

УДК 664.037.8.1

DOI 10.30679/2219-5335-2022-4-76-257-271

**ФИТОХИМИЧЕСКИЙ
СОСТАВ ПЛОДОВ РАСТЕНИЯ
FORTUNELLA MARGARITA (LOUR.)
SWINGLE
И ПРОДУКТОВ
ИХ ПЕРЕРАБОТКИ**

Гафизов Гариб Керим оглы
канд. техн. наук, доцент
заведующий лабораторией
технологий переработки
и хранения плодов
e-mail: hafizov-54@mail.ru

*НИИ плодководства
и чаеводства Министерства
Сельского Хозяйства,
Губа, Азербайджанская Республика*

Плоды *Fortunella margarita* в Азербайджане созревают в декабре-феврале. В свежем виде они хранятся недолго, но срок их потребления может быть заметно увеличен за счет консервирования. Хотя из плодов кинкана могут быть приготовлены варенье, цукаты, учитывая, что это очень маленький фрукт с очень тонкой и нежной кожурой красивого золотистого цвета и оранжевой мякотью, все же такие консервы здесь сейчас редкость. Это может быть связано с некоторыми веществами, входящими в состав кинкана, способными оттенять их общий вкус, вносить в него непривычные нюансы, на выяснение чего и направлено настоящее исследование. В основу примененной методики были вложены химико-технологические испытания, которые проводились в лаборатории технологий переработки и хранения плодов НИИ плодководства и чаеводства Минсельхоза Азербайджана. Были получены образцы варенья и цукатов из свежего кинкана, купленного на крытом рынке в г. Губа, и оценены их вкусовые качества. Было установлено, что оба эти продукта с привлекательным внешним видом и энергетической ценностью,

UDC 664.037.8.1

DOI 10.30679/2219-5335-2022-4-76-257-271

**PHYTOCHEMICAL
COMPOSITION OF THE FRUITS
OF THE *FORTUNELLA*
MARGARITA (LOUR.) SWINGLE
PLANT AND THEIR PROCESSED
PRODUCTS**

Hafizov Garib Kerim ogly
Cand. Techn. Sci., Docent
Head of the Laboratory
of Fruit Processing
and Storage Technologies
e-mail: hafizov-54@mail.ru

*Research Institute of Fruit
and Tea Growing
of the Ministry Agriculture,
Guba, Azerbaijani Republic*

The *Fortunella margarita* fruits ripen in Azerbaijan in December-February. They are stored fresh for a short time, but the period of their consumption can be significantly increased due to canning. Although jam and candied fruits can be made from kumquat fruits, considering that this is a very small fruit with a very thin and soft skin of a beautiful golden color and orange pulp, such canned food is rare here now. This may be due to some substances that are part of the kumquat, capable of highlighting their overall taste, introducing unusual nuances into it, which is what this study is aimed at finding out. The applied methodology was based on chemical and technological tests that were carried out in the laboratory of Fruit Processing and Storage Technologies of the Research Institute of Fruit and Tea Growing of the Ministry of Agriculture of Azerbaijan. Samples of jam and candied fruits were obtained from fresh kumquat, bought at the indoor market in Guba city, and their taste qualities were evaluated. It was found that both of these products have an attractive appearance and energy value, but also with a difference in taste: jam

но и с разницей во вкусе: варенье немного горькое, а цукаты лишены этого недостатка. Это связано с тем, что в конце процесса приготовления цукатов плоды отделяются от сахарного сиропа, в котором и сосредотачивается основная часть горьких веществ. Таким образом, приготовление варенья из этого специфического сырья требует вмешательства, направленного на устранение излишней горечи.

Ключевые слова: FORTUNELLA MARGARITA, ПЛОДЫ, ПРОПИТКА САХАРОМ, СУШКА, ВАРЕНЬЕ, ЦУКАТЫ, ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ, ВКУСОВЫЕ КАЧЕСТВА

is a little bitter, and candied fruits devoid of this disadvantage. This is due to the fact that at the end of the candied fruit preparation process, the fruits are separated from the sugar syrup, in which the main part of the bitter substances is concentrated. Thus, the preparation of jam from this specific raw material requires intervention aimed at eliminating excessive bitterness.

