

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-6-5-10>
УДК 635.64:631.526:581.19

С.Ф. Гавриш, Т.А. Редичкина,
А.И. Топинский*

Общество с ограниченной ответственностью
«Научно-исследовательский институт селек-
ции овощных культур»
(ООО «НИИСОК»)

127006, Россия, г. Москва, ул. Садовая-
Каретная, д.8, стр.6, этаж 2, помещение II,
комната 5,7

*Автор для переписки:

without.fantasy1@gmail.com

Конфликт интересов. Авторы заявляют
об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов. Все авторы участвовали в
написании статьи, прочитали и согласились
с опубликованной версией рукописи.

Для цитирования: Гавриш С.Ф., Редичкина
Т.А., Топинский А.И. Создание исходного
материала для селекции F₁ гибридов вишне-
видного томата с высоким содержанием
сухого растворимого вещества. *Овощи
России*. 2022;(6):5-10.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-6-5-10>

Поступила в редакцию: 13.10.2022

Принята к печати: 24.10.2022

Опубликована: 02.12.2022

Sergey F. Gavrish, Tatiana A. Redichkina,
Alexandr I. Topinskiy*

«Scientific Research Institute of Vegetable
Breeding» Ltd.
8, bld. 6, 2 floor, II, room no 5,7, Sadovaya-
Karetnaya st., Moscow, 127006, Russia

*Correspondence Author:

without.fantasy1@gmail.com

Conflict of interest. The authors have
no conflicts of interest to declare.

Author contributions: All authors confirm they
have contributed to the intellectual content of
this paper.

For citations: Gavrish S.F., Redichkina T.A.,
Topinskiy A.I. Source material creation for high
content of dry soluble substances F₁ cherry
tomato hybrids breeding. *Vegetable crops of
Russia*. 2022;(6):5-10. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-6-5-10>

Received: 13.10.2022

Accepted for publication: 24.10.2022

Published: 02.12.2022

Создание исходного материала для селекции F₁ гибридов вишневидного томата с высоким содержанием сухого растворимого вещества

**Резюме**

Актуальность. Развитие потребительского спроса на наличие плодов томата различной окраски требует от отечественных селекционеров создания новых высокоэффективных гибридов с экзотической окраской плода. При создании вишневидного томата с экзотической окраской плодов селекционеры работают помимо традиционных показателей, таких как комплексная устойчивость к болезням, высокая урожайность гибрида, но и ведут селекцию на вкусовые качества плода. Одним из индикаторов вкуса является «содержание сухого растворимого вещества в плодах». Однако в литературе не встречается информации о варьировании данного признака внутри различных цветочных групп вишневидного томата. Целью нашей работы было создание исходного материала для селекции F₁ гибридов вишневидного томата с высоким содержанием сухого растворимого вещества.

Материал и методы. Все измерения были получены рефрактометрическим методом и представлены в шкале °Brix. В ходе исследования были изучены 46 расщепляющихся F₂ популяций вишневидного томата, включающих 17 с красной, 12 с желтой, 7 с розовой, 8 с коричневой и 2 с фиолетовой окраской. Анализируя полученные данные, были рассчитаны следующие статистические показатели: частота встречаемости вариант; средняя арифметическая; дисперсия; коэффициент вариации; ошибка выборочной средней. Для апробации полученных результатов применялась относительная ошибка выборочной средней.

Результаты. Были вычислены коэффициенты вариации признака «содержание сухого растворимого вещества в плодах» в каждой из пяти цветочных групп вишневидного томата (от 17,43% у коричневоплодных до 25,13% у красноплодных). Определены границы изменчивости и средние значения содержания сухого растворимого веществ как внутри групп (от 7,2 °Br у розовоплодных до 8,8 °Br у желтоплодных), так и для каждого изучаемого селекционного образца. Практическим результатом работы стал отбор наиболее перспективного селекционного материала внутри различных цветочных групп вишневидного томата, сочетающих высокие значения сухого вещества с комплексом хозяйственно-ценных признаков.

Ключевые слова: вишневидный томат, окраска, сухое растворимое вещество, изменчивость, коэффициент вариации

Source material creation for high content of dry soluble substances F₁ cherry tomato hybrids breeding

Abstract

Relevance. Consumer demand development of exotic colors presence in modern tomato hybrids requires a timely response from domestic breeders for creating highly effective hybrids. With regard to cherry tomatoes, special attention of breeders is aimed at achieving excellent taste in new hybrids. One of the indicators is the "content of dry soluble substances in fruits". However, there is no information in the literature about the variation of this trait within different color groups of cherry tomatoes. The aim of our work was the creation of initial material for the selection of F₁ cherry tomato hybrids with a high content of dry soluble substances.

