

# Биохимическая оценка F<sub>1</sub> гибридов вишневидного томата с различной окраской плодов

Biochemical assessment of F<sub>1</sub> cherry tomato hybrids with different fruit colours

Топинский А.И., Гавриш С.Ф., Редичкина Т.А.,  
Артемьева Г.М., Самойленко П.А.

Topinsky A.I., Gavrish S.F., Redichkina T.A.,  
Artemyeva G.M., Samoilenko P.A.

## Аннотация

В настоящее время потребители стали отдавать предпочтение продукции более высокого качества, обладающей привлекательным внешним видом и высокими вкусовыми свойствами. По этой причине целью настоящего исследования стала биохимическая оценка новых перспективных F<sub>1</sub> гибридов вишневидного томата с различной окраской плода, полученных в результате селекционной работы в ООО «НИИ селекции овощных культур». Научно-исследовательскую работу проводили в 2022-2023 годах в условиях защищенного грунта на базе Алексинского селекционного центра «Гавриш» в климатических условиях Тульской области (III световая зона). В ходе исследования было установлено наличие существенных различий между цветовыми группами по комплексу биохимических параметров плода. Так в плодах желтоплодных и оранжевоплодных гибридов среднее содержание сухого вещества (хср = 10,3 %) и моносахаров (хср = 6,2 %) в плодах значительно превышало средние показатели в других группах, но одновременно с этим уступала им по содержанию аскорбиновой кислоты (хср = 25,2 мг/100 г) и ликопина. Напротив, коричневоплодные гибриды обладали наиболее высокой средней концентрацией аскорбиновой кислоты в плодах (хср = 34,1 мг/100г), а также накапливали значительно больше ликопина (хср = 7,3 мг/г) и лютеина (хср = 1,3 мг/г). При этом уступая прочим группам по содержанию моносахаров (хср = 4,6 %). По содержанию проликопина выделялись гибриды с оранжевой окраской плода (хср = 3,5 мг/г), одновременно с этим в плодах других цветочных групп проликопин не был обнаружен. По результатам двухлетнего сортоиспытания, на основании сравнительного анализа хозяйственно значимых биохимических признаков, ряд гибридов с различной окраской плода переданы на проведение госсортиспытания. По итогам которого в дальнейшем могут быть рекомендованы для производства в условиях защищенного грунта. Таким образом для дальнейшего исследования нами рекомендуются следующие гибриды: красноплодные – к-1156/17 (F<sub>1</sub> Берлино) и к-2717/20 (F<sub>1</sub> Черути); розовоплодные – к-2749/20 (F<sub>1</sub> Монами) и к-1362/22; коричневоплодные – 2754/20 (F<sub>1</sub> Рокси) и к-1405/22; оранжевоплодные – к-2742/20 (F<sub>1</sub> Пикачу).

**Ключевые слова:** вишневидный томат, окраска, биохимический анализ, сухие вещества, сахара, кислотность, пигменты, сахарно-кислотный коэффициент.

**Для цитирования:** Биохимическая оценка F<sub>1</sub> гибридов вишневидного томата с различной окраской плодов / А.И. Топинский, С.Ф. Гавриш, Т.А. Редичкина, Г.М. Артемьева, П.А. Самойленко // Картофель и овощи. 2024. №8. С. 29-33. <https://doi.org/10.25630/PAV.2024.27.52.004>

## Abstract

Currently, consumers have started to prefer higher-quality products that possess an attractive appearance and high taste qualities. For this reason, the aim of this study was to conduct a biochemical assessment of new promising F<sub>1</sub> hybrids of cherry-like tomatoes with various fruit colors, obtained as a result of breeding work at the LLC «Research Institute of Vegetable Crop Breeding.» The research was conducted in 2022-2023 under protected cultivation conditions at the Alexinsky Breeding Center «Gavrish» in the climatic conditions of the Tula region (third light zone). During the study, significant differences were found between color groups in terms of a complex of biochemical fruit parameters. For example, in the fruits of yellow-fruited (orange-fruited) hybrids, the average content of dry matter (mean = 10.3%) and monosaccharides (mean = 6.2%) significantly exceeded the average values in other groups, while simultaneously being lower in ascorbic acid content (mean = 25.2 mg/100 g) and lycopene. In contrast, brown-fruited hybrids had the highest average concentration of ascorbic acid in their fruits (mean = 34.1 mg/100g), as well as accumulating significantly more lycopene (mean = 7.3 mg/g) and lutein (mean = 1.3 mg/g), while being lower than other groups in monosaccharide content (mean = 4.6%). Orange-fruited hybrids were distinguished by their content of prolycopene (mean = 3.5 mg/g), while prolycopene was not detected in the fruits of other color groups. Based on the results of a two-year varietal trial and a comparative analysis of economically significant biochemical traits, a number of hybrids with different fruit colors may be submitted for state varietal testing, which could subsequently recommend them for production under protected cultivation conditions. Thus, for further research, we recommend the following hybrids: red-fruited – k-1156/17 (F<sub>1</sub> Berlino) and k-2717/20 (F<sub>1</sub> Cheruti); pink-fruited – k-2749/20 (F<sub>1</sub> Monami) and k-1362/22; brown-fruited – 2754/20 (F<sub>1</sub> Roxy) and k-1405/22; orange-fruited – k-2742/20 (F<sub>1</sub> Pikachu).