Key words: FORTUNELLA MARGARITA, FRUITS, SUGAR IMPREGNATION, DRYING, JAM, CANDIED FRUITS, CHEMICAL COMPOSITION, TASTE QUALITIES

Введение. Семейство цитрусовых является одной из первых сельскохозяйственных культур в мире. По оценкам, половина продаваемой продукции приходится на Америку, а 12 % – на Средиземноморский бассейн. Считается, что культивирование цитрусовых насчитывает не менее 4000 лет и в основном происходит из азиатских юго-восточных территорий. По оценкам, мировой трафик цитрусовых на 2017-2018 годы составил около 6 миллионов тонн. Наиболее репрезентативными культурами были Citrus sinensis (61 %), Citrus reticulata (22 %), Citrus limon (11 %) и Citrus paradisi (6 %). В Северной и Южной Америке первенство в производстве цитрусовых фруктов принадлежит Бразилии, за которой следуют Соединенные Штаты Америки. Сладкие апельсины выращивают в Бразилии, в основном в штате Сан-Паулу, на площади около 584 000 га, а также в районе Амазонас на севере Бразилии, на площади около 2,7 га [1].

Общая площадь цитрусовых садов в Азербайджане в 2017 году увеличилась в 1,9 раза (до 3191.2 гектара), а производство цитрусовых плодов – в 2,2 раза (до 42,8 тыс. тонн) по сравнению с 2010 годом. Планируется довести общий объем производства цитрусовых плодов в Азербайджане до 100 тыс. тонн к 2025 году. Относительно недавно в республику были завезены из

Кореи два новых вида цитрусовых – халлабон и кинкан (кумкват), которые сейчас возделывают садоводы Лянкоранского, Астаринского и Массалинского районов у подножия гор, покрытых реликтовыми лесами. Халлабон – это очень сладкий экзотический фрукт без косточек размером с апельсин, гибрид японского цитрусового Kiyomi и «китайского медового апельсина» Ponkan. Кинкан отличается от других цитрусовых самыми мелкими плодами, напоминающими по вкусу и аромату апельсин.

Citrus japonica или кинкан (от японского kinkan), или кумкват (от китайского kumquat), представляет собой небольшое цитрусовое растение семейства Rutaceae. Имеет четыре основных культивируемых типа: *Fortunella japonica*, *Fortunella margarita*, *Fortunella crassifolia* и *Fortunella hinsii* [2].

Наиболее распространенным в культуре является *Fortunella margarita* или как его еще называют *Nagami kumquat*.

В восточных странах этот фрукт является частью обычных пищевых привычек населения [3]. Среди бразильских штатов Сан-Паулу имеет наибольшее производство и коммерциализацию этого фрукта [4].

Кумкваты родом из Центрального Китая. Это овальные или круглые плоды с кожурой и оранжевой гладкостью. Его вкус может быть и кислым, и сладким. Плод богат витаминами, каротином, пектином, кальцием, фосфором, железом и флавоноидами [5]. Кумкват лучше всего употреблять в натуральном виде, целиком и с кожурой. Он также используется для приготовления желе, муссов, джемов, мармеладов, ликеров и кашасы [6], приготовления сиропов, соусов, для сопровождения фруктовых салатов, а также для озеленения и украшения [7, 8].

Японские цитрусовые использовались в качестве традиционной народной медицины в азиатских странах для снижения алкогольной интоксикации и в качестве антидепрессантов либо как съедобные фрукты [9]. На кумквате

было проведено множество исследований антиоксидантного, противомикробного и противоопухолевого действия, однако выявлению биологически активных соединений во фруктах уделялось мало внимания [10].

Наиболее изученными химическими компонентами кумквата, описанными в литературе, являются фенольные соединения и флавоноиды [11, 12]. Эти исследования показали более высокую концентрацию фенолов в кожуре этого фрукта, при этом основными флавоноидами являются лютеолин и кемпферол [13-16].

