

ОЦЕНКА МЕХАНИЧЕСКОГО И БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПЛОДОВ РЕДКИХ ТАКСОНОВ ЦИТРУСОВЫХ В УСЛОВИЯХ ВЛАЖНЫХ СУБТРОПИКОВ РОССИИ*

Александр Сергеевич Кулешов, младший научный сотрудник
Раиса Васильевна Кулян, кандидат сельскохозяйственных наук
Ольга Геннадьевна Белоус, доктор биологических наук

Федеральный исследовательский центр «Субтропический научный центр Российской академии наук»,
г. Сочи, Россия

E-mail: raisa.kulyan22@gmail.com

Аннотация. Дана оценка механического и биохимического состава плодов редких таксонов цитрусовых, выращенных в условиях влажных субтропиков России. Исследования проводили на базе биоресурсной коллекции цитрусовых культур Федерального исследовательского центра «Субтропический научный центр Российской академии наук» (г. Сочи). Объект изучения – 13 таксонов рода *Citrus*, относящихся к категории редких: *C. aurantiifolia* Sw. (cv. Tahiti, cv. Foro), *C. × aurantium* var. *myrtifolia* Ker Gawl. cv. Cinotto, *C. × bergamia* Risso Poit., *C. × ichangensis* Sw., *C. limon* L. Del Brasil, *C. × limonelloides* Hayata, *C. × limetta* Risso cv. Chontipico, *C. maxima* Burm. Merr. cv. Sambokan, *C. medica* L. (var. *sarcodactylus* Sw.), *C. × meyerii* Yu. Tanaka. Измерение массовой концентрации органических кислот, сахаров и витамина С проводили методом капиллярного электрофореза с использованием системы «Капель-105М». Результаты показали, что таксоны имеют плоды с различным механическим и биохимическим составом. Все редкие таксоны по массе плода разделены на три группы: мелкоплодные, среднеплодные и крупноплодные. Таксоны *C. × meyeri*, *C. maxima* cv. Sambokan, *C. aurantifolia*, *C. aurantifolia* обладали высоким выходом сока от 51,3 до 57,2%. Максимальные показатели витамина С отмечены у *C. × aurantium* var. *myrtifolia* Cinotto, *C. × limetta* Chontipico и *C. medica*. Среди определяемых органических кислот лимонная и яблочная были наиболее распространенными, за ними следовали винная и янтарная, у некоторых таксонов преобладали другие. Для большинства образцов характерно наибольшее количество сахарозы, чем фруктозы и глюкозы. Меньше сахарозы отмечено у *C. aurantifolia* Foro, *C. × aurantium* var. *myrtifolia* Cinotto и *C. × limetta* Chontipico. Высокими сахарокислотным индексом (СКИ) и дегустационной оценкой характеризовались плоды *C. × aurantium* var. *myrtifolia*, низкими – *C. maxima* Sambokan, *C. × limetta* cv. Chontipico. Высокая оценка внешнего вида исследуемых растений говорит об их декоративных свойствах.

Ключевые слова: Rutaceae, редкие таксоны, витамин С, органические кислоты, сахара, сахарокислотный индекс, дегустация

EVALUATION OF THE MECHANICAL AND BIOCHEMICAL COMPOSITION OF RARE CITRUS TAXA FRUITS IN THE RUSSIA'S HUMID SUBTROPICS

A.S. Kuleshov, Junior Researcher

R.V. Kulyan, PhD in Agricultural Sciences

O.G. Belous, Grand PhD in Biological Sciences

Federal Research Center "Subtropical Scientific Center of the Russian Academy of Sciences", Sochi, Russia

E-mail: raisa.kulyan22@gmail.com

Abstract. In the present study, an assessment was made of the mechanical and biochemical composition of the fruits of rare citrus taxa grown in the humid subtropics of Russia. The studies were carried out on the basis of the bioresource collection of citrus crops of the Federal Research Center "Subtropical Scientific Center of the Russian Academy of Sciences" (Sochi). The objects were 13 taxa of the genus *Citrus* belonging to the rare category: *C. aurantiifolia* Sw. (cv. 'Tahiti', cv. 'Foro'), *C. × aurantium* var. *myrtifolia* Ker Gawl. cv. 'Cinotto', *C. × bergamia* Risso Poit., *C. × ichangensis* Sw., *C. limon* L. 'Del Brasil', *C. × limonelloides* Hayata, *C. × limetta* Risso cv. 'Chontipico', *C. maxima* Burm. Merr. cv. 'Sambokan', *C. medica* L. (var. *sarcodactylus* Sw.), *C. × meyerii* Yu. Tanaka. Measurement of the mass concentration of organic acids, sugars and vitamin C was carried out by capillary electrophoresis using the Kapel-105M system. The results showed that the studied taxa have fruits with different mechanical and biochemical composition. All studied rare taxa were divided into three groups according to fruit weight: small-fruited, medium-fruited and large-fruited. Taxa *C. × meyeri*, *C. maxima* cv. 'Sambokan', *C. aurantifolia*, *C. aurantifolia* had a high juice yield from 51.3 to 57.2%. The maximum levels of vitamin C were noted in *C. × aurantium* var. *myrtifolia* 'Cinotto', *C. × limetta* 'Chontipico' and *C. medica*. Among the organic acids identified, citric and malic acids were the most common, followed by tartaric and succinic acids, although other acids predominated for some taxa. Most samples have the highest amount of sucrose, followed by fructose and glucose. The least amount of sucrose was found in *C. aurantifolia* 'Foro', *C. × aurantium* var. *myrtifolia* 'Cinotto' and *C. × limetta* 'Chontipico'. Fruits of *C. × aurantium* var. *myrtifolia* 'Cinotto', for *C. maxima* 'Sambokan', for *C. × limetta* 'Chontipico'. For all the studied objects, a high assessment was given to the appearance of the plant, fruits, which indicates their decorative properties.