Materials and methods. All measurements were obtained by the refractometric method and presented in the oBrix scale. The study examined 46 F₂ splitting cherry tomato populations, including 17 red, 12 yellow, 7 pink, 8 brown, and 2 purple. Analyzing the obtained data, the following statistical indicators were made: the frequency of occurrence of the variant; arithmetic mean; dispersion; the coefficient of variation; sample mean error. Relative error was used to test the sample results obtained.

Results. The coefficients of variation of the trait «content of dry soluble substances in fruits» were calculated in each of the five color groups of cherry tomatoes (from 17.43% for brown-fruited to 25.13% for red-fruited). The boundaries of variability and average values of the content of dry soluble substances were determined both within the groups (from 7.2 oBr in pink-fruited to 8.8 oBr in yellow-fruited ones), and for each studied breeding sample. The practical result of the work was selection of the most promising breeding material within different color groups of cherry tomato, combining high values of dry matter with a complex of economically valuable traits.

Keywords: cherry tomato, color, soluble substances, variability, coefficient of variation

Введение

Культура томата повсеместно представляет высокую ценность в хозяйственно-пищевом отношении, что обуславливает ежегодно возрастающий спрос. Расширение потребительских предпочтений и развитие рынка вишневидного томата обусловлено морфологическими и биохимическими особенностями плодов данной группы. В настоящий момент возник запрос на расширение ассортимента вишневидного томата, путем внедрения F₁ гибридов, сочетающих высокие вкусовые качества с необычной окраской плода.

Селекция на улучшение биохимического состава плода традиционно является ключевым направлением для вишневидного томата. Среди представленных в литературе методов определения вкусовых характеристик плода, на первоначальных этапах селекционной программы наиболее эффективен рефрактометрический метод определения сухих растворимых веществ, что обусловлено высокой скоростью проведения анализа, низкой стоимостью и незначительными расхождениями с результатами, полученными весовым методом.

Как и большинство признаков, отражающих общий химический состав культуры, концентрация сухого растворимого вещества в плодах томата контролируется действием нескольких генов и в значительной степени подвержена модифицирующему влиянию условий выращивания [1]. Доля этого воздействия варьирует в различных исследованиях, что в условиях неоднозначности вопроса, подталкивает селекционеров к дальнейшей работе с генетическими особенностями сорта, как более контролируемой средой.

Вопрос о характере наследования сухого растворимого вещества в плодах томата активно поднимался в работах различных исследовательских групп. Обобщая совокупный результат этих исследований, А.В. Алпатъев (1981) отметил сложную природу наследования признака и возможность проявления, в зависимости от гибрида, полного доминирования, сверхдоминирования и промежуточного наследования. Немного позже Ch. Daskaloff, M. Konstantinova (1981) сделали вывод, что признак наследуется частично доминантно.

Во многих исследованиях была обнаружена тесная корреляция между содержанием сахаров и сухих растворимых веществ. По этой причине экспрессия признака содержания сухих веществ имеет сильную связь с генами, ответственными за метаболизм сахарозы, интенсивность фотосинтеза, накопление и распределение хлоропластов. К данной группе генов можно отнести: ген TAI, экспрессирующийся в плодах томата и регулирующий синтез и работу кислой вакуолярной инвертазы [2], фермента, отвечающего за процесс запасания сахаров и транспорт сахарозы в клетку [3]; паралогичные гены *LIN5*, *LIN6*, *LIN7* и *LIN8*, которые регулируют работу апопластических инвертаз [4], фермент контролирует транспорт сахарозы в клетки через апопласт [5]; ген *SISUS1*, отвечающий за синтез и работу фермента сахарозосинтазы, который регулирует процессы синтеза и распада сахарозы [6]; ген *RIN* участвует в процессе созревания плодов, регулируя биосинтез этилена, углеводов и ароматических соединений [7], а также экспрессию генов инвертазы (TAI) и ингибитора инвертазы (VIF) [6-8]; ген *U* ответственен за накопление и распределение хлорофилла в процессе созревания плодов; ген HP контролирует цитокиновый клеточный цикл, определяет размер клеток и число хлоропластов [9, 10].

Взаимосвязь между окраской томата и качественным составом плода обусловлена биохимической природой ее формирования. Та или иная пигментация в процессе созревания формируется путем сложного взаимодействия между фитогормонами, условиями окружающей среды и генетически предопределёнными факторами: пигментным составом кожицы, особенностями биосинтеза каротиноидов и деградации хлорофилла [11].

