



ОРАНЖЕВОПЛОДНЫЙ СОРТ РУФИНА И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СЕЛЕКЦИОННЫХ ПРОГРАММАХ СОЗДАНИЯ НОВЫХ ФОРМ ТОМАТА ДЛЯ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА

ORANGE VARIETY OF RUFIN AND PROSPECTS OF ITS UTILIZATION IN SELECTION PROGRAMS FOR THE CREATION OF NEW FORMS OF TOMATOES FOR PROTECTED SOIL

Пинчук Е.В. – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник
Козарь Е.Г. – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник
Беспалько Л.В. – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

Pinchuk E.V. – Candidate of Agricultural Sciences, Senior researcher
Kozar E.G. – Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher
Bespalko L.V. – Candidate of Agricultural Sciences, Senior researcher

ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства»
143072, Россия, Московская область,
Одинцовский район, п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д. 14
E-mail: techh620@yandex.ru, kozar_eg@mail.ru, lesa0501@mail.ru

FSBSI Federal Scientific Vegetable Center
Selectionaya St. 14, VNISSOK,
Odintsovo region, Moscow oblast, 143072, Russia
E-mail: techh620@yandex.ru, kozar_eg@mail.ru, lesa0501@mail.ru

Приоритетными направлениями в селекции томата для защищенного грунта остаются стабильная продуктивность и качество плодов, раннеспелость, устойчивость к наиболее вредоносным болезням. Выведение таких сортов является обязательным компонентом экологического земледелия. В последнее время возрастает спрос на сорта и гибриды томата с различной окраской плода, которая определяется содержанием ксантофиллов и разных каротиноидов (ликопин, β -каротин, лютеин и др.), обладающих антиоксидантными свойствами. В рамках государственной программы НИР на 2000-2010 годы коллективом лаборатории гаметных и молекулярных методов селекции ФГБНУ ВНИИССОК (ныне ФГБНУ ФНЦО) был создан оранжевоплодный раннеспелый урожайный сорт Руфина для пленочных теплиц. В статье приведена краткая история его создания и характеристика по основным хозяйственно ценным признакам. Сорт томата Руфина является источником хозяйственно полезных признаков: раннеспелость, устойчивость к абиотическим и биотическим стрессам, урожайность, вкусовые качества и пищевая ценность плодов. Поэтому, в настоящее время он используется как при создании новых форм томата, адаптированных к условиям различных современных технологий защищенного грунта - малообъемное выращивание и многоярусная узкостеллажная гидропоника (МУГ). В рамках реализации селекционных программ на его основе получен перспективный исходный материал для создания адресных сортов. Это пять продуктивных селекционных форм для малообъемной технологии, которые характеризуются раннеспелостью (начало сбора плодов на 50-70 сутки от посева), массой плода от 90 до 130 г, устойчивостью к вершинной гнили. Для МУГ - две низкорослые штамбовые формы с оранжевыми плодами массой более 30 г, созданные в результате гибридизации с детерминантным карликовым красноплодным сортом Наташа.

Ключевые слова: томат, защищенный грунт, сорт, качество плодов, селекция, малообъемная технология, многоярусная узкостеллажная гидропоника.

Для цитирования: Пинчук Е.В., Козарь Е.Г., Беспалько Л.В. ОРАНЖЕВОПЛОДНЫЙ СОРТ РУФИНА И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СЕЛЕКЦИОННЫХ ПРОГРАММАХ СОЗДАНИЯ НОВЫХ ФОРМ ТОМАТА ДЛЯ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА. Овощи России. 2018;(1):50-55. DOI:10.18619/2072-9146-2018-1-50-55

Priority directions in tomato breeding for protected ground remain stable productivity and quality of fruit, early ripeness, resistant to the most harmful diseases. Creating such varieties is a required component of ecological agriculture. Recently, the demand of appropriate species increases and hybrids of tomato with different colouring of the fruit, which is determined by the contents of xanthophylls and various carotenoids (lycopene, β -carotene, lutein, etc.) with antioxidant properties. According to the state program of research for 2000-2010, the staff of the laboratory of gamete and molecular methods of selection of Federal Scientific Vegetable Center created orange early crop variety Rufina for greenhouses. The article describes the brief history of its creation and characterization on major valuable features. Tomato cultivar Rufina is a source of economically useful traits: early ripeness, resistant to abiotic and biotic stresses, yield, palatability and nutritional value of fruits. Therefore, at present it is used when creating new forms of tomato, adapted to the conditions of various modern technologies protected ground - low-volume cultivation and multi-level narrow column hydroponics (MUG). A perspective starting material was received. These are five productive selection forms for the low-volume technology, characterized by early ripeness (the beginning of harvesting on the 50-70 day of sowing), the weight of the fruit from 90 to 130 g, resistance to apical rot. For a MUG - two low forms with orange fruits weighing more than 30 grams, created as a result of hybridization with determinants of dwarfish redplant varieties Natasha.

Keywords: tomato, protected soil, variety, fruit quality, selection, low volume technology, multi-level narrow-shelled hydroponics.