Keywords: Rutaceae, rare taxa, vitamin C, organic acids, sugars, sugar-acid index, tastin

* Публикация подготовлена в рамках реализации ГЗ ФИЦ СШЦ РАН № 0492-2021-0009; № 0492-2022-0014 / The publication was prepared within the framework of the implementation of the GZ FIT SNC RAS No. 0492-2021-0009; No. 0492-2022-0014.

Современный потребительский рынок плодовой продукции предъявляет высокие требования к качественным характеристикам плодов. Большую популярность приобретают растения, имеющие их высокие товарные, вкусовые свойства и хорошее качество. Плоды цитрусовых отличаются богатым химическим составом, который определяет их вкусовые качества, пищевую, диетическую и лечебную ценность.

Цитрусовые культуры – вечнозеленые растения, относящиеся к семейству *Rutaceae* (Рутовые) подсемейства *Aurantioideae* (Померанцевые). [4] Их культивированием в промышленном масштабе занимаются более чем в 142 странах мира, расположенных в регионах с субтропическим и тропическим климатом. Ежегодное мировое производство цитрусовых плодов составляет более 137 млн т, а площадь под насаждениями – более 14 млн га. [6]

Плоды цитрусовых содержат биологически активные вещества (углеводы, органические кислоты, биофлавоноиды, эфирные масла, витамины, микроэлементы), оказывающие положительное влияние на здоровье человека. [7, 10, 13] Мандарины (*C. reticulata* Blanco), апельсины (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), лимоны (*C. limon* (L.) Osbeck), грейпфруты (*C. paradisi* Macfad.) и лаймы (*C. aurantifolia* (Christm.) Swingle) – основные промышленно выращиваемые цитрусовые культуры. [12]

На Черноморском побережье первые исследования биохимического состава плодов цитрусовых (мандарин) провели В.Ф. Церевитинов и В.А. Реутов. Дальнейшим изучением различных сортов и гибридов мандарина занималась Д.Ш. Кутателадзе. [1] В результате естественного и искусственного скрещивания было получено множество сортов и гибридов цитрусовых. [8, 13] Однако в литературных данных мало информации о составе плодов.

Цель работы – изучение биохимического состава плодов редких форм цитрусовых для выделения источников хозяйственно ценных признаков, которые возможно применять в селекционных программах, а также рекомендации по выращиванию и использованию плодовой продукции.

МАТЕРИАЛЫ МЕТОДЫ

Объект исследования – 13 таксонов рода *Citrus*, относящихся к категории редких: *C. aurantiifolia* (Christm.) Sw. (cv. Tahiti, cv. Foro), *C. × aurantium* var. *myrtifolia* Ker Gawl. cv. Cinotto, *C. × bergamia* Risso & Poit., *C. × ichangensis* Sw., *C. limon* L. Del Brasil, *C. × limonelloides* Hayata, *C. × limetta* Risso cv. Chontipico, *C. maxima* (Burm.) Merr. cv. Sambokan, *C. medica* L. (var. *sarcodactylus* Sw.), *C. × meyeri* Yu. Tanaka. Все виды находятся в коллекции (138 сортообразцов) ФИЦ СЦ РАН. [3] Растения расположены в условиях неотапливаемой теплицы (с. Раздольное, Хостинский р-н, г. Сочи).

Анализы проводили в лаборатории физиологии и биохимии растений ФИЦ СЦ РАН. Массовую концентрацию органических кислот, сахаров и витамина С измеряли методом капиллярного электрофореза с использованием системы «Капель-105М». Содержание сухих веществ определяли, высушивая пробы при 105°C до постоянного веса. Повторность лабораторных анализов – трехкратная. Экспери-

ментальные данные обрабатывали с помощью пакета MS Excel 2007.

Оценивали величину, форму, окраску плодов, а также их вкусовые качества по пятибалльной шкале.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Для реализации на потребительском рынке, плоды в первую очередь должны характеризоваться высокими товарными качествами (масса плода, тонкокорость, сочность, отсутствие семян). Проведен механический анализ плодов редких таксонов цитрусовых (табл. 1).

Плоды рода *Citrus* сильно различаются по размеру – от 30 мм в диаметре (кумкваты (*Fortunella* spp.)) до 300 мм и более (помело (*C. grandis*)). Все исследуемые редкие таксоны по массе плода можно разделить на три группы: мелкоплодные – *C. aurantiifolia*, *C. aurantifolia* cv. Foro, *C. aurantifolia* cv. Tahiti, *C. × aurantium* var. *myrtifolia*, *C. × limonelloides* со средней массой плодов – 29,6...56,5 г; среднеплодные – *C. × bergamia*, *C. ichangensis*, *C. × limetta* cv. Chontipico и *C. × meyeri* (75,5...106,2); крупноплодные – *C. limon* Del Brasil, *C. Maxima* cv. Sambokan, *C. medica* и *C. medica* var. *sarcodactylus* (145,7...325,2 г).