**Key words:** cherry tomato, color, biochemical analysis, dry matter, sugars, acidity, pigments, sugar-acid coefficient.

**For citing:** Biochemical assessment of F<sub>1</sub> cherry tomato hybrids with different fruit colours. A.I. Topinsky, S.F. Gavrish, T.A. Redichkina, G.M. Artemyeva, P.A. Samoilenko. Potato and vegetables. 2024. No8. Pp. 29-33. <https://doi.org/10.25630/PAV.2024.27.52.004> (In Russ.).

Товарная группа вишневидных томатов (*Lycopersicon esculentum* Mill., var *cerasiforme*), объединяет под собой мелкоплодные сорта и гибриды со средней массой плода, не превышающей 30 г и обладающих более высоким содержанием сахаров и кислот, что делает вкус их плодов более ярким и насыщенным.

По данным ряда исследований, можно постулировать наличие от средней до сильной корреляционной взаимосвязи между содержанием сахаров и растворимых сухих веществ [1] и, следовательно, тесную зависимость последнего от экспрессии генов, ответственных за метаболизм моносахаров, интенсивность фотосинтеза, накопление и распределение хлоропластов. В данную группу генов можно отнести следующие: ген TAI, экспрессирующийся в плодах томата и регулирующий синтез, и работу кислой вакуолярной инвертазы, фермента отвечающего за процесс запасаения сахаров и их транспорт в клетку [2] паралогичные гены LIN5, LIN6, LIN7 и LIN8, которые регулируют работу апопластических инвертаз [3], фермент контролирует транспорт сахаров в клетки через апопласт [4]; ген SISUS1, отвечающий за синтез и работу фермента сахарозосинтазы, который регулирует процессы синтеза и распада сахарозы [5]; ген rip участвует в процессе созревания плодов, регулируя биосинтез этилена, углеводов и ароматических соединений [6], а также экспрессию генов инвертазы (TAI) и ингибитора инвертазы (VIF) [7]; ген u ответственен за накопление и распределение хлорофилла в процессе созревания плодов; ген hr контролирует цитокининовый клеточный цикл, определяет размер клеток и число хлоропластов [8]. Содержание сахаров в плодах томата подвержено сильному модифицирующему влиянию биологических (стадия развития плода) и абиотических факторов (световой, температурный режим и т.д.). Так в процессе созревания содержание сахаров значительно возрастает, а также происходит смещение их соотношения от преобладания глюкозы у зеленых плодов в сторону увеличения содержания фруктозы у полностью вызревших плодов [9].

В биохимическом профиле плодов томата органические кислоты, в большей степени представлены яблочной и лимонной, но в ходе селекционного процесса чаще оценивается титруемая кислота [10]. Кислотность плодов томата возрастает по мере созревания и достигает пика в бланжевой стадии, в последствии происходит планомерное снижение ее концентрации [11]. По мере созревания плодов преобладающей органической кислотой в плодах является лимонная, несмотря на это у незрелых зеленых плодов томата может содержаться значительное количество яблочной кислоты, в то время как при достижении полной биологической спелости ее концентрация сильно снижается.

Цель работы: Провести биохимическую оценку F<sub>1</sub> гибридов вишневидного томата с разнообразной окраской плода.