For citation: Pinchuk E.V., Kozar E.G., Bespalko L.V. ORANGE VARIETY OF RUFIN AND PROSPECTS OF ITS USE IN SELECTION PROGRAMS FOR THE CREATION OF NEW FORMS OF TOMATOES FOR PROTECTED SOIL. Vegetable crops of Russia. 2018;(1):50-55. (In Russ.) DOI:10.18619/2072-9146-2018-1-50-55

Томат – одна из самых популярных овощных культур в мире, по занимаемым площадям и доле в валовом объёме урожая является, наряду с капустой и морковью, ведущей овощной культурой Российской Федерации [1,2]. Широкое распространение этой культуры определяется высокими вкусовыми, питательными и диетическими качествами плодов. В плодах томата содержатся сахара, белки, крахмал, клетчатка, жиры, пектин, различные ферменты и алкалоиды. Томат является источником витаминов (С, А, Е, РР, К, В₆, В₁, В₃, В₂, Н, фолиевой кислоты); минералов (Fe, К, Zn, Mg, Mn, В, Р, F, S, Rb, Co, I и др.); органических кислот (щавелевая, яблочная, лимонная, винная); аминокислот; легкоусвояемых углеводов [2,3]. В последнее время возрастает спрос на сорта и гибриды томата с различной окраской плода, которая определяется содержанием и соотношением в мякоти и кожице пигментов: ксантофиллов и каротиноидов (ликопин, β -каротин, лютеин и др.), обладающих антиоксидантными свойствами [3]. Хотя каротиноиды присутствуют во многих продуктах питания, наиболее богаты ими ярко окрашенные овощи и фрукты, причём жёлто-оранжевые – обеспечивают основную часть поступления каротиноидов [4,5].

Культура томата требовательна к тепло- и светообеспеченности, плодородию, окультуренности и влажности почв. Негативное влияние стрессовых факторов окружающей среды может привести к снижению урожайности томата на 15-30%, поэтому практически повсеместно томат является интенсивно возделываемой тепличной культурой [6]. Тем не менее, приоритетными направлениями в селекции томата для защищенного грунта остаются стабильная продуктивность и качество плодов, раннеспелость, устойчивость к наиболее вредоносным болезням, в частности к ВТМ, фитофторозу (*Phytophthora infestans* DB), альтернариозу (*Alternaria solani* Sor.), серой гнили (*Botrytis cinerea* Pers.). Выведение таких сортов является обязательным компонентом экологического земледелия. Взаимосвязь между устойчивостью к фитопатогенам и к абиотическим факторам внешней среды позволяет проводить отбор на комплексную устойчивость, в результате которого получают адаптивные формы, сорта и гибриды [7].

Учитывая вышесказанное, коллективом лаборатории гаметных и молекулярных методов селекции ВНИИССОК (ФГБНУ ФНЦО) в рамках государственной программы НИР «04.14.01.04. Разработать инновационные технологии, позволяющие расширить спектр формообразовательного процесса растений, с использованием молекулярных и гаметных методов селекции для создания биоразнообразия и качественно нового исходного материала» (2000-2010 годы) были получены новые стрессоустойчивые формы томата [8,9] и создан оранжевоплодный сорт Руфина для пленочных теплиц [10], в создание которого большой вклад внесли д.б.н. Балашова И.Т. и к.с.-х.н. Урсул Н.А.. Сорт назван в память о нашей коллеге - известном селекционере института, прекрасном человеке Руфине Васильевне Скворцовой, которая стояла у истоков данной работы.

Краткая история создания сорта. Сорт получен в результате гибридизации, где в качестве материнского компонента был взят среднеспелый, индетерминантный, среднеплодный, вирусоустойчивый и толерантный к фитофторозу образец зарубежной селекции (Великобритания) из коллекции ВИР (♀№9), а в качестве отцовского – раннеспелый, относительно холодостойкий, крупноплодный, высокоурожайный с детерминантным типом роста образец отечественной селекции (♂№16). Оценка гибридной комбинации F₁ по уровню холодостойкости спорофита (на стадии сеянца) и микрогаметофита (на стадии цветения), устойчивости к ВТМ (искусственный инфекционный фон) и к фитофторозу (естественный инфекционный фон) показала относительную устойчивость растений к данным стрессовым факторам на уровне лучшего из родителей.

По итогам аналогичной комплексной оценки в расщепляющейся гибридной популяции второго поколения были выделены ценные генотипы, сочетающие раннеспелость, продуктивность, устойчивость к пониженным температурам и болезням (ВТМ, фитофтороз, альтернариоз, серая и вершинная гниль). Среди них наибольший интерес для практической селекции представила рекомбинантная раннеспелая форма 9.16/3 с оранжевой окраской плодов и индетерминантным типом роста. В ее потомствах F₃₋₅ путем последовательного индивидуального отбора с оценкой семей в каждом поколении были выделены наиболее

продуктивные формы, характеризующиеся отсутствием торможения ростовых процессов проростков в условиях низких положительных температур, устойчивостью к холодному стрессу на стадии гаметофита, относительной устойчивостью к ВТМ, альтернариозу, серой гнили и толерантностью к фитофторозу [8, 9, 10]. Две из них – 10-10-12/14 и 10-10-12/28, с устойчивостью к вершинной гнили, отсутствием зеленого пятна у плодоножки, высоким качеством плодов, выровненные по основным хозяйственно-ценным признакам, явились основой создания нового оранжевоплодного сорта Руфина.

Характеристика сорта Руфина по основным хозяйственно ценным признакам. В Госреестр селекционных достижений сорт Руфина включён 02.02.2011 года [11]. Он рекомендован для выращивания в необогреваемых теплицах и парниках. Сорт раннеспелый, первые плоды созревают уже на 90-95 сутки после появления всходов. Растение высокорослое, индетерминантного типа (высота стебля к концу вегетации может превышать 2 м). Первое соцветие, как правило, закладывается над 7-8 листом, последующие соцветия закладываются через каждые 3-4 листа. Кисть крупная, плотная, содержит от 4 до 8 плодов с массой от 70 до 110 г, округлой формы, 4-5-камерные, ярко-



Рис.1. Внешний вид плодов томата сорта Руфина
Fig.1. Tomato, cv Rufina.