Почти у всех исследуемых объектов наблюдали превалирование массы плодового тела над массой кожуры, только у *C. medica* было больше кожуры (68%), чем мякоти (32%), а у его разновидности *C. medica* var. *sarcodactylus* мякоти не обнаружено.

Важная характеристика плодов для перерабатывающей промышленности, пищевого и кондитерского производства – сочность (выход сока). Высокой сочностью плодов обладали таксоны *C. aurantiifolia*, *C. aurantifolia* cv. Foro, *C. maxima* cv. Sambokan и *C. × meyeri*, выход сока превышал 50%. [5] Наименьшее содержание сока в плодах *C. × bergamia* и *C. ichangensis*, 33,3 и 22,7% соответственно.

Для свежих фруктов желательное отсутствие семян. Бессемянные плоды имеют многие положительные свойства, включая качество и вкус, которые высоко ценятся как потребителями, так и перерабатывающей промышленностью, поэтому отсутствие семян – основная цель селекционеров. [16] Среди исследуемых объектов только у *C. aurantiifolia* cv. Tahiti бессемянные плоды.

Содержание сухих веществ в мякоти исследуемых таксонов находилось на относительно одинаковом уровне, наибольшее – у *C. ichangensis* (17,3%), наименьшее – у всех трех лаймов и *C. × meyeri* (от 10,0 до 10,1%) (табл. 1).

Вкусовые качества и питательную ценность плодов определяет химический состав. Мякоть состоит на 80...90% из воды и 10...20% сухих веществ – растворимых (сахара, кислоты, витамины, пектины, дубильные и красящие вещества, эфирные масла) и нерастворимых (целлюлоза, протопектины, крахмал, минеральные вещества), содержание которых зависит от видовых особенностей растения, почвенно-климатических условий места его произрастания, а также агротехнических мероприятий и условий хранения плодов. Высоким выходом сока обладали таксоны *C. × meyeri*, *C. maxima* cv. Sambokan, *C. aurantiifolia*, *C. aurantifolia* (51,3...57,2%).

Таблица 1.

Механический состав плодов редких таксонов цитрусовых культур

Вариант	Средняя масса плода, г	Масса*, %		Выход сока*, %	Семена*, г	Сухое вещество, %	
		кожура	плодовое тело			кожура	мякоть
<i>C. aurantifolia</i>	53,3±5,4	21,0	79,0	57,2	5,0	19,4±0,3	10,0±0,1
<i>C. aurantifolia</i> cv. Foro	39,1±2,9	25,3	74,7	52,7	8,7	15,6±0,7	10,0±0,3
<i>C. aurantifolia</i> cv. Tahiti	56,5±14,9	30,6	69,4	41,5	–	15,5±0,1	10,1±0,1
<i>C. × aurantium</i> var. <i>myrtifolia</i>	29,6±8,1	28,3	71,7	42,0	6	21,2±0,3	12,1±0,6
<i>C. × bergamia</i>	106,2±24,7	42,0	58,0	33,3	8,6	19,6±0,1	12,7±0,9
<i>C. ichangensis</i>	81,1±6,4	42,5	57,5	22,7	25,0	34,4±0,5	17,3±0,5
<i>C. × limetta</i> cv. Chontipico	75,5±6,5	21,2	78,8	44,5	6,0	24,4±0,5	11,6±0,6
<i>C. limon</i> cv. Del Brasil	169,8±62,0	44,6	55,4	47,0	20,5	17,6±0,3	10,7±0,3
<i>C. × limonelloides</i>	48,6±7,3	22,8	77,2	44,1	19,5	19,7±0,5	12,1±0,3
<i>C. maxima</i> cv. Sambokan	325,2±105,8	20,0	80,0	51,3	48,5	24,5±0,5	10,5±0,6
<i>C. medica</i>	162,2±10,7	68,0	32,0	39,2	46	19,7±0,6	11,5±0,3
<i>C. medica</i> var. <i>sarcodactylus</i>	145,7±15,9	100	–	–	–	20,7±0,6	–
<i>C. × meyeri</i>	90,4±24,7	26,0	74,0	51,3	6,0	18,1±0,1	10,1±0,1

Примечание. Прочерк (–) обозначает, что растение данного таксона не имеет составляющее плода; * – расчет на 1 кг плодов.

Плоды разных таксонов цитрусовых отличаются по содержанию в них аскорбиновой кислоты, наибольшее ее количество отмечено в плодах апельсина, лимона и грейпфрута. [9, 14] Известно, что витамин С имеет особое значение в питании человека. Как мощный антиоксидант, он предохраняет организм от бактерий и вирусов, оказывает противовоспалительное и противоаллергическое действие, укрепляет иммунитет. Содержание витамина С у исследуемых объектов – 18,4...46,6 мг/100 г (табл. 2).

Максимальные его значения отмечены у *C. × aurantium* var. *myrtifolia* (Cinotto) (46,6 мг/100 г), *C. × limetta* cv. Chontipico (45,8) и *C. medica* (44,1), минимальные – *C. aurantifolia* (18,4) и *C. aurantifolia* cv. Foro (20,4). У *C. × bergamia* – 23,3, *C. × limonelloides* – 23,6, *C. limon* cv. Del Brasil – 23,8, *C. × meyeri* – 28,8, в остальных образцах – 31,3...36,2 мг/100 г.