### Условия, материалы и методы исследований

Объектом исследования послужили F<sub>1</sub> гибриды вишневидного томата (*Lycopersicon esculentum* Mill., var *cerasiforme*), созданные на базе селекционного материала ООО «НИИСОК» и выделенные в ходе оценки по комплексу фенотипических и гене-

тических признаков (урожайность, форма и масса плода, устойчивости к заболеваниям). В качестве стандартов были использованы следующие F<sub>1</sub> гибриды вишневидного томата селекции Enza Zaden: для красноплодных, розовоплодных и коричневоплодных — *Tomagino*, для желтоплодных и оранжевоплодных — *Tomagellow*.

Растения выращивали на базе Алексинского (Тульская область, III световая зона) селекционных центров «Гавриш» в условиях пленочной теплицы с дополнительным обогревом по малообъемной технологии. Исследование проводилось в условиях летне-осеннего оборота 2022-2023 года с мая по ноябрь (Тульская область, III световая зона). Посев семян в Алексинском селекционном центре проводили в конце мая. Рассадку томата выращивали в условиях искусственной досветки. Выставку рассады из рассадного отделения на постоянное место проводили в конце июня. Растения формировали в два стебля, путем оставления пасынка над третьим соцветием. Ликвидировали растения в первой декаде ноября.

Биохимическую оценку плодов томата проводили в лаборатории применения агрохимических средств в семеноводстве овощных культур Федерального научного центра овощеводства (ФГБГУ ФНЦО). Отбор проб проводили в период массового созревания плодов в фазе полной биологической спелости. Содержание сухого вещества устанавливали гравиметрическим высушиванием образцов при 70 °С до постоянной массы. (Кидин и др., 2008). Содержание аскорбиновой кислоты определяли методом визуального титрования 2,6-дихлорфенол индофенолятом натрия (АОАС, 2012). Для определения антиоксидантной активности использовали титрометрический метод основанный на титровании раствора 0.01 N KMnO<sub>4</sub> в кислой среде этанольным экстрактом высушенных гомогенизированных корнеплодов свеклы или чипсов до обесцвечивания раствора, выделяющегося о полном восстановлении Mn<sup>+6</sup> до Mn<sup>+2</sup>. В качестве внешнего стандарта использовали галловую кислоту. Результаты определения выражали в мг-экв галловой кислоты/г сухой массы (мг ГКЭ/г с.м.). (Голубкина и др., 2020).

Содержание моносахаров осуществляли цианидным методом (Кидин, 2006). Содержание каротиноидов определяли спектрофотометрически, используя количественную тонкослойную хроматографию для разделения каротиноидов на хроматографической бумаге Ватман 3А в системе Гексан (для разделения бета каротина, зета- каротина) и Гексан-ацетон, 10:1 (для разделения ликопина и лютеина). Содержание индивидуальных каротиноидов рассчитывали, используя удельное поглощение бета-каротина, зета-каротина, лютеина и ликопина. Выделение хлорофилла из коричневых томатов также осуществляли количественной тонкослойной хроматографией, элюируя пятно хлорофиллов с хроматографической бумаги с помощью этилового спирта. Содержание титруемой кислотности проводили по ГОСТ ISO 750-2013 «Продукты переработки фруктов и овощей».

Обработку данных и расчет статистических показателей проводили с использованием пакета прог Microsoft Excel.

### Результаты исследований

В рамках проведенного сортоиспытания  $F_1$  гибридов вишневидного томата с различной окраской плода в условиях III световой зоны по комплексу биохимических характеристик, были отобраны комбинации, превосходящие контроль. Результаты сравнительной оценки биохимических характеристик плода у отобранных  $F_1$  гибридов вишневидного томата представлены в таблице.

Из таблицы видно, что по большинству исследованных биохимических показателей гибриды значимо отличались как между, так и внутри выделенных цветочных групп. Так по содержанию сухого вещества в плодах, полученные значения находились в диапазоне между 7,36 (к-2130/21) и 12,8 % (к-1398/22). В группе гибридов с красной окраской плода большинство образцов превзошли стандарт по данному признаку, отдельно стоит отметить комбинации к-2717/20, к-2044/21 и к-1156/17, которые в среднем в данных условиях накапливали 11,0-11,5 % сухого вещества. Розовоплодные гибриды также значимо превосходили красноплодный стандарт по данному признаку, наиболее наглядно это видно на примере к-1380/22 (12,3 %) и к-1389/22 (12,8 %). В группе коричневоплодных стоит отметить образец к-2219/21 (11,8 %) и к-1405/22 (10,1 %). Сравнительный анализ желтоплодных и оранжевоплодных гибридов мы проводили со стандартом иностранной селекции фирмы Enza Zaden —  $F_1$  Tomagellow. На фоне, которого по содержанию сухого вещества в плодах можно выделить к-1394/16 (10,2 %) и к-2159/21 (12,6 %).