Закономерности наследования и пути формирования различных типов окраски плодов томата активно изучались различными исследовательскими группами. Так в своей работе Hunt и Baker (1980) отмечали, что ген Y приводил к накоплению флавоноида нарингенин халкона в кожице томата, что обуславливало ее желтоватую окраску. Мутантный аллель данного гена приводил к формированию бесцветной кожицы.

Доминантный аллель R локуса обуславливает синтез и накопление каротиноидного пигмента – ликопина, определяющего характерную красную окраску мякоти. Рецессивное состояние гена приводит к ингибированию активности фитоенсинтазы и формированию бледно желтой окраски [12]. Накопление проликопена контролируется действием гена t и приводит к формированию оранжевой окраски [13]. Формирование фиолетовой окраски у томата обусловлено синтезом антоцианов в кожице плода в ответ на воздействие стрессовых факторов [14].

Условия, материалы и методы исследования

Научно-исследовательскую работу проводили в 2020 году на базе Слободского селекционного центра «Гавриш» в климатических условиях Московской области. В работе нами была изучена коллекция, состоящая из 46 расщепляющихся F₂ популяций вишневидного томата с различной окраской плодов, на предмет содержания в них сухого растворимого вещества.

Агротехника – общепринятая для культуры томата. Рассада была выращена в условиях пленочной теплицы с дополнительным обогревом. Посев на рассаду проводили 7 апреля в кассеты, начало всходов – 21 апреля. Подросшая рассада 11 мая была высажена в грунтовые пленочные необогреваемые теплицы с капельным поливом. Схема посадки двухстрочная 70х50х35.

Весь полученный растительный материал был визуальным образом оценен и распределен на 5 цветковых групп: красноплодные, желтоплодные, розовоплодные, коричневоплодные, фиолетовоплодные.

Для определения средней концентрации сухого растворимого вещества в плодах применялся ручной рефрактометр ATAGO-Pal1 с автоматической температурной компенсацией, принцип действия которого основан на измерении угла преломления света на границе двух сред. Для проведения измерений каждого из растений были отобраны по три полностью вызревших плода в основании первой кисти, после чего на датчик прибора наносили 2-3 капли клеточного сока.

Обработка данных и расчет статистических показателей проводились с использованием пакета программ Microsoft Excel. Для расчета последних применялись следующие формулы: дисперсия (S^2) = $\Sigma(x - x_{cp})^2 / n - 1$; стандартное отклонение (S) = $\sqrt{S^2}$; коэффициент вариации ($V, \%$) = $(S / x_{cp}) * 100$; ошибка выборочной средней (S_x) = S / \sqrt{n} ; относительная ошибка выборочной средней ($S_x, \%$) = $S_x / x * 100$.

Результаты и их обсуждение

В ходе нашего исследования была оценена коллекция, представленная 46 расщепляющимися F₂ популяциями, что позволило определить материал, наиболее полно отвечающий требованиям составленной селекционной программы по созданию высокоэффективных F₁ гибридов вишневидного томата различной окраски. Так по результатам работы внутри различных групп по содержанию сухого вещества выделялись следующие селекционные образцы: *красноплодные* – № 16348 (14,5 °Br), № 16343 (14,2 °Br), № 16334 (13,9 °Br), № 16336 (13,6 °Br) и № 16347 (13,1 °Br); *желтоплодные* – № 16416 (16,4 °Br), № 16420 (16,0 °Br), № 16417 (15,4 °Br) и № 16418 (15,0 °Br); *розовоплодные* – № 16460 (11,3 °Br) и № 16461 (10,4 °Br); *коричневоплодные* – № 16482 (11,8 °Br), № 16485 (11,7 °Br), № 16484 (11,4 °Br) и № 16480 (11,3 °Br); *фиолетовоплодные* – № 16505 (12,6 °Br). Эффективность отбора на высокое содержание сухого вещества на ранних генерациях подтверждается исследованием Stoner и Thompson (1966), в котором был установлен коэффициент наследуемости на уровне 74,9%.

Используя пакет программ *Microsoft Excel*, был проведен математический анализ и вычислен ряд статистических показателей для каждой из изучаемых цветковых групп вишневидного томата. Результаты этих вычислений представлены в табл. 1.