Таблица 2.

Биохимический состав плодов редких таксонов цитрусовых культур

Вариант	Титруемая кислотность, %	Сумма сахаров, %	СКИ*, у.е.	Аскорбиновая кислота, мг/100 г
<i>C. aurantifolia</i>	5,72±0,4	3,44±0,1	0,6	18,4±0,4
<i>C. aurantifolia</i> cv. Foro	6,37±0,1	1,33±0,1	0,2	20,4±0,4
<i>C. aurantifolia</i> cv. Tahiti	6,91±0,4	2,07±0,1	0,3	31,3±0,5
<i>C. × aurantium</i> var. <i>myrtifolia</i>	0,99±0,2	5,43±0,1	5,5	46,6±0,9
<i>C. × bergamia</i>	3,24±0,3	3,40±0,2	1,0	23,3±0,5
<i>C. ichangensis</i>	5,17±0,1	3,39±0,3	0,6	34,7±0,7
<i>C. × limetta</i> cv. Chontipico	0,24±0,1	7,52±0,2	31,3	45,8±0,9
<i>C. limon</i> cv. Del Brasil	2,56±0,1	2,80±0,7	1,1	23,8±0,4
<i>C. × limonelloides</i>	7,27±0,1	3,51±0,1	0,5	23,6±0,5
<i>C. maxima</i> cv. Sambokan	2,76±0,2	9,67±0,1	3,5	36,2±0,7
<i>C. medica</i>	6,31±0,6	3,66±0,2	0,6	44,1±0,9
<i>C. × meyeri</i>	4,17±0,3	4,22±0,6	1,0	28,8±0,4

Примечание. *СКИ – сахарокислотный индекс.

Органические кислоты – большая и разнообразная группа биологически активных соединений, влияющих на вкусовые качества плодов, у цитрусовых их обнаружено до 18. Самые распространенные – алифатические карбоновые кислоты (винная, шавелевая, яблочная, лимонная) и ароматические органические (хинная, салициловая, кофейная), за исключением нескольких в свободном состоянии. [8]

Для большинства видов цитрусовых доминирующие кислоты – лимонная и яблочная, которые составляют до 97% всех кислот. [8, 10]

Наибольшее содержание лимонной и яблочной кислот отмечено в плодах *C. × limonelloides* (7,04 г/100 г), наименьшее – *C. × aurantium* var. *myrtifolia* (Cinotto) (0,81), только у *C. × limetta* cv. Chontipico суммарное содержание лимонной и яблочной кислот составило 0,1 г/100 г (рис. 1).

Кроме лимонной и яблочной в исследуемых образцах обнаружены винная (97,62 мг/100 г), янтарная (24,50), уксусная, молочная и шавелевая кислоты (рис. 2). Для *C. aurantifolia* cv. Tahiti характерно высокое содержание молочной кислоты (78,47), *C. ichangensis* – уксусной (46,14 мг/100 г).

Содержание сахаров в плодах – главный показатель их качества. Фруктоза, сахароза и глюкоза – основные сахара в спелых цитрусовых, но их соотношение различается у разных таксонов. [10, 15] Для большинства исследуемых плодов характерно преобладание сахарозы, затем фруктозы и глюкозы. Высоким содержанием фруктозы и глюкозы обладают *C. × limetta* cv. Chontipico (40,81 и 43,31 мг/г), *C. × aurantium* var. *myrtifolia* (20,10 и 18,82), *C. maxima* cv. Sambokan (18,95 и 18,77 мг/г).

Таксон *C. × limetta* cv. Chontipico содержит наименьшее количество сахарозы (2,01 мг/г), *C. maxima* cv. Sambokan – 58,94 мг/г, более 60% общего количества растворимых сахаров.

Суммарное содержание сахаров у *C. × aurantium* var. *myrtifolia* Cinotto (54,34 мг/г), *C. × limetta* cv. Chontipico (86,31) и *C. maxima* cv. Sambokan (96,66 мг/г) превышает этот показатель у остальных