оранжевого цвета (рис.1).

С одного растения при благоприятных условиях выращивания в пленочных необогреваемых теплицах можно собрать в среднем более 3,5 кг плодов (рис.2). По продуктивности растений сорт превосходит родительские формы и некоторые оранжевоплодные среднеспелые сорта (Желтый шар и Хурма) с более крупной массой плода (рис.3).

Биохимический состав плодов сорта Руфина прекрасно сбалансирован: на фоне наиболее оптимального соотношения сахар/кислота (7-9 ед.), содержание сухого вещества изменяется в пределах 5,1-7,2%, а уровень накопления аскорбиновой кислоты достигает 22-42 мг%. По результатам сравнительного

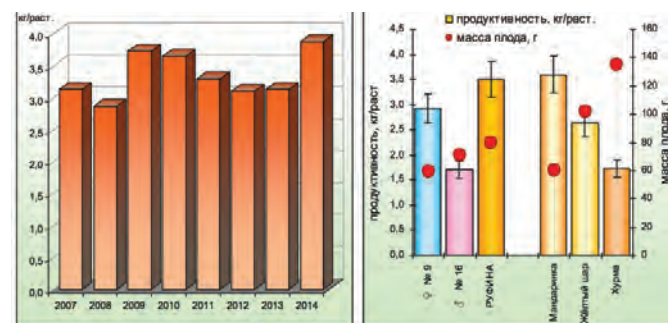


Рис.2. Средняя продуктивность растений сорта Руфина в необогреваемых пленочных теплицах Московской области в зависимости от условий года (период вегетации: I декада мая – II декада сентября).
Fig.2. The average productivity cv. Rufina in unheated greenhouses film Moscow region depending on the conditions the year (vegetation period: I decade of May - II decade of September).

Рис.3. Сравнительная характеристика сорта Руфина с родительскими формами и другими оранжевоплодными сортами по продуктивности и массе плода (2009-2011 годы).
Fig.3. Comparative characteristics of cv. Rufina (2009-2011 years).

Таблица 1. Биохимический состав плодов оранжевоплодных сортов томата при выращивании в пленочной теплице (2009-2014 годы, Московская область) *

Table 1. Biochemical composition of orange-fruit varieties of tomato (a film greenhouse, 2009-2014, Moscow region)

Образец	Сухое вещество, %	Аскорбиновая кислота, мг/%	Моносахара, %	Кислотность, %	Сахарокислотный коэффициент, %
Руфина	5,83±0,11	27,3±1,8	4,6±0,2	0,53±0,04	8,7±0,4
Хурма	5,71±0,08	25,2±1,3	5,4±0,2	0,67±0,02	8,1±0,2
Жёлтый шар	5,59±0,14	24,6±1,7	4,6±0,2	0,51±0,04	9,0±0,3
Мандаринка	5,43±0,12	22,1±1,4	4,3±0,3	0,54±0,03	8,0±0,4

* по данным лаборатории физиологии и биохимии растений и Лабораторно-аналитического центра ФГБНУ ФНЦО

анализа, качественные характеристики плодов сорта Руфина не уступали родителским формам [10] и оранжевоплодным стандартам, а по некоторым показателям в среднем превосходили их (табл. 1).

В отличие от красноплодных томатов, где основным каротиноидом является ликопин, в оранжевых плодах сорта Руфина, по данным лаборатории физиологии и биохимии растений и лабораторно-аналитического центра ФГБНУ ФНЦО, преобладает бета-каротин (22-29 мг/кг) и содержится нейроспорин (5,2-7,0 мг/кг), которые не синтезируются организмом человека и их поступление происходит в основном только с пищей растительного происхождения. Эти каротиноиды, относящиеся к группе углеводородных, как и наиболее известный каротиноид ликопин, играют важную роль в сохранении здоровья человека, обеспечивая нормальное функционирование легких, печени, предстательной железы, кожи и органов зрения (увеличивается острота зрения, поглощается часть агрессивного солнечного спектра, нейтрализуются окислители и свободные радикалы, укрепляются кровеносные сосуды, снижаются негативные последствия усталости) [4, 12]. Рекомендуемый уровень потребления каротиноидов в России — 5 мг в сутки, верхний допустимый уровень потребления — 10 мг в сутки. Каротиноиды легко усваиваются при употреблении с жирами. Для профилактики заболеваний глаз (например, возрастной дистрофии сетчатки) рекомендуется каждый день съедать не менее 400-600 г овощей и фруктов, содержащих каротиноиды [13, 14], то есть достаточно приготовить салат из 4-6 оранжевых плодов сорта Руфина с маслом или сметаной. Кроме того, практическое отсутствие ликопина, позволяет включать оранжевые плоды сорта Руфина в рацион питания людям с аллергической реакцией на красные плоды томата.

К несомненным достоинствам данного сорта относится также его устойчивость к различным заболеваниям: вирусным, в частности к ВТМ (вирусу табачной мозаики), и наиболее распространенным грибным болезням – фитофторозу, серой гнили и альтернариозу [8, 10]. При оценке на естественном инфекционном фоне сорт Руфина по толерантности к этим болезням был на уровне сортов – стандартов устойчивости и выгодно отличался от оранжевоплодного сорта Хурма, который в годы эпифитотий значительно поражен *Phytophthora infestans* DB.,

Botrytis cinerea Pers. и ВТМ (табл. 2).