Из представленных данных следует, что наибольший показатель среднего значения признака «содержание сухого растворимого вещества в плодах» ($x_{\text{ср}}$) в условиях поставленного эксперимента был обнаружен в группах с желтой окраской плода (8,8 °Br), наименьший – в группе розовоплодных (7,2 °Br). Внутри каждой из изучаемых групп наибольшие средние значе-

ния ($x_{\text{ср}}$) были установлены в следующих селекционных образцах: *красноплодные* – № 16334 (10,2 °Br), № 16348 (10,1 °Br); *желтоплодные* – № 16420 (10,1 °Br), № 16422 (9,8 °Br); *розовоплодные* – № 16461 (8,8 °Br) и № 16460 (8,0 °Br); *коричневоплодные* – № 16485 (9,1 °Br) и № 16482 (9,0 °Br); *фиолетовоплодные* – № 16505 (9,4 °Br).

Наиболее широкие диапазоны значений °Brix были отмечены внутри желтоплодной (4,0-16,4 °Br) и красноплодной групп (4,2-14,5 °Br), наименьшие в группе с фиолетовой окраской (5,8-12,6 °Br).

При оценке изменчивости каждой из цветковых групп вишневидного томата, коэффициенты вариации демонстрировали от средней до сильной степени варьирования признака «содержание сухого растворимого вещества в плодах». Наибольшее варьирование значений °Brix наблюдалось в группе *красноплодных томатов* ($V, \% = 25,13$). Наименьшая изменчивость признака отмечена у *коричневоплодных* ($V, \% = 17,43$) и *розовоплодных* ($V, \% = 17,67$) томатов. Рассматривая селекционные образцы отдельно в составе каждой цветковой группы, можно обобщить следующее: *красноплодные* – варьирование признака находилось в диапазоне $V, \% = 9,61-30,68$; *желтоплодные* – в диапазоне $V, \% = 11,36-31,78$; *розовоплодные* – в диапазоне $V, \% = 5,56-17,98$; *коричневоплодные* – в диапазоне $V, \% = 9,95-18,38$; *фиолетовоплодные* – в диапазоне $V, \% = 8,7-19,06$. Полученные значения коэффициентов вариации в каждом отдельно взятом селекционном образце демонстрируют от слабой до сильной вариабельности признака «содержание сухого растворимого вещества в плодах», что говорит нам о значительном вкладе генотипа. Этот вывод также подтверждается рассчитанными по каждой группе F-



Рис. 1. Образцы вишневидного томата с наибольшим содержанием сухого растворимого вещества в плодах в различных цветковых группах. Слева направо – № 16348 (14,2 оBr); № 16416 (16,4 оBr); № 16460 (11,3 оBr); № 16482 (11,8 оBr)
Fig. 1. Cherry tomato samples with the highest content of dry soluble substances in fruits in various color groups. From left to right – № 16348 (14,2 оBr); № 16416 (16,4 оBr); № 16460 (11,3 оBr); № 16482 (11,8 оBr)

Таблица 1. Результаты статистической обработки данных о содержании сухих растворимых веществ в плодах селекционных образцов вишневидного томата пяти цветных групп, полученных на базе пленочных теплиц Слободского селекционного центра «Гавриш» в 2020 году

Table 1. The results of statistical processing of data on the content of dry soluble substances in the fruits of cherry tomato breeding samples of five color groups obtained on the basis of film greenhouses of the Sloboda breeding center "Gavrish" in 2020