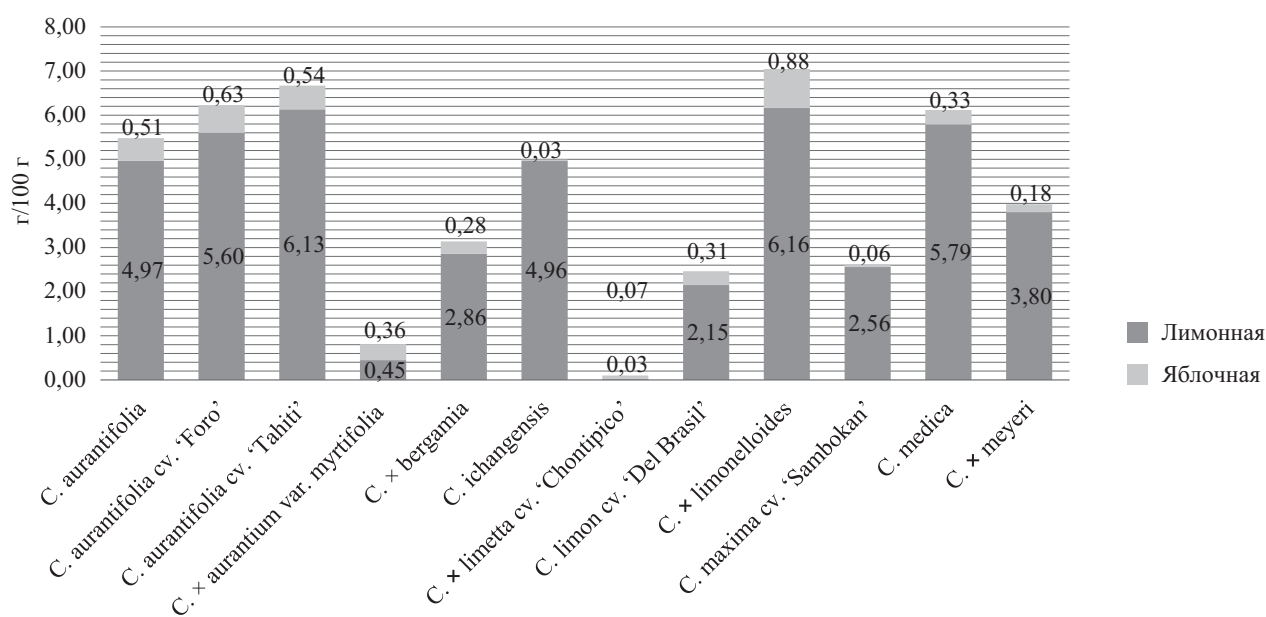


Рис. 1. Доминантные органические кислоты в плодах редких таксонов цитрусовых, г/100 г.

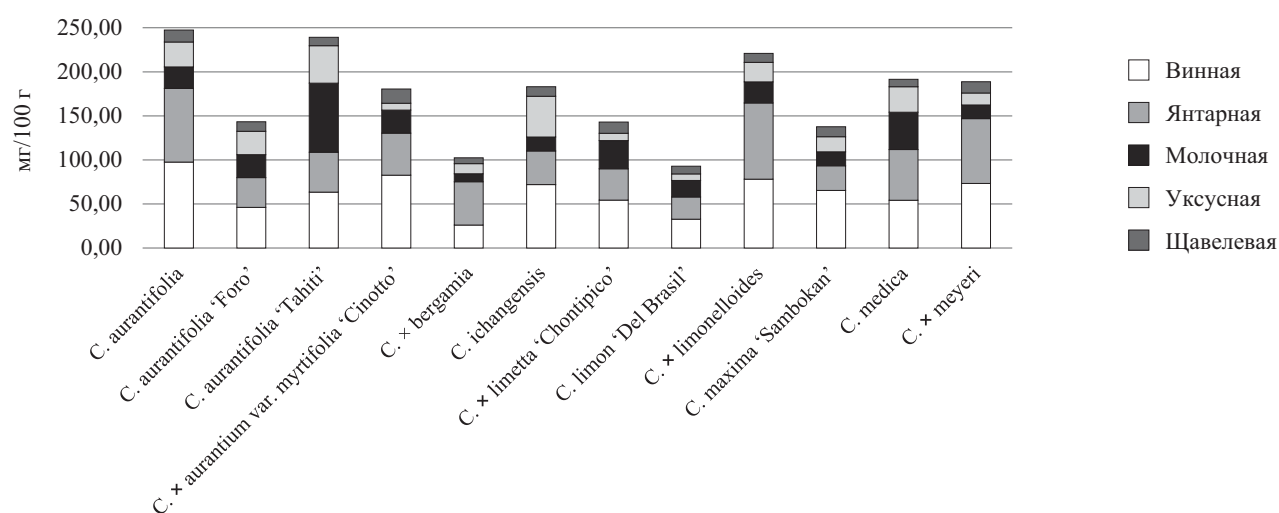


Рис. 2. Прочие органические кислоты в плодах редких таксонов цитрусовых, мг/100 г.