В литературе отмечается, что в процентном отношении общая доля сахаров в плодах томата в среднем составляет от 40 до 65 % сухого вещества что зависит как от сортовых особенностей, так и от условий выращивания [12]. Наибольшая часть сахаров представлена моносахарами (глюкозой и фруктозой). В ходе нашего исследования соотношение сахаров к сухому веществу варьировало от 37,8 до 67,1 %. Содержание моносахаров в свою очередь находилось в диапазоне между 3,10 % (к-2754/20) и 8,45 % (к-2159/21). Рассматривая данный признак внутри каждой из цветочных групп, мы можем выделить следующие образцы, значимо превосходящие стандарты: красноплодные — к-2044/21 (6,76 %), к-2717/20 (6,43 %) и к-1156/17 (6,25 %); розовоплодные — к-1389/22 (7,84 %), к-1380/22 (6,76 %) и к-1362/22 (5,24 %); коричневоплодные — к-2219/21 (6,52 %), к-1405/22 (5,04 %) и к-1396/22 (4,9); оранжевоплодные — к-2159/21 (8,45 %), к-1394/16 (5,89 %) и к-2742/20 (9,77 %).

В нашем исследовании титруемая кислотность плодов гибридов варьировала от 0,26 мг ЛК/г (у к-2754/20) до 0,73 мг ЛК/г (у к-2715/20), в отдельности низкие или высокие значения данного признака не могут рассматриваться как положительная/отрицательная характеристика гибрида. По этой причине мы изучили соотношение между содержанием сахаров в плодах к титруемым кислотам, которое в числовом выражении отражается сахарокислотным индексом, характеризующие вкусовые характеристики гибрида. Варьирование данного признака составило от 6,0 (к-2130/21) до 15,7 (к-2159/21). Наиболее высокие значения сахарокислотного индекса, превосходящие стан-

дарт, мы наблюдали у следующих комбинаций: красноплодные — к-1176/17 (15,1), к-2044/21 (14,6), к-1156/17 (14,5) и к-2717/20 (14,3); розовоплодные — к-1362/22 (12,4); коричневоплодные — к-1405/22 (12,6); оранжевоплодные — к-2159/21 (15,7).

Вкусовые характеристики плодов томата характеризуются содержанием сахаров, кислот и балансом между ними, в свою очередь пищевая ценность определяется содержанием витаминов, среди которых аскорбиновая кислота (витамин С) является одним из наиболее значимых. Содержание аскорбиновой кислоты у проанализированных нами образцов варьировало от 16,6 мг/100 г (к-1322/22) до 50,3 мг/100 г (к-1380/22). Высокое содержание аскорбиновой кислоты (более 30 мг/100 г) отмечено у следующих образцов: красноплодные — к-2717/20 (42,9 мг/100 г), к-2044/21 (38,8 мг/100 г), к-871/22 (35,5 мг/100 г), к-1156/17 (35,1 мг/100 г); розовоплодные — к-1362/22 (50,3 мг/100 г), к-1389/22 (42,2 мг/100 г); коричневоплодные — к-1396/22 (41,3 мг/100 г), к-1405/22 (35,7 мг/100 г), к-2219/21 (34,8 мг/100 г) и к-2754/20 (31,4 мг/100 г); оранжевоплодные — к-2159/21 (42,8 мг/100 г), к-2742/20 (31,9 мг/100 г).