Номер образца	Число растений (n), шт.	Min значение, °Br	Max значение, °Br	Среднее арифметическое (X _{ср}), °Br	Дисперсия (S ²), °Br	Стандартное отклонение (S), °Br	Кoeffициент вариации (V, %), %	Ошибка выборочной средней (S _x), °Br	Относительная ошибка выборочной средней (S _x , %), %
КРАСНОПЛОДНЫЕ ТОМАТЫ									
16330	30	5,0	8,2	6,6	0,65	0,81	12,22	0,15	2,2
16331	28	6,5	10,4	8,3	0,78	0,88	10,71	0,17	2,0
16332	30	4,3	7,8	6,5	0,77	0,88	13,46	0,16	2,5
16333	30	4,3	8,8	6,7	1,43	1,20	17,93	0,22	3,3
16334	76	6,2	13,9	10,2	4,01	2,00	19,63	0,23	2,3
16335	35	4,8	11,5	8,0	2,51	1,58	19,75	0,27	3,3
16336	20	4,3	13,6	7,7	5,51	2,35	30,68	0,52	6,9
16341	31	5,5	9,9	7,4	1,09	1,04	14,09	0,19	2,5
16342	31	4,2	8,3	5,7	1,82	1,35	23,84	0,24	4,3
16343	30	4,3	14,2	8,7	4,70	2,17	24,92	0,40	4,5
16344	34	4,3	11,5	8,1	4,20	2,05	25,30	0,35	4,3
16345	39	4,4	12,0	8,2	2,42	1,56	19,06	0,25	3,1
16346	30	4,5	11,3	8,2	2,83	1,68	20,44	0,31	3,7
16347	30	7,0	13,1	9,3	3,05	1,75	18,84	0,32	3,4
16348	30	4,4	14,5	10,1	4,65	2,16	21,44	0,39	3,9
16349	28	6,7	10,6	8,9	0,73	0,85	9,61	0,16	1,8
16350	40	4,7	11,2	8,2	3,50	1,87	22,87	0,30	3,6
Средние по группе		5,0	11,2	8,2	4,26	2,06	25,13	0,09	1,1
ЖЕЛТОПЛОДНЫЕ ТОМАТЫ									
16412	38	5,2	10,7	7,7	1,76	1,33	17,25	0,22	2,8
16413	41	4,5	12,6	8,2	3,01	1,73	21,29	0,27	3,3
16414	30	5,4	10,9	8,4	2,52	1,59	18,83	0,29	3,4
16415	31	5,2	10,0	7,9	1,86	1,36	17,29	0,24	3,1
16416	15	4,0	16,4	9,7	9,58	3,10	31,78	0,80	8,2
16417	39	6,8	15,4	9,2	2,64	1,62	17,66	0,26	2,8
16418	40	4,6	12,8	8,0	4,07	2,02	25,15	0,32	4,0
16419	32	6,6	11,8	8,8	1,53	1,24	14,01	0,22	2,5
16420	38	8,2	14,3	10,1	2,37	1,54	15,27	0,25	2,5
16421	20	7,0	13,2	9,7	2,01	1,42	14,69	0,32	3,3
16422	40	8,3	13,4	9,8	1,25	1,12	11,36	0,18	1,8
16423	40	7,0	11,3	8,7	1,92	1,39	15,98	0,22	2,5
Средние по группе		6,1	12,7	8,8	3,11	1,76	20,09	0,09	1,0
РОЗОВОПЛОДНЫЕ ТОМАТЫ									
16459	29	4,0	6,8	5,9	0,58	0,76	12,91	0,14	2,4
16460	27	6,0	11,3	8,0	2,07	1,44	17,98	0,28	3,5
16461	29	7,4	10,4	8,8	0,45	0,67	7,62	0,12	1,4
16462	25	6,4	7,4	7,2	0,16	0,40	5,56	0,08	1,1
16463	15	6,2	8,4	7,2	0,36	0,60	8,33	0,15	2,2
16464	30	5,2	7,4	6,2	0,33	0,57	9,27	0,1	1,7
16465	22	6,0	9,5	7,3	0,69	0,83	11,38	0,18	2,4
Средние по группе		5,9	8,7	7,2	1,62	1,27	17,68	0,1	1,3
КОРИЧНЕВОПЛОДНЫЕ ТОМАТЫ									
16480	30	6,6	11,3	8,7	1,44	1,20	13,79	0,22	2,5
16481	30	7,1	10,4	8,8	0,89	0,94	10,72	0,17	2,0
16482	30	7,0	11,8	9,0	1,38	1,17	13,05	0,21	2,4
16483	29	6,7	10,1	8,7	0,75	0,87	9,95	0,16	1,8
16484	29	5,0	11,4	7,3	1,80	1,34	18,38	0,25	3,4
16485	28	7,1	11,7	9,1	1,16	1,08	11,84	0,20	2,2
16486	30	5,1	8,4	6,2	0,72	0,85	13,69	0,15	2,5
16487	30	5,5	10,6	8,0	1,27	1,13	14,09	0,21	2,6
Средние по группе		6,3	10,7	8,2	2,06	1,44	17,44	0,09	1,1
ФИОЛЕТОВОПЛОДНЫЕ ТОМАТЫ									
16505	29	6,2	12,6	9,4	3,21	1,79	19,06	0,33	3,5
16506	29	6,9	9,1	7,8	0,46	0,68	8,70	0,13	1,6
Средние по группе		6,5	10,9	8,6	2,51	1,58	18,40	0,21	2,4