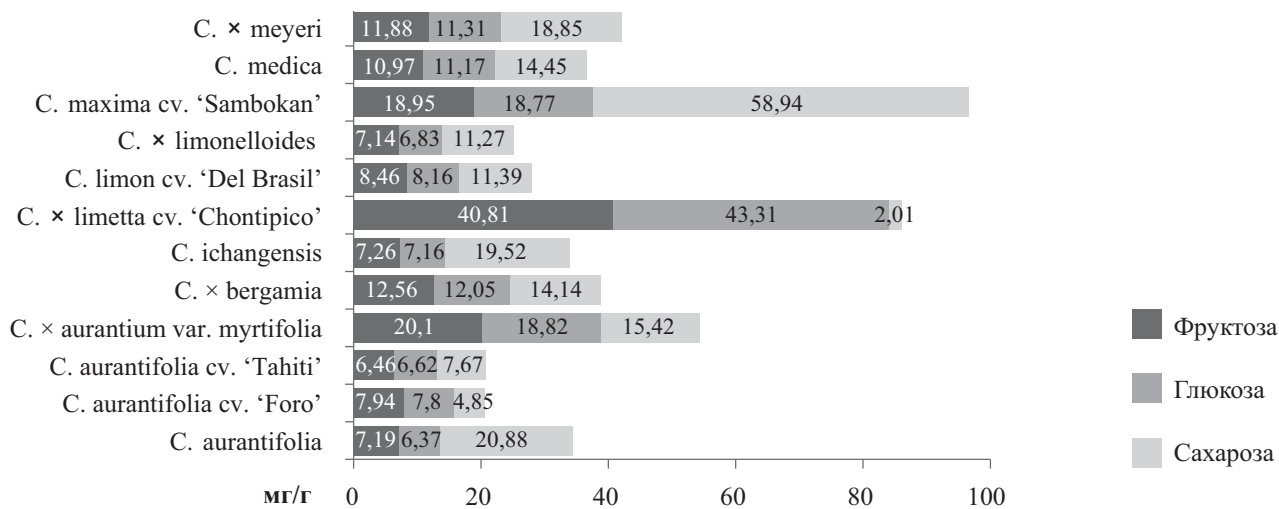


Рис. 3. Содержание сахаров в плодах редких таксонов цитрусовых, мг/г.

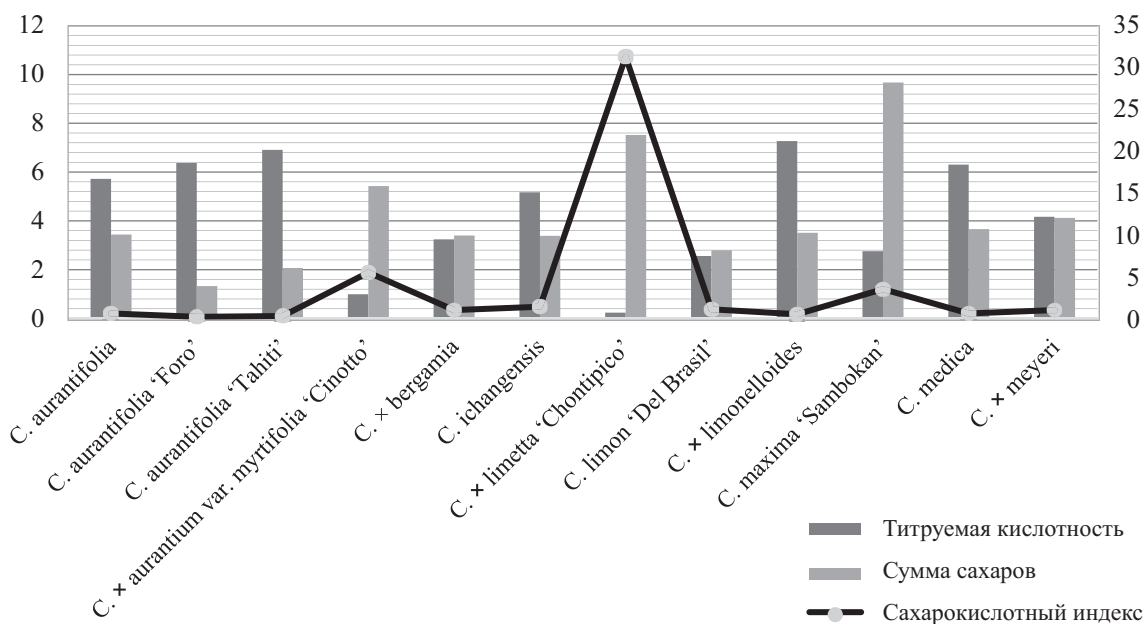


Рис. 4. Сахарокислотный индекс плодов редких таксонов цитрусовых.

таксонов (рис. 3). Растворимые сахара в значительной степени увеличивают сахарокислотный индекс. Соотношение сахаров и кислот для *C. × aurantium* var. *myrtifolia* – 5,5 у.е., *C. maxima* cv. Sambokan – 3,5, *C. × limetta* cv. Chontipico – 3,3, других видов – 0,2 (*C. aurantifolia* cv. Foro 1,1 у.е. (*C. limon* cv. Del Brasil) (рис. 4).

Оптимальным соотношением для мандариновой группы считается значение не менее 6,5...8,0 у.е., апельсиновой – 5...8, лимонной – 0,20...2,25 у.е., так как с величиной сахарокислотного индекса напрямую связана органолептическая оценка плодов. [2, 3]

Вкус и внешний вид плода – важный экономический признак для оценки качества фруктов, а также один из основных органолептических показателей, определяющих выбор потребителей. [11]

Дегустацию свежих плодов проводили во время созревания по пятибалльной системе (табл. 3). Плоды у всех таксонов характеризовались высоки-

ми оценками внешнего вида. Наивысшую оценку (5 баллов) внешнего вида получили плоды *C. medica* var. *sarcodactylus*, *C. maxima* cv. Sambokan.

Выводы. В исследовании дана оценка механического и биохимического состава плодов редких таксонов цитрусовых, выращенных в условиях влажных субтропиков России. Все таксоны по массе плода разделили на три группы: мелко-, средне- и крупноплодные. Таксоны *C. × meyeri*, *C. maxima* cv. Sambokan, *C. aurantifolia*, обладали высоким выходом сока – 51,3...57,2%. Максимальные показатели витамина С отмечены у *C. × aurantium* var. *myrtifolia* (Cinotto), *C. × limetta* cv. Chontipico и *C. medica*. Среди определяемых органических кислот наиболее распространенные – лимонная и яблочная, затем винная и янтарная, но у некоторых таксонов преобладали другие. Высокие сахарокислотный индекс и дегустационная оценка у плодов *C. × aurantium* var. *myrtifolia*, низкая кислотность у *C. maxima* cv. Sambokan, *C. × limetta* cv. Chontipico.