В данном исследовании мы проанализировали  $F_1$  гибриды вишневидного томата с различной окраской плода на предмет содержания в их плодах пигментов, относящихся к группе каротиноидов (ликопина, лютеина и проликопина). Так содержание ликопина находилось в диапазоне между 4,8 мг/г (к-2219/21) и 9,6 (к-1093/17) мг/г. Внутри цветочных групп наибольшие количества ликопина в составе плодов мы установили в следующих гибридах: красноплодные — к-1093/17 (9,6 мг/г), к-1156/17 (7,2 мг/г) и к-2717/20 (7,1 мг/г); розовоплодные — к-1362/22 (8,8 мг/г) и к-2749/20 (8,7 мг/г); коричневоплодные — к-2223/21 (9,3 мг/г) и к-2754/20 (9,0 мг/г). В нашем исследовании ликопин не был обнаружен у образцов с желтой и оранжевой окраской плода. Содержание лютеина в плодах, изучаемых образцов находилось в промежутке между 0,4 мг/г до 2,2 мг/г (к-2223/21). По данному признаку стоит отметить следующие гибриды: красноплодные — к-1093/17 (1,4 мг/г), к-1156/17 (0,9 мг/г) и к-2144/21 (0,7 мг/г); коричневоплодные — к-2223/21 (2,2 мг/г), к-2754/20 (1,8 мг/г) и к-1396/22 (1,4 мг/г). По ходу проведенного биохимического анализа образцов на содержание лютеина в плодах томата, он был обнаружен во всех цветочных группах за исключением гибридов с оранжевой окраской плода, в составе которых каротиноиды были представлены проликопином. Так его содержание варьировало от 1,6 мг/г (к-1394/16) до 5,4 мг/г (к-2159/21).

По результатам дегустационной оценки мы смогли выделить ряд гибридов в каждой цветочной группе обладающих сбалансированным приятным вкусом. Так можно отметить следующие образцы, получившие в среднем не менее 4 баллов: красноплодные — к-2717/20 (4,3 балла), к-2715/20 (4,2 балла), к-1156/17 (4,1 балл) и к-1176/17 (4,0 балла); розовоплодные — к-1362/22 (4,3 балла) и к-2749/20 (4,1 балл); коричневоплодные — к-1405/22 (4,2 балла); оранжевоплодные — к-2159/21 (4,5 балла), к-1394/16 (4,1 балл) и к-2742/20 (4,0 балла). Результат корреляционного анализа показал наличие сильной положительной связи между дегус-

тационной оценкой и сахарокислотным коэффициентом ( $r=0,8$ ), а также слабой положительной связи с содержанием сухого вещества ( $r=0,37$ ) и с содержанием моносахаров ( $r=0,42$ ).

Проведя сравнительный анализ по комплексу биохимических параметров плода между различными цветowymi группами вишневидного томата, мы установили наличие существенных различий. Так наиболее высокое среднее содержание сухого вещества за период наблюдений мы отмечали в группе желтоплодных и оранжевоплодных гибридов (хср = 10,3 %), и как следствие содержание моносахаров (хср = 6,2 %). Наименьшее содержание моносахаров в среднем прослеживалось в группе коричневоплодных (хср = 4,6 %). В тоже время не было отмечено существенных различий по содержанию титруемых кислот и в среднем в плодах каждой группы накапливалось 0,5 мг ЛК/г. Самую высокую среднюю концентрацию аскорбиновой кислоты мы наблюдали в плодах коричневоплодных гибридов (хср = 34,1 мг/100г), а наименьшее зна-

чение в группе желтоплодных и оранжевоплодных (хср = 25,2 мг/100г). В среднем плоды коричневоплодных гибридов содержали больше ликопина (хср = 7,3 мг/г) чем другие цветовые группы, при этом в группе желтоплодных и оранжевоплодных ликопин содержался в следовых количествах, либо вовсе не был обнаружен. Кроме того, коричневоплодные гибриды обладали более высоким уровнем лютеина в плодах (хср = 1,3 мг/г). По содержанию проликопина выделялись гибриды с оранжевой окраской плода (хср = 3,5 мг/г), одновременно с этим в плодах других цветových групп проликопин не был обнаружен.

### Выводы

В нашем исследовании было установлено наличие существенных различий между цветowymi группами по комплексу биохимических параметров плода. Так в плодах желтоплодных и оранжевоплодных гибридов среднее содержание сухого вещества (хср = 10,3 %) и моносахаров (хср = 6,2