Одиннадцать каротиноидов были идентифицированы и количественно определены в кумквате из Бразилии: четыре из них были в свободной форме и семь – в этерифицированной форме. β -цитраурин-лаурат являлся каротиноидом с наибольшим содержанием (607,33 мкг/100 г свежего вещества), за ним следовал β -криптоксантин-лаурат (552,59 мкг/100 г). Различные этерифицированные формы β -цитраурина и β -криптоксантина составляли 84,34 % обнаруженных каротиноидов. β -каротин и свободные ксантофиллы (β -криптоксантин, лютеин и зеаксантин) составляли 5,50 % и 14,96 % соответственно от общего количества каротиноидов в кумквате. Общее содержание каротиноидов в кумквате было очень высоким (2185,16 мкг/100 г), что свидетельствует о том, что этот фрукт может вносить значительный вклад в потребление важных биологически активных соединений населением [17].

Сравнение с другими цитрусовыми фруктами, такими, как Serra d'agua orange (Апельсин Серра д'Агуа), Presario orange (апельсин Пресарио), Ponkan tangerine (мандарин Понкан), Tahiti lime (лайм Таити) показало, что кинкан отличается от них более высоким содержанием растворимых сухих веществ ($21,1 \pm 0,10$ против $8,35 \pm 0,35$ – $15,2 \pm 0,20$ °Brix), витамина С ($86,42 \pm 6,65$ против $53,20 \pm 6,65$ – $73,15 \pm 0,00$ мг/100 г), фенольных соединений ($0,09 \pm 0,0010$ против $0,03 \pm 0,0008$ – $0,05 \pm 0,0016$ г/100 г) и низкой

кислотностью ($1,14 \pm 0,16$ против $0,82 \pm 0,50$ – $9,80 \pm 1,70$ г/100 г), поэтому является весьма действенным средством для обогащения пищевого рациона фенолами и аскорбиновой кислотой [18].

Кумкваты приносят маленькие плоды эллиптической формы с гладкой ярко-оранжевой кожурой. Плоды обычно едят целиком, включая кожуру, но исключая семена. Кумкваты можно использовать для производства ликеров, мармеладов и соусов, а также их можно засахаривать или консервировать целиком в сахарном сиропе [19]. Кумкваты обычно консервируют, потому что в свежем виде они имеют высокое содержание влаги, легко портятся. Обычно их засахаривают, чтобы продлить срок их хранения и придать им приятный вкус. Как разновидность традиционной китайской еды, консервированный сорт кумквата с особым вкусом и ароматом известен как гомология лекарства и еды. Засахаренный кумкват можно не только есть напрямую и добавлять в другие продукты для улучшения вкуса, но и использовать как терапевтическое средство, повышающее аппетит и восприимчивость к холоду, и как средство против кашля [20]. Наиболее распространенный способ технологической переработки плодов кумквата сочетает в себе эффекты пропитки их сахаром с дальнейшей сушкой до достижения полного эффекта консервации.

Пропитка сахаром при атмосферном давлении – это традиционный способ сохранения этих фруктов в Китае [21]. Сейчас этот способ стал применяться в сочетании с вакуумированием, при котором из плодовой ткани извлекается воздух с помощью вакуума; диффузионные каналы открываются и это способствует быстрому продвижению по ним сахарного раствора и сокращению времени пропитки плодовой ткани [22]. Пропитанные сахаром плоды сушат до довольно низкого остаточного содержания воды, при котором рост микроорганизмов невозможен. Также сушка призвана придать продуктам особые обонятельные и органолептические свойства.

Таким образом, диффузия сахара в плодовую ткань и сушка являются двумя ключевыми операциями, используемыми для улучшения вкуса и увеличения срока хранения плодов кинкана. В настоящем исследовании изучались фитохимические и вкусовые вариации этих специфических плодов в стадиях пропитки сахаром и сушки, что позволило прийти к выводу о механизме изменения их вкуса в процессе консервирования.

Объекты и методы исследований. Исследования проводились с плодами растения вида *Fortunella margarita* (Lour.) Swingle из семейства рутовые (Rutaceae) с синонимом Nagami kumquat, которые были куплены на крытом рынке сельскохозяйственной продукции в г. Губа в начале декабря и незамедлительно доставлены в лабораторию технологий переработки и хранения плодов НИИ плодоводства и чаеводства Министерства Сельского Хозяйства Азербайджанской Республики.