Таблица 3.

Дегустационная оценка плодов цитрусовых, балл

Вариант	Внешний вид*	Характер вкуса, аромат	Вкус	Общая оценка
<i>C. aurantifolia</i>	3,8	Кислый, слабый цитрусовый	4,2	3,8
<i>C. aurantifolia</i> cv. Foro	3,8	Кислый, слабый цитрусовый	4,0	3,8
<i>C. aurantifolia</i> cv. Tahiti	4,0	Кислый, слабый цитрусовый	4,5	4,0
<i>C. × aurantium</i> var. <i>myrtifolia</i>	4,2	Кислый с горечью, слабый	2,0	3,0
<i>C. × bergamia</i>	4,8	Кислый, сильный цитрусово-пряный	4,5	4,8
<i>C. ichangensis</i>	2,3	Кислый с горечью, хвойный	1,8	2,0
<i>C. × limetta</i> cv. Chontipico	4,8	Сладкий, цитрусово-пряный	4,8	4,8
<i>C. limon</i> cv. Del Brasil	4,5	Кислый, тонкий лимонный	5,0	5,0
<i>C. × limonelloides</i>	3,8	Кислый, лимонный	4,0	3,8
<i>C. maxima</i> cv. Sambokan	5,0	Кисло-сладкий, тонкий цитрусовый	4,8	5,0
<i>C. medica</i>	4,2	Кислый, тонкий цитрусовый	4,2	4,0
<i>C. medica</i> var. <i>sarcodactylus</i>	5,0	Кислый, тонкий цитрусовый	0	2,5
<i>C. × meyeri</i>	4,5	Кислый, тонкий лимонный	4,8	4,6

Примечание. * – суммарная оценка по величине, форме и окраске.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Абильфазова Ю.С. Биохимические качества и механический состав плодов мандарина // Субтропическое и декоративное садоводство. 2004. № 39 (2). С. 454–464.
- Горшков В.М., Абильфазова Ю.С., Викулова Л.С. Биохимические показатели качества плодов мандарина, выращиваемых в субтропиках России в сравнении с плодами импортной продукции // Новые технологии. 2019. № 4. С. 125–135. DOI: 10.24411/2072-0920-2019-10412.
- Каталог цитрусовых культур. Коллекция ГНУ ВНИИЦиСК Россельхозакадемии / сост. В.М. Горшков, В.А. Фогель, Р.В. Кулян; под ред. А.В. Рындина. Сочи: ГНУ ВНИИЦиСК Россельхозакадемии, 2013. С. 91.
- Кулян Р.В., Самарина Л.С., Рахмангулов Р.С. и др. Генетические ресурсы цитрусовых культур в России, Украине и Беларуси: хранение и использование // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2017. Т. 21. № 5. С. 506–514. DOI: 10.18699/VJ17.21-о.
- Стандарт ЕЭК ООН FFV-14, касающийся сбыта и контроля товарного качества плодов цитрусовых, Нью-Йорк и Женева, 2017.
- FAO. Faostat: Citrus fruits, oranges, lemon, total, production quantity (tons) – for all countries. 2020. [Electronic resource]. Mode access: <http://faostat.fao.org>. Дата доступа 08.09.2022.
- Gorinstein S. Martín-Belloso O., Park Y.S. et al. Comparison of some biochemical characteristics of different citrus fruits // Food chemistry. 2001. V. 74. № 3. P. 309–315. DOI: 10.1016/S0308-8146(01)00157-1.
- Igamberdiev A.U., Eprintsev A.T. Organic acids: the pools of fixed carbon involved in redox regulation and energy balance in higher plants // Frontiers in Plant Science. 2016. V. 7. P. 1042. DOI: 10.3389/fpls.2016.01042.
- Mditshwa A., Magwaza L.S., Tesfay S.Z. et al. Postharvest factors affecting vitamin C content of citrus fruits: A review // Scientia Horticulturae. 2017. V. 218. P. 95–104. DOI: 10.1016/j.scienta.2017.02.024.
- Kulyan R., Belous O., Konnov N. Qualitative characteristics of collectible forms Citrus reticulata Blan. var. unchiu Tan. // BIO Web of Conferences (International Scientific and Practical Conference “Innovative Technologies in Agriculture”) 2022. Vol. 47. DOI: 10.1051/bioconf/20224706006.
- Pan T., Ali M.M., Gong J. et al. Fruit Physiology and Sugar-Acid Profile of 24 Pomelo (Citrus grandis (L.) Osbeck) Cultivars Grown in Subtropical Region of Chin // Agronomy. 2021. V. 11. № 12. P. 2393. DOI: 10.3390/agronomy11122393.
- Satari B., Karimi K. Citrus processing wastes: Environmental impacts, recent advances, and future perspectives in total valorization / Resources, Conservation and Recycling. 2018. V. 129. P. 153–167. DOI: 10.1016/j.resconrec.2017.10.032.
- Singh B., Singh J.P., Kaur A., Singh N. Phenolic composition, antioxidant potential and health benefits of citrus peel // Food Research International. 2020. V. 132. P. 109–114. DOI: 10.1016/j.foodres.2020.109114.
- Tareen H., Mengal F., Masood Z. et al. Determination of Vitamin C content in Citrus Fruits and in Non-Citrus Fruits by Titrimetric method, with special reference to their nutritional importance in Human diet // Biological Forum. Research Trend. 2015. V. 7. № 2. P. 367. ISSN: 2249-3239.
- Zhang J., Ritenour M.A. Sugar composition analysis of commercial citrus juice products // Proceedings of the Florida State Horticultural Society. 2016. V. 129. P. 178–180.
- Zhang S., Shi Q., Albrecht U. Comparative transcriptome analysis during early fruit development between three seedy citrus genotypes and their seedless mutants // Horticulture research. 2017. V. 4. DOI: 10.1038/hortres.2017.41.