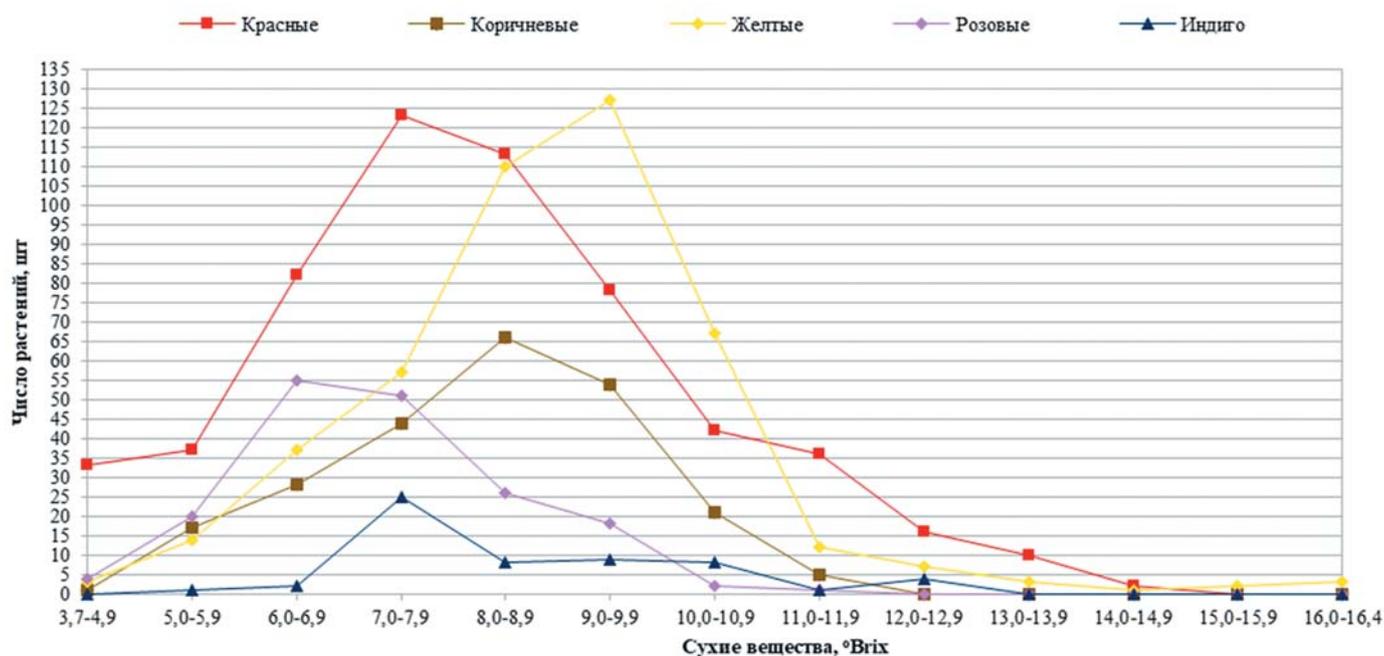


Рис. 2. Вариационные ряды признака «Содержание сухих растворимых веществ в плодах томата», представленные для селекционных образцов вишневидного томата пяти цветовой групп
Fig. 2. Variation series of the trait "Content of dry soluble substances in tomato fruits", presented for breeding samples of cherry tomato of five color groups

критериями Фишера. Так расчетные значения для каждой изучаемой цветовой группы принимали следующие значения: красноплодные – 21,16; желтоплодные – 9,06; розовоплодные – 41,85; коричневоплодные – 25,77; фиолетовоплодные – 20,23, что значительно превышало табличные данные и позволяет подтвердить вышепредставленное заключение о высокой значимости генотипической вариации в общей дисперсии.

К дальнейшей работе следует привлекать селекционные образцы, сочетающие высокие значения содержания сухого растворимого вещества при высокой стабильности проявления признака. Также следует учитывать значения относительной ошибки выборочной средней (S_x , %). Так для большинства образцов оно соответствовало высокой (2-3%) и удовлетворительной (3-5%) точности. Низкая точность (более 5%) наблюдалась у следующих селекционных образцах: № 16336 (6,9%) и № 16416 (8,2%), что говорит нам о недостаточности выборки, чтобы утверждать о достоверности полученных средних значений.

На рис. 2 представлены вариационные ряды для всех рассматриваемых цветовой групп вишневидного томата.