Технология возделывания сорта в пленочных грунтовых теплицах – стандартная для культуры томата, т.е. рассадным способом, с подвязкой растений на шпалеру и формированием в один стебель и регулярным пасынкованием. Сорт отзывчив на подкормки комплексными удобрениями (3-4 за вегетацию) и умеренный равномерный полив в период плодоношения. За месяц до конца вегетации рекомендуется проводить прищипку точки роста растений. Сорт даёт стабильно высокие урожаи – от 12 до 18 кг/м² в зависимости от почвенных и погодных условий года выращивания. По предварительной оценке сорт Руфина также можно выращивать в открытом грунте южных регионов (с прищипкой и формированием в 1-2 стебля) для получения ранних урожаев томата. Это связано с тем, что растения данного сорта относительно легко переносят значительные понижения и резкие перепады температур, что дает возможность высаживать рассаду в открытый грунт в более ранние сроки.

Использование сорта Руфина в селекционных программах.

Как уже было отмечено выше, сорт томата Руфина может служить источником хозяйственно полезных признаков: раннеспелость, устойчивость к абиотическим и биотическим стрессам, урожайность, вкусовые качества и пищевая ценность плодов. Поэтому, в данное время он используется в адресной селекции, как исходный материал при создании новых форм томата, адаптированных к условиям различным современным технологиям гидропоники, используемых в защищенном грунте для круглогодичного получения овощной продукции.

Малообъемная гидропоника. В настоящее время 70% тепличных комбинатов европейской части России перешли на малообъемную технологию с капельным орошением, которая является альтернативой грунтовой. Она позволяет управлять процессами роста и развития растений, получать высокие урожаи овощных культур. Выращивание томата наиболее экономически выгодно в период межсезонья, когда их рыночная стоимость высока и существенно превышает производственные затраты [15, 16].

Изучение реакции растений сорта Руфина на данную технологию выращивания проводили в зимнем современном тепличном комплексе фирмы «Ришель» в двух оборотах: зимне-весеннем (январь-июнь) и летне-осеннем (июль – ноябрь), общей про-

Таблица 2. Сравнительная характеристика сортов томата по степени поражения болезнями на естественном инфекционном фоне в пленочной теплице (год эпифитотии)

Fig.4. Dynamics of the average daily air temperature and illumination in the production units of the greenhouse complex in the Moscow region, according to the average long-term data [17].

Сорт	Средний индекс поражения растений, балл			
	ВТМ (2010)	Фитофтороз (2009)	Серая гниль (2008)	Альтернариоз (2009-2010)
Craigella (Tm-1/Tm-1) –St устойчивости к ВТМ	<0,1	0,7	0,3	2,8
Дубок – St восприимчивости к ВТМ	3,8	-	-	0,8
Ottawa-30 – St устойчивости к фитофторозу	1,1	0	1,2	2,6
Талалихин 186 – St восприимчивости к фитофторозу	0,9	3,5	1,0	2,3
Руфина	0,1	0,4	0,1	0,5
Хурма	3,0	4,0	3,0	1,2
НСР ₀₅	0,4	0,9	0,6	0,5

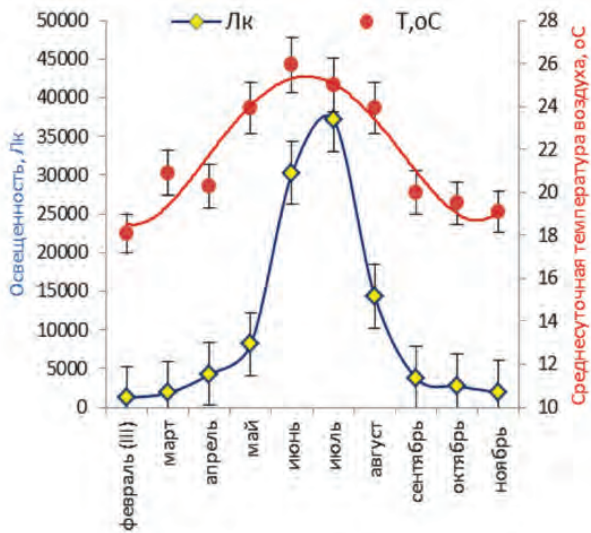


Рис.4. Динамика среднесуточной температуры воздуха и освещенности в производственных блоках тепличного комплекса «Ришель» в условиях Московской области, по среднепогодным данным [17].

Fig.4. Dynamics of the average daily air temperature and illumination in the production units of the greenhouse complex in the Moscow region, according to the average long-term data [17].

должительностью 137 и 123 суток соответственно. Важно отметить, что по многолетним наблюдениям [17], в условиях третьей световой зоны в данных оборотах складывается весьма неблагоприятное сочетание температурного и светового режимов, особенно в период цветения и плодоношения растений томата (рис. 4). А именно – среднесуточная температура ниже 22°C с разницей между дневными и ночными температурами более 10°C при уровне освещенности менее 10-12 тыс.люкс.

Рассаду выращивали с использованием готовой торфосмеси с перлитом на столах рассадного отделения; полив автоматический – методом подтопления (досвечивание – только в первом обороте). На постоянное место рассаду высаживали в возрасте 34-36 суток от посева. Растения выращивали в полиэтиленовых матах объемом 30 л на субстрате «Профессионал» (100% верховой сфагновый торф с добавлением известковых материалов и минеральных удобрений). Плотность посадки – 2 растения/м², формирование растений в один стебель. Концентрация питательного раствора при поливе кассет с сеянцами, горшков с рассадой и матов соответствовала рекомендованным нормам [18].