REFERENCES

- Abil'fazova Yu.S. Biohimicheskie kachestva i mekhanicheskij sostav plodov mandarina // Subtropicheskoe i dekorativnoe sadovodstvo. 2004. № 39 (2). S. 454–464.
- Gorshkov V.M., Abil'fazova Yu.S., Vikulova L.S. Biohimicheskie pokazateli kachestva plodov mandarina, vyrashchivaemyh v subtropikah Rossii v sravnenii s plodami importnoj produkcii // Novye tekhnologii. 2019. № 4. S. 125–135. DOI: 10.24411/2072-0920-2019-10412.
- Katalog citrusovyh kul'tur. Kollekcija GNU VNIICiSK Rossel'hoz akademii / sost. V.M. Gorshkov, V.A. Fogel', R.V. Kulyan; pod red. A.V. Ryndina. Sochi: GNU VNIICiSK Rossel'hoz akademii, 2013. S. 91.
- Kulyan R.V., Samarina L.S., Rahmangulov R.S. i dr. Geneticheskie resursy citrusovyh kul'tur v Rossii, Ukraine i Belarusi: hranenie i ispol'zovanie // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2017. T. 21. № 5. S. 506–514. DOI: 10.18699/VJ17.21-о.
- Standart EEK OON FFV-14, kasayushchijsya sbyta i kontrolya tovarnogo kachestva plodov citrusovyh, N'yu-York i Zheneva, 2017.
- FAO. Faostat: Citrus fruits, oranges, lemon, total, production quantity (tons) – for all countries. 2020. [Electronic resource]. Mode access: <http://faostat.fao.org>. Data dostupa 08.09.2022.
- Gorinstein S. Martín-Belloso O., Park Y.S. et al. Comparison of some biochemical characteristics of different citrus fruits // Food chemistry. 2001. V. 74. № 3. P. 309–315. DOI: 10.1016/S0308-8146(01)00157-1.
- Igamberdiev A.U., Eprintsev A.T. Organic acids: the pools of fixed carbon involved in redox regulation and energy balance in higher plants // Frontiers in Plant Science. 2016. V. 7. P. 1042. DOI: 10.3389/fpls.2016.01042.
- Mditshwa A., Magwaza L.S., Tesfay S.Z. et al. Postharvest factors affecting vitamin C content of citrus fruits: A review // Scientia Horticulturae. 2017. V. 218. P. 95–104. DOI: 10.1016/j.scienta.2017.02.024.
- Kulyan R., Belous O., Konnov N. Qualitative characteristics of collectible forms Citrus reticulata Blan. var. unchiu Tan. // BIO Web of Conferences (International Scientific and Practical Conference “Innovative Technologies in Agriculture”) 2022. Vol. 47. DOI: 10.1051/bioconf/20224706006.
- Pan T., Ali M.M., Gong J. et al. Fruit Physiology and Sugar-Acid Profile of 24 Pomelo (Citrus grandis (L.) Osbeck) Cultivars Grown in Subtropical Region of Chin // Agronomy. 2021. V. 11. № 12. P. 2393. DOI: 10.3390/agronomy11122393.
- Satari B., Karimi K. Citrus processing wastes: Environmental impacts, recent advances, and future perspectives in total valorization / Resources, Conservation and Recycling. 2018. V. 129. P. 153–167. DOI: 10.1016/j.resconrec.2017.10.032.
- Singh B., Singh J.P., Kaur A., Singh N. Phenolic composition, antioxidant potential and health benefits of citrus peel // Food Research International. 2020. V. 132. P. 109–114. DOI: 10.1016/j.foodres.2020.109114.

14. Tareen H., Mengal F., Masood Z. et al. Determination of Vitamin C content in Citrus Fruits and in Non-Citrus Fruits by Titrimetric method, with special reference to their nutritional importance in Human diet // Biological Forum. Research Trend. 2015. V. 7. № 2. P. 367. ISSN: 2249-3239.
15. Zhang J., Ritenour M.A. Sugar composition analysis of commercial citrus juice products // Proceedings of the Florida State Horticultural Society. 2016. V. 129. P. 178–180.
16. Zhang S., Shi Q., Albrecht U. Comparative transcriptome analysis during early fruit development between three seedy citrus genotypes and their seedless mutants // Horticulture research. 2017. V. 4. DOI: 10.1038/hortres.2017.41.

Поступила в редакцию 14.02.2023

Принята к публикации 28.02.2023