На основании представленных на рисунке 1 кривых распределения вариант, можно обозначить следующее: красноплодные – наибольшее количество растений имели значения °Brix в диапазоне 7,0-7,9 (123 растения), общая доля растений с °Brix выше 9,0 °Br составила 222 растения (50,12%); желтоплодные – наибольшее количество растений имели значения °Brix в диапазоне 9,0-9,9 (127 растений), общая доля растений с °Brix выше 9,0 °Br составила 184 растения (32,16%); розовоплодные – наибольшее количество растений имели значения °Brix в диапазоне 6,0-6,9 (55 растений), общая доля растений с °Brix выше 9,0 °Br

составила 21 растение (11,86%); коричневоплодные наибольшее количество растений имели значения °Brix в диапазоне 8,0-8,9 (66 растений), общая доля растений с °Brix выше 9,0 °Br составила 80 растений (33,9%); фиолетовоплодные – наибольшее количество растений имели значения °Brix в диапазоне 7,0-7,9 (25 растений), общая доля растений с °Brix выше 9,0 °Br составила 22 растения (37,93%); зеленоплодные – наибольшее количество растений имели значения °Brix в диапазоне 7,0-7,9 (8 растений), общая доля растений с °Brix выше 9,0 °Br составила 20 растений (41,66%).

Дальнейшая работа включала направленный отбор растений томата, обладающих высокими значениями сухого растворимого вещества и отвечающих заданной модели гибрида по комплексу хозяйственно значимых признаков.

Выводы

1. На основании результатов по анализу содержания сухого вещества в плодах изучаемых селекционных образцов вишневидного томата, для дальнейшей работы нами были отобраны растения с различной окраской плода, демонстрирующие наибольшие значения исследуемого признака. Так был проведен отбор внутри следующих селекционных образцов: красноплодные – образец № 16348 (14,5 оBr) при среднем значении признака, составляющем 10,1 оBr и коэффициенте вариации на уровне 21,4%; желтоплодные – образец № 16416 (16,4 оBr) при среднем значении признака равного 9,7 оBr и высоком коэффициенте вариации равного 31,8%; розовоплодные – образец № 16460 (11,3 °Br) при среднем значении признака, составляющего 8,0 оBr и коэффициенте вариации в 18,0%; коричневоплодные – образец № 16482 (11,8 °Br) при среднем значении признака, равного 9,0 °Br)

и вариабельности признака на уровне 13,0%; фиолетовоплодные – образец № 16505 (12,6 °Br)) при среднем значении признака на уровне 9,4 °Br) и коэффициенте вариации на уровне 19,1%.

2. Установлено, что наибольшей вариабельностью признака «содержание сухих растворимых веществ в плодах» обладает красноплодная группа вишневидных томатов и составляет 25,1%, при варьировании коэффициентов вариации в селекционных образцах от 9,6 до 30,7%. Наиболее стабильными в проявлении изучаемого признака оказались коричневоплодная (17,4%) и розовоплодная (17,7%) группы, при варьировании коэффициентов вариации от 9,9 до 18,4% и от 5,6 до 18,0% соответственно.

Отвечая современным запросам производителей и анализируя составленные вариационные ряды, была оценена доля селекционного материала в каждой группе, пригодных для дальнейшей работы. Так для красноплодных – общая доля растений с °Brix выше 9,0 °Br составила 222 растения (50,12%); желтоплодные – общая доля растений с °Brix выше 9,0 °Br составила 184 растения (32,16%); розовоплодные – общая доля растений с °Brix выше 9,0 °Br составила 21 растение (11,86%); коричневоплодные – общая доля растений с °Brix выше 9,0 °Br составила 80 растений (33,9%); фиолетовоплодные – общая доля растений с °Brix выше 9,0 °Br составила 22 растений (37,93%).

Об авторах:

Сергей Федорович Гавриш – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, председатель совета директоров «ГАВРИШ», gavrish@gavrish.ru

Татьяна Александровна Редичкина – кандидат сельскохозяйственных наук, директор ООО «НИИСОК»

Александр Игоревич Топинский – младший научный сотрудник ООО «НИИСОК», автор для переписки, without.fantasy1@gmail.com

About the Authors:

Sergey F. Gavrish – Doc. Sci. (Agriculture), Professor, Deputy Director for Science of «Scientific Research Institute of Vegetable Breeding» Ltd., gavrish@gavrish.ru

Tatiana A. Redichkina – Cand. Sci. (Agriculture), Director of «Scientific Research Institute of Vegetable Breeding» Ltd

Alexandr I. Topinskiy – Junior Researcher of «Scientific Research Institute of Vegetable Breeding» Ltd., Corresponding Author, without.fantasy1@gmail.com