Испытание показало, что в условиях малообъемной гидропонике, основные хозяйственно ценные признаки растений сорта Руфина в целом соответствовали сортовым характеристикам (рис.5 – начало созревания плодов). При этом отмечено существенное повышение скороспелости растений – отдача первых плодов в первом и втором оборотах отмечена на 73 и 58 сутки от посева соответственно, что на 20-30 суток раньше по сравнению с пленочной теплицей.

Динамика сбора урожая в обоих оборотах была схожа, и пик сбора плодов в среднем пришелся на 75-85 сутки от посева (рис. 6). Отличие между оборотами заключалось в более резком снижении продуктивности растений в конце второго оборота, тогда как в первом – она оставалась еще достаточно высокой. Во втором обороте у отдельных растений также было отмечено появление вершинной гнили на единичных плодах. Общая продолжительность сбора плодов составила около 30 суток. Урожайность товарных плодов при выбранной схеме посадки в среднем составила около 4 кг/м² в первом обороте, во втором – около 3 кг/м², что вполне сопоставимо с выходом раннего урожая у ряда сортов, рекомендованных для малообъемной технологии [19, 20, 21,22].

Как показал анализ, пониженная урожайность сорта Руфина при выращивании на малообъемной гидропонике, связана не только с коротким периодом сбора плодов. В условиях данных оборотов проявилась гетерогенность сортопопуляции по основным признакам продуктивности. Диапазон варьирования числа плодов составил от 9 до 22 шт./растение, средней массы плода – от 80 до 130 г. Соответственно и продуктивность изменялась



Рис. 5. Внешний вид растений сорта Руфина на малообъемной гидропонике (2013 год)

Fig.5. Plants of cv.Rufina on low-volume hydroponics (2013).

в широких переделах – от 0,8 до 2,4 кг с растения, но в среднем была выше, чем у другого раннеспелого красноплодного сорта Мороз Батюшка (0,3-1,5 кг/растение) со средней массой плода 74-112 г.

Комплексная оценка индивидуальных растений позволила из сортопопуляции Руфина отобрать наиболее адаптированные к условиям малообъемной гидропонике перспективные генотипы с разным сочетанием хозяйственно ценных признаков (табл. 3). Три из них характеризуются выполненной простой кистью, крупной массой плода – более 120 г, устойчивостью к вершинной гнили и средним уровнем продуктивности (1,3-1,7 кг/растение).

Две другие формы – высокой продуктивностью (около 2 кг/растение), средней массой плода (85-90 г) и закладкой кистей чрез один-два листа. При более плотной посадке (2,5 раст./м²) и увеличении срока вегетации (декабрь - июль), согласно рекомендациям для зимне-весенних оборотов [19,21], прогнозируемая урожайность данных форм вполне может составить 10 кг/м², что соответствует требованиям малообъемной технологии.

Многоярусная узкостеллажная гидропоника (МГУ). В настоящее время приоритетным направлением развития овощеводства в защищенном грунте является разработка новых технологических подходов выращивания растений с использованием

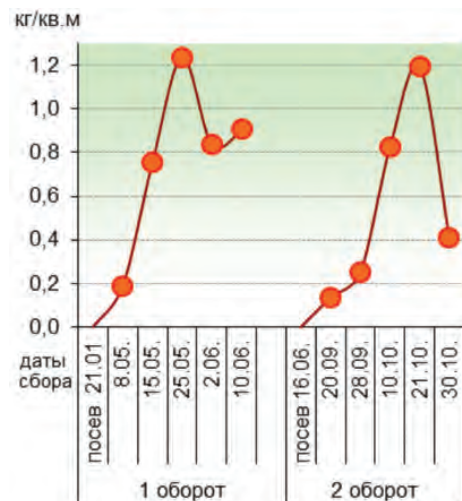


Рис.6. Динамика сбора плодов сорта Руфина в зимне-весенний (1 оборот) и летне-осенний (2 оборот) периоды выращивания на малообъемной гидропонике (Ришель, 2015).

Fig.6. The dynamics of fruits harvesting of Rufina in the winter-spring (1 turnover) and summer-autumn (2 turnover) periods of cultivation on low-volume hydroponics (2015).

Таблица 3. Характеристика перспективных оранжевоплодных форм томата для технологии малообъемной гидропоники, выделенных из сорта Руфина

Table 3. Characteristics of prospective orange-fruit forms of tomato for technology of low-volume hydroponics, isolated from Rufina

Селекционный №	Продуктивность		Средняя масса плода, г	Раннеспелость* (сутки)
	шт./раст.	кг/раст.		
12-28/42-14	10	1,3	130,5	57
12-28/42-1	11	1,4	122,4	51
12-28/42-13	13	1,6	120,5	65
12-28/25	15	2,4	112,1	73
12-28/42-6	21	1,8	87,6	65
12-28/42-12	22	2,0	89,5	51

* продолжительность периода «посев – начало созревания плодов».

различных видов гидропонных установок вертикального типа. В этом аспекте особое внимание заслуживает технология многоярусной узкостеллажной гидропоники (МУГ), которая отличается более эффективным использованием производственных площадей (объема) теплиц по сравнению с малообъемной технологией. По мнению ряда специалистов, за счет увеличения количества оборотов, это позволит увеличить выход товарной продукции на существующих площадях в зимних теплицах более чем в 3 раза. Использование этой технологии позволяет

также снизить количество субстрата в 4-6 раз, расход питательного раствора/ед. продукции – в 2-2,5 раза, электроэнергии/ед. продукции – в 1,5-3 раза, окупаемость капитальных затрат – 3,5-4 года [16, 23].