Для определения биометрических показателей была сделана уменьшенная выборка в размере как минимум 10 фруктов, отобранных случайным образом из совокупной выборки [23]. Затем проводилось взвешивание каждого плода в уменьшенной выборке из 10 плодов на электронных весах VJ 610C Precisa (Швейцария) с дискретностью 0,01 грамм. Одновременно с этим измерялись (в миллиметрах, с помощью штангенциркуля) высота и максимальный поперечный диаметр каждого плода в отдельности с тем, чтобы затем с помощью статистической обработки полученных данных можно было выйти на средний результат $\pm SD$ по каждому из этих показателей.

Для определения состава свежих плодов кинкана и полученных из них консервов использовали метод химического анализа.

Содержание растворимых сухих веществ определялось с помощью рефрактометра по ГОСТ (Государственный стандарт России) 28562-90, простых сахаров – по методу Бертрана по ГОСТ 8756.134-87, который основан на способности альдегидной группы сахаров взаимодействовать с

реактивом Фелинга и восстанавливать окись меди до закиси меди, выпадающей в виде осадка красного цвета. Общая кислотность определялась титрованием в присутствии цветового индикатора по межгосударственному стандарту ИСО 750-2013 (0,0064 – коэффициент пересчета 0,1 N раствора NaOH на лимонную кислоту). Определение аскорбиновой кислоты велось йодометрическим методом по ГОСТ 24556-89, сухих веществ – высушиванием до постоянного веса по ГОСТ 33977-2016. Суммарное содержание пектиновых веществ устанавливалось Са-пектатным методом, основанным на осаждении пектиновых кислот в виде кальциевых солей (пектатов) и учете их количества весовым способом [24]. Определение суммарного количества водорастворимых полифенолов (дубильных и красящих веществ) проводилось методом, основанным на титровании остатка индигокармина, не израсходованного на окисление фенольных веществ, 0,1 N раствором марганцовокислого калия. В реакцию с перманганатом вступают и другие соединения, поэтому сначала титруют все окисляющиеся этим реактивом вещества, затем только ту их часть, которая осталась в экстракте после обработки его активированным углем, способным адсорбировать полифенолы. По разности количества марганцовокислого калия, пошедшего на окисление в первый и второй раз, определяют содержание фенолов, используя 0,004157 в качестве коэффициента пересчета миллилитров 0,1 N раствора KMnO_4 в граммы фенолов. Этот принцип положен в основу метода определения дубильных веществ в лекарственном сырье по ГОСТ 24027.2-80 и соответствующей статьи Государственной Фармакопии России, которая также посвящена определению этих веществ в лекарственном сырье.

Обработка первичных данных количественного анализа проводилась в соответствии с методикой [25], в настоящем исследовании она была сведена к вычислению среднего результата от трех повторных определений.

Из плодов кинкана были приготовлены варенье и цукаты (фрукты в сахаре).

Варенье и цукаты готовились с добавлением к свежим плодам, однородным по цвету и размерам, которые перед этим инспектируют по качеству и моют под краном, сахарного сиропа 50 % концентрации. В том и другом случае сироп готовился заранее из расчета, что соотношение между плодами и сахаром-песком должно быть 1:1.

Варка проводилась при давлении греющего пара 118 кПа (1,2 атмосфер) и остаточном давлении 19,9 кПа (разрежение 150 мм рт. ст.).

Варку варенья проводят до тех пор, пока содержание сухих веществ в нем не достигнет 68 %.

После окончания варки доступ пара в аппарат прекращался, остаточное давление в вакуум-аппарате повышалось за 6 минут до 66,5 кПа (разрежение 500 мм рт. ст.), после чего масса охлаждалась в течение 10 минут, пока остаточное давление не установится на уровне 67,9 кПа и кипение массы не прекратится.

Для равномерного пропитывания плодов сиропом варка проводилась многократно, с постепенным повышением концентрации сухих веществ.

