintsev VV, Chumakova VV, Kravtsov VV. Sorta i Gibridy Selskokhoziystvennykh Kultur Seletsii FBGNU "Severo-Kavkazskiy FNATs Stavropol; 2018.
9. Shulgin IA, Strashnaya AI. [Solar radiation and agrometeorological assessment of the state of agricultural crops and of their yields]. In: VIII Syezd Obschestva Fiziologov Rateniy Rossii i Vserossiyskaya Nauchnaya Konfeyrentsiya "Rasteniya v Usloviyakh Globalnykh i Lokalnykh Prirodno-Klimaticheskikh i Antropogennykh Vozdeystviy. 2015. P. 603 congress of the society of plant physiologists of Russia and the all-Russian scientific conference "Plants in the conditions of global and local natural-

<>