Успех продвижения энергоэкономной и экологически чистой технологии МУГ в практику овощеводства России будет определять создание сортимента адресных отечественных сортов/гибридов овощных культур. В связи с этим, в ФГБНУ ФНЦО в настоящее время проводится селекционная программа по созданию специализированных сортов томата (низкорослые, скороспелые и продуктивные) для многоярусной узкостеллажной гидропоники [23]. Общая схема технологического процесса и внешний вид экспериментальной пятиярусной установки МУГ в ФГБНУ ФНЦО представлены на рисунке 7.

Подготовка рассады селекционных образцов томата для МУГ с использованием торфяного субстрата или кубиков минеральной ваты размером 10х10 см – аналогична схеме для малообъемной технологии. Рассаду выращивают на вегетационных стеллажах, с досветкой в первом обороте (посев январь); во втором (посев - апрель) и третьем (посев - июнь) оборотах – при естественном освещении. Горшки (кубики) с готовой рассадой выставляют в лотки на пятиярусной пирамидальной установке с автономной подачей питательного раствора, рекомендованного состава [24], где растения растут при естественном освещении.

Увеличение количества оборотов до четырех в год дало возможность интенсифицировать селекционный процесс по созданию новых форм [16]. В результате были получены и в 2016 году включены в Государственный реестр селекционных достижений два новых супердетерминантных сорта Тимоша и Наташа сорта-типа черри (рис. 8), с продуктивностью более 0,5 кг с растения и средней массой плода 15-20 г, которые дают возможность получения 128 кг/м² плодов при 4 оборотах за год с перспективой роста урожайности [25,26,27].



Рис. 7. Технологическая схема выращивания томата на установке МУГ (ФГБНУ ФНЦО, Ришель).
Fig.7. Technological scheme of tomato growing.

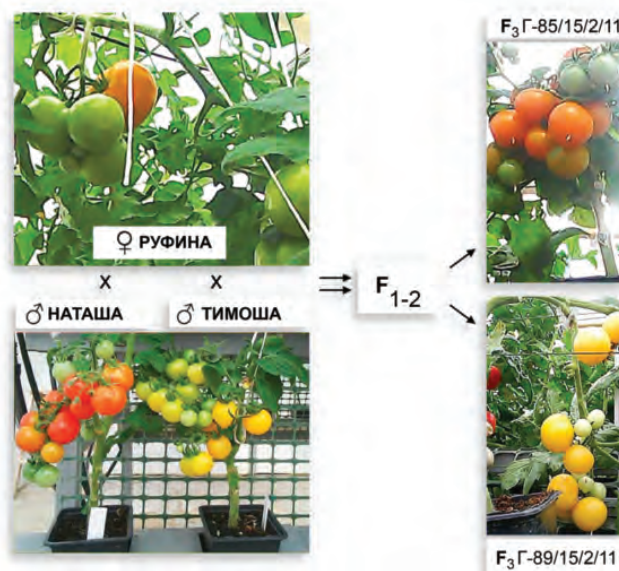


Рис.8. Рекомбинантные формы томата, выделенные в гибридном поколении F₂-F₃ в комбинациях скрещиваний сорта Руфина с мелкоплодными карликовыми сортами Наташа и Тимоша (2017 год).
Fig.8. Recombinant forms of tomato.

В настоящее время селекционная работа направлена на создание сортов томата с массой плода более 30 г и разнообразной гаммой окраски. Для этого была проведена серия скрещиваний, где созданные сорта Наташа и Тимоша использовали в качестве отцовских форм. В качестве материнских компонентов были подобраны крупноплодные сорта томата защищенного грунта, в том числе и выделенные формы из сорта Руфина с наибольшей массой плода (рис.8).

В первом гибридном поколении полученные растения F_1 комбинаций Руфина х Наташа и Руфина х Тимоша по скороспелости и основным параметрам габитуса куста были ближе к сорту Руфина и не соответствовали необходимым требованиям модели для технологии МУГ [25]. Тем не менее, при формировке в один стебель и прищипкой после закладки второй кисти, растения на установке хорошо завязывали плоды – по 4-6 штук в кисти и средней массой 60-86 г. Продуктивность при этом составила 0,6-0,72 кг спелых плодов с растения при продолжительности оборота около 130 суток.

В расщепляющихся потомствах F_{2-3} гибридных комбинаций были выделены растения с детерминантным типом роста, отличающиеся по высоте, форме кисти, окраске и размеру плода. Наибольший интерес для дальнейшей работы представляют полученные рекомбинантные формы, сочетающие в себе лучшие признаки родительских сортов (рис.8). Из комбинации

Руфина х Наташа – это среднеспелые (107 суток от посева до начала созревания плодов), малооблиственные, карликовые формы Г-85/15/2/11 и Г-85/15/2/14, высотой 40 см, с плотным стеблем и компактной кистью, в которой закладывается 6-10 плодов насыщенно-оранжевой окраски, со средней массой 22-33 г. За 125 суток второго оборота продуктивность этих форм составила в среднем около 0,4-0,6 кг/растения.

Заключение

Как следует из представленных результатов, оранжевоплодный сорт томата Руфина может быть включен как источник селекционных ценных признаков (раннеспелость, устойчивость к пониженным температурам и болезням, продуктивность) в разные селекционные программы с использованием индивидуальных отборов и гибридизации. Высокое содержание каротиноидов и сбалансированный биохимический состав плодов дает возможность одновременно вести отбор на качество и пищевую ценность, что в последнее время становится одним из приоритетных направлений в селекции овощных культур. Рекомбинантная природа сорта способствует появлению в расщепляющихся гибридных потомствах новых форм с необходимым сочетанием признаков, что имеет большое значение при создании адресных сортов томата, в том числе и для современных технологий защищенного грунта.