• Литература / References

1. Ахмедова П.М., Гусейнов Ю.А., Умаханов М.А., Ибрагимов К.М. Урожайность скороспелых сортов томата и влияние температуры воздуха при прохождении основных фаз онтогенеза на урожай плодов. Овощи России. 2016;(1):65-69. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2016-1-65-69> [Akmedova P.M., Guseynov Y.A., Umahanov M.A., Ibragimov K.M. Yields of early ripening tomato varieties and impact of air temperature during main phases of ontogenesis on fruit yield. *Vegetable crops of Russia*. 2016;(1):65-69. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2016-1-65-69>]
2. Kolotilin I., Koltai H., Tadmor Y., Bar-Or C., Reuveni M., Meir A., Nahon S., Shlomo H., Chen L., Levin I. Transcriptional profiling of high pigment-2dg tomato mutant links early fruit plastid biogenesis with its overproduction of phytonutrients. *Plant Physiol.* 2007;145(2):389–401. <https://doi.org/10.1104/pp.107.102962>
3. Elliott K.J., Butler W.O., Dickinson C.D., Konno Y., Vedvick T.S., Fitzmaurice L., Mirkov T.E. Isolation and characterization of fruit vacuolar invertase genes from two tomato species and temporal differences in mRNA levels during fruit ripening. *Plant Mol. Biol.* 1993;21(3):515–524. <https://doi.org/10.1007/BF00028808>
4. Fridman E., Zamir D. Functional divergence of a syntenic invertase gene family in tomato, potato, and Arabidopsis. *Plant Physiol.* 2003;131(2):603–609. <https://doi.org/10.1104/pp.014431>
5. Qin G., Zhu Z., Wang W., Cai J., Chen Y., Li L., Tian S. Tomato Vacuolar Invertase Inhibitor Mediates Sucrose Metabolism and Influences Fruit Ripening. *Plant Physiol.* 2016;172(3):1596–1611. <https://doi.org/10.1104/pp.16.01269>
6. Wang F., Smith A.G., Brenner M.L. Isolation and Sequencing of Tomato Fruit Sucrose Synthase cDNA. *Plant Physiol.* 1993;103(4):1463-1464. <https://doi.org/10.1104/pp.103.4.1463>
7. Ito Y., Kitagawa M., Ihashi N., Yabe K., Kimbara J., Yasuda J., Ito H., Inakuma T., Hiroi S., Kasumi T. DNA-binding specificity, transcriptional activation potential, and the rin mutation effect for the tomato fruit-ripening regulator RIN. *Plant J.* 2008;55(2):212–223. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3113X.2008.03491.x>
8. Vrebalov J., Ruezinsky D., Padmanabhan V., White R., Medrano D., Drake R., Schuch W., Giovannoni J. A MADS-box gene necessary for fruit ripening at the tomato ripening-inhibitor (*rin*) locus. *Science.* 2002;296(5566):343-346. <https://doi.org/10.1126/science.1068181>
9. Caspi N., Levin I., Chamovitz D.A., Reuveni M. A mutation in the tomato DDB1 gene affects cell and chloroplast compartment size and CDT1 transcript. *Plant Signal. & Behav.* 2008;3(9):641–649. <https://doi.org/10.4161/psb.3.9.6413>
10. Mitsuhashi W., Sasaki S., Kanazawa A., Yang Y.Y., Kamiya Y., Toyomasu T. Differential expression of acid invertase genes during seed germination in Arabidopsis thaliana. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 2004;68(3):602–608. <https://doi.org/10.1271/bbb.68.602>
11. Chattopadhyay T., Hazra P., Akhtar S., Deepak M., Arnab M., Sheuli R. Skin colour, carotenogenesis and chlorophyll degradation mutant alleles: genetic orchestration behind the fruit colour variation in tomato. *Plant Cell. Repor.* 2021;(40):767–782. <https://doi.org/10.1007/s00299-020-02650-9>
12. Fleming H.K., Myers C.E. Tomato inheritance with special reference to skin and flesh color in the orange variety. *Proc. Am. Soc. Hortic. Sci.* 1937;(35):609–623.
13. Clough J.M., Pattenden G. Naturally occurring poly-cis carotenoids. Stereochemistry of poly-cis lycopene and in congeners in 'Tangerine' tomato fruits. *J. of the Chem. Soc. Chem. Commun.* 1979;(14):616-619. <https://doi.org/10.1039/C39790000616>
14. Ogawa K., Tsuruma K., Tanaka J., Kakino M., Kobayashi S., Shimazawa M., Hara H. The protective effects of bilberry and lingonberry extracts against UV light-induced retinal photoreceptors cell damage *in vitro*. *J. Agric. Food. Chem.* 2013;61(43):10345-10353. <https://doi.org/10.1021/jf402772h>