**Биохимическая оценка F<sub>1</sub> гибридов вишневидного томата (Тульская область, среднее за 2022-2023 годы)**

№ комбинации	Содержание в плодах									Дегустационная оценка, балл
	сухое вещество, %	моносахара, %	титруемые кислоты, мг ЛК/г	сахарнокислотный коэффициент	аскорбиновая кислота мг/100 г	антиоксидантная активность	ликопин мг/г	лютеин мг/г	проликопин мг/г	
красноплодные										
St Tomagino «Enza Zaden»	8,0	4,6	0,4	11,8	24,8	46,2	6,5	0,4	0,0	3,6
к-1156/17 (Берлино)	11,0	6,3	0,6	14,5	35,1	52,4	7,2	0,9	0,0	4,1
к-1093/17	8,9	4,9	0,6	12,7	24,0	58,8	9,6	1,4	0,0	3,9
к-1176/17	10,1	5,6	0,6	15,1	23,8	69	5,5	0,5	0,0	4,0
к-2717/20 (Черути)	11,5	6,4	0,7	14,3	42,9	77,8	7,1	0,4	0,0	4,3
к-2715/20	8,8	4,2	0,7	11,7	23,5	46,6	4,9	0,4	0,0	4,2
к-2044/21	11,0	6,8	0,5	14,6	38,8	58,6	6,3	0,4	0,0	3,8
к-2130/21	7,4	3,6	0,7	6,0	18,6	54,9	5,1	0,4	0,0	3,3
к-2144/21	9,5	4,9	0,4	10,7	33,7	57,0	6,8	0,7	0,0	3,5
Хср	9,6	5,2	0,6	12,4	29,5	57,9	6,6	0,6	0,0	3,9
розовоплодные										
к-2749/20 (Молами)	7,6	3,6	0,3	11,3	26,1	73,8	8,7	0,5	0,0	4,1
к-2171/21	8,2	4,4	0,6	7,5	19,8	61,0	5,7	0,4	0,0	3,3
к-1362/22	9,2	5,2	0,4	12,4	24,7	35,1	5,0	0,4	0,0	4,3
к-1380/22	12,3	7,8	0,7	11,2	50,3	68,2	8,8	0,4	0,0	3,8
к-1389/22	12,8	6,8	0,6	10,7	42,2	61,1	4,9	0,4	0,0	3,6
Хср	10,0	5,6	0,5	10,6	32,6	59,8	6,6	0,4	0,0	3,8
коричневоплодные										
к-2754/20 (Рокси)	8,2	3,1	0,3	11,7	31,4	40,4	9,0	1,8	0,0	3,9
к-2219/21	11,8	6,5	0,6	10,2	34,8	53,8	4,8	0,4	0,0	3,8
к-2223/21	8,2	3,5	0,5	6,5	27,1	56,4	9,3	2,2	0,0	3,1
к-1396/22	9,9	4,9	0,5	9,6	41,3	55,4	7,5	1,4	0,0	3,5
к-1405/22	10,1	5,0	0,4	12,6	35,7	67,2	5,7	0,5	0,0	4,2
Хср	9,6	4,6	0,5	10,1	34,1	54,6	7,3	1,3	0,0	3,7
желтоплодные и оранжевоплодные										
St Tomagellow «Enza Zaden»	9,6	5,4	0,5	11,6	17,2	56,3	0,0	0,5	0,0	3,8
к-1394/16	10,2	5,9	0,5	11,5	17,6	55	0,0	0,0	1,6	4,1
к-2742/20 (Пикачу)	9,8	5,8	0,5	10,9	16,6	63,3	0,0	0,0	3,4	4,0
к-2159/21	12,6	8,5	0,5	15,7	42,8	48	0,0	0,0	5,4	4,5
к-1322/22	9,4	5,5	0,5	11,0	31,9	51,1	0,0	0,4	0,0	3,8
Хср	10,3	6,2	0,5	12,1	25,2	54,7	0,0	0,4	3,5	4,0

%) в плодах значительно превышало средние показатели в других группах, но одновременно с этим уступала им по содержанию аскорбиновой кислоты (хср = 25,2 мг/100 г) и ликопина. Напротив, коричневоплодные гибриды обладали наиболее высокой средней концентрацией аскорбиновой кислоты в плодах (хср = 34,1 мг/100 г), а также накапливали значительно больше ликопина (хср = 7,3 мг/г) и лютеина (хср = 1,3 мг/г). При этом уступая прочим группам по содержанию моносахаров (хср = 4,6 %). По содержанию проликопина выделялись гибриды с оранжевой окраской плода (хср = 3,5 мг/г), одновременно с этим в плодах других цветковых групп проликопин не был обнаружен.