Литература

1. Дятликович А.И., Дудоров И.Т. Производство овощей в Российской Федерации / Сб.: Эффективные приемы выращивания овощных культур (научные труды ВНИИО). - М., 1998. - С. 3-15.
2. Пивоваров В.Ф. Овощи России / ВНИИССОК. - М., 2006. - 384 с.
3. Кондратьева И.Ю. Частная селекция томата / ВНИИССОК. - М., 2010. - 272 с.
4. Голубкина Н.А., Пышняева О.Н., Бондарева Н.В. Биологическое значение каротиноидов / Овощи России, № 2 (8), 2010. - С. 26-36.
5. Пивоваров В.Ф., Кононков П.Ф., Никульшин В.П. Овощи-новинки на вашем столе / ВНИИССОК. - М., 1995. - 226 с.
6. Жученко А.А. Адаптивный потенциал культурных растений (эколого-генетические основы). - Кишинев: Штиинца, 1988. - 767 с.
7. Балашова Н.Н., Балашова И.Т., Шатило В.И. Механизм взаимодействия генотип-среда у растений / Сб. Современное состояние и перспективы развития селекции и семеноводства овощных культур. - М., 2005. - С.43-78.
8. Балашова И.Т., Пивоваров В.Ф., Балашова Н.Н., Козарь Е.Г., Скворцова Р.В., Мамедов М.И., Пышняева О.Н., Гуркина Л.К., Беспалько Л.В., Урсул Н.А., Пинчук Е.В., Поляева И.А. - Селекционные технологии, созданные во ВНИИ селекции и семеноводства овощных культур на основе методов молекулярного анализа и селекции по микрогаметофиту. - Сельскохозяйственная биология. - 2005, №3. - С.91-100.
9. Balashova I.T., Ursul N.A., Suprunova T.P., Kozar E.G., Pivovarov V.F. New elements in the breeding of stress-resistant tomato forms. - Book of abstracts XVII EUCARPIA Meeting, Section Vegetables, Working Group of Tomato", 11-14 of April, Malaga, Spain. - 2011. - L6-1. - P.22.
10. Балашова И.Т., Козарь Е.Г., Пинчук Е.В. Стрессоустойчивость новых форм томата, полученных с помощью молекулярного анализа. - Сб.: «Современные проблемы иммунитета растений к вредным организмам». - материалы III Всероссийской и Международной конференции, посвященной 125-летию со дня рождения Н.И. Вавилова. - Санкт-Петербург, ВИЗР. - 2012. - С. 68-62.
11. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию (сорта растений) на 2017 год <http://www.gossort@gossort.com>.
12. Zaripeh S, Erdman JW Jr. Factors that influence the bioavailability of xanthophylls. // J Nutr. - 2002. - V.132. - S.531-534.
13. Методические рекомендации МР 2.3.1.1915-04 "Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ" (утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 2 июля 2004 г.)
14. Электронный ресурс: <http://doctopiter.ru/articles/2435/>
15. Электронный ресурс: www.ab-centre.ru/; www.u-tru/technology3.htm
16. Сирота С.М., Балашова И.Т., Козарь Е.Г., Пинчук Е.В. Новые технологии в овощеводстве защищенного грунта // Овощи России. -2016. -№4. -С.3-9.
17. Пышняева О.Н., Мамедов М.И., Белавкин Е.С., Козарь Е.Г., Джос Е.А., Матюкина А.А. Устойчивость генотипов перца сладкого к абиотическим факторам среды в условиях малообъемной гидропонии // Сельскохозяйственная биология. 2016. Т. 51. № 1. С. 100-110.
18. Веремейчик Л.А. Основы питания томатов, выращенных в малообъемной культуре // Минск, 2002.
19. Барабаш О. Ю., Кравченко В. Современное овощеводство закрытого и открытого грунта. / Практическое руководство. - Киев: ПП "Рута". -2012. -121с
20. Цема Л.Г. Светокультура томата в условиях Пермской области / Автореферат канд. дисс. -М. -2006. -29с.
21. Дмитриев В.Л., Косарев Е.В. Возделывание томатов закрытого грунта по малообъемной гидропонии по сравнению с традиционной // Современные проблемы науки и образования. -2015. -№2. -С.747.
22. Шибзуков З.С., Куржиева Ф.М. Рост и развитие томата при выращивании методом гидропонии // Сб. тр. межд. научно-практической конф. «Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования». -Изд. Прикаспийский НИИ аридной земледелия (Соленое Займище). -2016. -С.2130-2132.
23. Шарупич С.В., Шарупич П.В., Коломыцев Е.В., Шарупич В.П. Агротехнология. Многоуровневая узкостеллажная гидропоника. Том 1. / Учебник для ВУЗов. - Орел: Град-РИЦ, 2010. - 100 с.
24. Степура М.Ф., Ботько А.В., Рассоха Н.Ф. Оптимизация состава питательного раствора при выращивании томата по гидропонной технологии // Гавриш. -2013. -№3. -С.15-18.
25. Пивоваров В.Ф., Балашова И.Т., Сирота С.М., Козарь Е.Г., Пинчук Е.В. Усовершенствование селекции по спорофиту с целью ускорения отбора форм томата для многоуровневой узкостеллажной гидропонии // Сельскохозяйственная биология. - 2013. - №1. - С.95-101
26. Патент № 9060 на сорт томата Наташа (красноплодный)
27. Патент № 9059 на сорт томата Тимоша (желтоплодный)