По результатам двухлетнего сортоиспытания, на основании сравнительного анализа хозяйственно значимых биохимических признаков, ряд гибридов с различной окраской плода могут быть переданы на проведение госсортиспытания, по итогам которого в дальнейшем быть рекомендованы для производства в условиях защищенного грунта. Таким образом, для дальнейшего исследования мы рекомендуем следующие гибриды: красноплодные – к-1156/17 (F<sub>1</sub> Берлино) и к-2717/20 (F<sub>1</sub> Черути); розовоплодные – к-2749/20 (F<sub>1</sub> Монами) и к-1362/22; коричневоплодные – 2754/20 (F<sub>1</sub> Рокси) и к-1405/22; оранжевоплодные – к-2742/20 (F<sub>1</sub> Пикачу).

**Библиографический список**

1. Baldwin, E.A., Goodner, K., Plotto, A. (2008). Interaction of volatiles, sugars, and acids on perception of tomato aroma and flavor descriptors. *J. Food Sci.* 73, 294–307. doi: 10.1111/j.1750-3841.2008.00825.x
2. Isolation and characterization of fruit vacuolar invertase genes from two tomato species and temporal differences in mRNA levels during fruit ripening. K.J. Elliott, W.O. Butler, C.D. Dickinson, Y. Konno, T.S. Vedvick, L. Fitzmaurice, T.E. Mirkov // *Plant Mol Biol.* 1993. Vol. 21. No3. Pp. 515–524.
3. Fridman, E., Zamir D. Functional divergence of a syntenic invertase gene family in tomato, potato, and Arabidopsis. *Plant Physiol.* 2003. Vol. 131. Pp. 603–609.
4. Differential expression of acid invertase genes during seed germination in Arabidopsis thaliana. W. Mitsuhashi, S. Sasaki, A. Kanazawa, Y.Y. Yang, Y. Kamiya, T. Toyomasu. *Biochem. Biotechnol.* 2004. Vol. 68. Pp. 602–608.
5. Wang F., Smith A.C., Brenner M. Isolation and Sequencing of Tomato Fruit Sucrose Synthase cDNA. *Plant Physiol.* 1993. Vol. 103. Pp. 1463–1464.
6. DNA-binding specificity, transcriptional activation potential, and the rin mutation effect for the tomato fruit-ripening regulator RIN. Y. Ito, M. Kitagawa, N. Ihashi, K. Yabe, J. Kimbara, J. Yasuda, H. Ito, T. Inakuma, S. Hiroi, T. Kasumi. *Plant J.* 2008. Vol. 55. No2. Pp. 212–223.
7. Tomato Vacuolar Invertase Inhibitor Mediates Sucrose Metabolism and Influences Fruit Ripening. G. Qin, Z. Zhu, W. Wang, J. Cai, Y. Chen, L. Li, S. Tian. *Plant Physiol.* 2016. Vol. 172. No3. Pp. 1596–1611.
8. A mutation in the tomato DDB1 gene affects cell and chloroplast compartment size and CDT1 transcript. N. Caspi, I. Levin, D.A. Chamovitz, M. Reuveni. *Plant Signal Behavior.* 2008. No3(9). Pp. 641–649.
9. Anthon G.E., LeStrange M., Barrett D.M. Changes in pH, acids, sugars and other quality parameters during extended vineholding of ripe processing tomatoes. *J. Sci. Food Agric.* 91 (2011) Pp. 1175–118.
10. Identification of candidate genes for phenolics accumulation in tomato fruit. A. Di Matteo, V. Ruggieri, A. Sacco, M. Rigano, F. Carriero, A. Bolger et al. *Plant Sci.* 2013. Vol. 20. Pp. 87–96. doi: 10.1016/j.plantsci.2013.02.001
11. Jones R.A., Scott S.J. Improvement of tomato flavor by genetically increasing sugar and acid contents. *Euphytica* 32. 1983. Pp. 845–855. <https://doi.org/10.1007/BF0004216612>.
12. Chemistry, distribution, and metabolism of tomato carotenoids and their impact on human health. F. Khachik, L. Carvalho, P.S. Bernstein, G.J. Muir, Zhao DY, Katz NB *Exp. Biol. Med.* 2002. 227(10). Pp. 845–851.

**References**

1. Baldwin, E.A., Goodner, K., Plotto, A. (2008). Interaction of volatiles, sugars, and acids on perception of tomato aroma and flavor descriptors. *J. Food Sci.* 73, 294–307. doi: 10.1111/j.1750-3841.2008.00825.x
2. Isolation and characterization of fruit vacuolar invertase genes from two tomato species and temporal differences in mRNA levels during fruit ripening. K.J. Elliott, W.O. Butler, C.D. Dickinson, Y. Konno, T.S. Vedvick, L. Fitzmaurice, T.E. Mirkov // *Plant Mol Biol.* 1993. Vol. 21. No3. Pp. 515–524.
3. Fridman, E., Zamir D. Functional divergence of a syntenic invertase gene family in tomato, potato, and Arabidopsis. *Plant Physiol.* 2003. Vol. 131. Pp. 603–609.
4. Differential expression of acid invertase genes during seed germination in Arabidopsis thaliana. W. Mitsuhashi, S. Sasaki, A. Kanazawa, Y.Y. Yang, Y. Kamiya, T. Toyomasu. *Biochem. Biotechnol.* 2004. Vol. 68. Pp. 602–608.
5. Wang F., Smith A.C., Brenner M. Isolation and Sequencing of Tomato Fruit Sucrose Synthase cDNA. *Plant Physiol.* 1993. Vol. 103. Pp. 1463–1464.
6. DNA-binding specificity, transcriptional activation potential, and the rin mutation effect for the tomato fruit-ripening regulator RIN. Y. Ito, M. Kitagawa, N. Ihashi, K. Yabe, J. Kimbara, J. Yasuda, H. Ito, T. Inakuma, S. Hiroi, T. Kasumi. *Plant J.* 2008. Vol. 55. No2. Pp. 212–223.
7. Tomato Vacuolar Invertase Inhibitor Mediates Sucrose Metabolism and Influences Fruit Ripening. G. Qin, Z. Zhu, W. Wang, J. Cai, Y. Chen, L. Li, S. Tian. *Plant Physiol.* 2016. Vol. 172. No3. Pp. 1596–1611.
8. A mutation in the tomato DDB1 gene affects cell and chloroplast compartment size and CDT1 transcript. N. Caspi, I. Levin, D.A. Chamovitz, M. Reuveni. *Plant Signal Behavior.* 2008. No3(9). Pp. 641–649.
9. Anthon G.E., LeStrange M., Barrett D.M. Changes in pH, acids, sugars and other quality parameters during extended vineholding of ripe processing tomatoes. *J. Sci. Food Agric.* 91 (2011) Pp. 1175–118.
10. Identification of candidate genes for phenolics accumulation in tomato fruit. A. Di Matteo, V. Ruggieri, A. Sacco, M. Rigano, F. Carriero, A. Bolger et al. *Plant Sci.* 2013. Vol. 20. Pp. 87–96. doi: 10.1016/j.plantsci.2013.02.001
11. Jones R.A., Scott S.J. Improvement of tomato flavor by genetically increasing sugar and acid contents. *Euphytica* 32. 1983. Pp. 845–855. <https://doi.org/10.1007/BF0004216612>.
12. Chemistry, distribution, and metabolism of tomato carotenoids and their impact on human health. F. Khachik, L. Carvalho, P.S. Bernstein, G.J. Muir, Zhao DY, Katz NB *Exp. Biol. Med.* 2002. 227(10). Pp. 845–851.

**Об авторах**

Топинский Александр Игоревич (ответственный за переписку), н.с. ООО «НИИ селекции овощных культур», соискатель ФГБНУ ФНЦО. E-mail: without.fantasy1@gmail.com  
 Гавриш Сергей Федорович, доктор с.-х. наук, профессор, председатель совета директоров ГК «ГАВРИШ»  
 Редичкина Татьяна Александровна, канд. с.-х. наук, директор ООО «НИИСОК»  
 Артемьева Галина Михайловна, канд. биол. наук, н.с. лаборатории пасленовых культур ООО «НИИСОК»  
 Самойленко Павел Анатольевич, м.н.с НПО «Гавриш», соискатель КубГАУ

**Author details**

Topinskii A.I. (author for correspondence), research fellow, Research Institute of Vegetable Crops Breeding Ltd., applicant of FSBSI Federal Scientific Vegetable Center. E-mail: without.fantasy1@gmail.com  
 Gavrish S.F., D.Sci (Agr.), professor, Chairman of the Board of Directors of Gavrish group of company.  
 Redichkina T.A., Cand. Sci. (Agr.), director of Research Institute of Vegetable Crops Breeding Ltd.  
 Artemyeva G.M., Cand. Sci. (Bio.), research fellow at the laboratory of Solanaceous crops of Research Institute of Vegetable Crops Breeding Ltd.  
 Samoilenko P.A., research fellow of Research and production association «Gavrish», applicant of Kuban State Agrarian University