References

1. Diatlikovich A.I., Dudorov I.T. Vegetable production in the Russian Federation / Digest: Effective methods of cultivation of vegetable crops (scientific papers VNIIO). - M., 1998. - P.3-15.
2. Pivovarov V.F. Vegetables of Russia / VNIISOC. - M., 2006. - 384 p.
3. Kondratieva I.Yu. Private selection of tomato / VNIISOC. - M., 2010. - 272 p.
4. Golubkina N.A., Pyshnaya O.N., Bondareva N.V. Biological significance of carotenoids / Vegetables crops of Russia. № 2 (8), 2010. - P.26-36.
5. Pivovarov V.F., Kononkov P.F., Nikulshin V.P. Vegetables-novelties on your table / VNIISOC. - M., 1995. - 226 p.
6. Zhuchenko A.A. Adaptive potential of cultivated plants (ecological and genetic basis). - Chisinau: Shtiintsa, 1988. - 767 p.c.
7. Balashova N.N., Balashova I.T., Shatilo V.I. The mechanism of genotype-environment interaction in plants / Digest: Current state and prospects for the development of selection and seed production of vegetable crops. - M., 2005. - P.43-78.
8. Balashova I.T., Pivovarov V.F., Balashova N.N., Kozar E.G., Skvortsova R.V., Mamedov M.I., Pyshnaya O.N., Gurkina L.K., Bepalko L.V., Ursul N.A., Pinchuk E.V., Poletaeva I.A. Selective technologies created in the All-Russian Research Institute of Selection and Seed Vegetable Cultures on the basis of methods of molecular analysis and selection according to microgametophyte. - Agricultural Biology. - 2005, No. 3. - P.91-100.
9. Balashova I.T., Ursul N.A., Suprunova T.P., Kozar E.G., Pivovarov V.F. New elements in the breeding of stress-resistant tomato forms. - Book of abstracts XVII EUCARPIA Meeting, Section Vegetables, Working Group of Tomato", 11-14 of April, Malaga, Spain. - 2011. - L6-1. - P.22.
10. Balashova I.T., Kozar E.G., Pinchuk E.V. Stress-resistance of new forms of tomato, obtained with the help of molecular analysis. - Sat: "Modern problems of plant immunity to harmful organisms." Materials of the III All-Russian and International Conference, dedicated to the 125th anniversary of the birth of N.I. Vavilov. - St. Petersburg, VIZR. - 2012. - P.58-62.
11. State Register of plant varieties approved for use (plant varieties) in the year 2017 <http://www.gossort@gossort.com>.
12. Zaripeh S, Erdman JW Jr. Factors that influence the bioavailability of xanthophylls. // J Nutr. - 2002. - V.132. - P.531-534.
13. Methodical recommendations MR 2.3.1.1915-04 "recommended levels of consumption of food supplements and biologically active substances" (approved by the Federal service for surveillance in consumer rights protection and human welfare July 2, 2004).
14. <http://doctopiter.ru/articles/2435/>
15. www.ab-centre.ru/; www.u-tru/technology3.htm.
16. Sirota S.M., Balashova I.T., Kozar E.G., Pinchuk E.V. New technologies in vegetable growing of protected soil // Vegetables crops of Russia. - 2016. - №4. - P.3-9.
17. Pyshnaya O.N., Mamedov M.I., Belavkin E.S., Kozar E.G., Dzhos E.A., Matyukina A.A. Stability of sweet pepper genotypes to abiotic factors of the environment in conditions of low-volume hydroponics // Agricultural biology. 2016. Vol. 51. No. 1. P. 100-110.
18. Veremeychik L.A. Fundamentals of nutrition of tomatoes grown in a low-volume culture // Minsk, 2002.
19. Barabash O. Yu., Kravchenko V. Modern vegetable production of closed and open ground. / Practical Guide. - Kyiv: "Ruta" company. - 2012. - 121 p.
20. Cema L.G. Svetokultura tomato in the midst of the Perm region/ Abstract of Cand. diss. - M. - 2006. - 29 p.
21. Dimitriev V.L., Kosarev E.V. Cultivation of tomatoes of closed ground on low-volume hydroponics in comparison with traditional // Modern problems of science and education. - 2015. - №2. - P.747.
22. Shibusukhov Z. S., Kurzhieva F.M. Growth and development of tomato when grown by hydroponics // Digest Int. scientific and practical conf. "Modern ecological state of the natural environment and scientific and practical aspects of rational nature management". - Publ.: Prikaspiyskiy Research Institute of Arid Agriculture (Salted Zaimishche). - 2016. - P.2130-2132.
23. Sharupich S.V., Sharupich P.V., Kolomytsev E.V., Sharupich V.P. Agrotechnology. Multilevel narrow-necked hydroponics. Volume 1. / Textbook for High Schools. Eagle: Grad-RIC, 2010. - 100 p.
24. Stepuro M.F., Botko A.V., Rassokha N.F. Optimization of nutrient solution for tomato growing by hydropon technology // Gavrih. - 2013. - No.3. - P.15-18.
25. Pivovarov V.F., Balashova I.T., Sirota S.M., Kozar E.G., Pinchuk E.V. Improvement of selection for sporophyte in order to accelerate the selection of tomato forms for multi-level narrow-columned hydroponics // Agricultural Biology. - 2013. - №1. - P.95-101.
26. Patent No. 9060 tomato variety Natasha.
27. Patent No. 9059 tomato variety Timosha.