Общее количество варок при изготовлении варенья в вакуум-аппарате составило 4 (при изготовлении цукатов – 6), при продолжительности каждой из них 15 минут.

После окончания охлаждения в рубашку аппарата вновь подают пар. Разрежение понижают до требуемой величины и начинают следующую варку, а за ней опять охлаждение.

Варка цукатов велась до достижения в продукте 72 %-ной концентрации сухих веществ.

При приготовлении цукатов дальнейшая обработка после варки состояла в следующем.

Плоды отделялись от сиропа, обсыпались сахаром, после чего помещались на подносы, а подносы – в сушильный шкаф, где происходило дальнейшее обезвоживание плодов при температуре 72 °С до остаточного содержания воды 20 масс. %.

Перед расфасовкой цукаты вторично обсыпались сахаром. Общий расход сахара, израсходованного в два приема, составил 20 г/100 г плодов, первоначально отделенных от сиропа.

Обсуждение результатов. В таблице 1 приведены значения веса, высоты, максимального поперечного диаметра и индекса формы каждого отдельного плода кинкана в уменьшенной выборке из 10 плодов, отобранных случайным образом из совокупной выборки, а также средние значения каждого из этих признаков.

Таблица 1 – Средние значения биометрических показателей плодов кинкана

№ плода	Вес, г	Высота (Н), мм	Максимальный поперечный диаметр (Д), мм	Индекс формы плода, Д/Н
1	9.4	31	18	0.58
2	11.0	35	20	0.57
3	10.8	35	22	0.63
4	9.5	31	22	0.71
5	10.6	35	23	0.66
6	9.6	33	20	0.61
7	9.2	28	23	0.82
8	10.2	35	23	0.66
9	10.0	34	22	0.65
10	9.8	32	19	0.59
Среднее $\pm$ SD	10,0 $\pm$ 0.62	33 $\pm$ 2,4	21 $\pm$ 1,8	0,65 $\pm$ 0,02

Как видно из таблицы, стандартные отклонения (SD) от средних значений изученных признаков незначительные: по первому признаку (вес одного плода, 10 г) оно равно $\pm 0,62$ г, по второму (высота, 33 мм) – $\pm 2,4$ мм, третьему (максимальный поперечный диаметр, 21 мм) – $\pm 1,8$ мм.

Если принять средние значения по этим трем признакам за 100 %, тогда проценты отклонений по ним в среднем равны 6,2 (вес), 7,3 (высота) и 8,6 (максимальный поперечный диаметр), то есть по степени колебания эти признаки стоят близко друг к другу.

Поэтому эти маленькие плоды, собранные вместе, имеют вид уже откалиброванного сырья, что позволяет вести их прямую переработку в варенье и цукаты, не разделяя на части по размерам.

Изучение состава свежих плодов показало, что они с богаты витамином С (40,12 мг/100 г) и довольно кислые (с титруемой кислотностью в пересчете на лимонную кислоту 2,51 г/100 г). При такой высокой кислотности отпадает опасность засахаривания варенья из кинкана, поэтому добавлять лимонную кислоту в него не потребуется.

А основная задача будет состоять в обеспечении лучшей сохранности витамина С за счет снижения вредного действия на этот витамин высоких температур, которые применяются при варке варенья в открытых котлах.

Однако, как показали дальнейшие испытания, в процессе термической обработки плодов кинкана основная часть входящего в них витамина С разрушается.

В таблице 2 показаны данные о содержании «водолюбивых» веществ (в том числе и аскорбиновой кислоты) в кинкане до и после его сушки половинками при 72 °С в течение 3 часов.

Таблица 2 – Значения влажности, растворимых сухих веществ, титруемой кислотности и массового соотношения между массами свежего и сушеного кинкана, г/100 г*

Водорастворимые вещества	Свежий кинкан	Сушеный кинкан
Вода	84,00	20,00
РСВ, (°Brix)	12,2	-
Моносахариды	6,05	29,50
Сахароза	0,84	4,11
Общий сахар	6,89	33,61
Титруемая кислотность	2,51	12,00
Полифенолы	0,15	0,30
Витамин С (мг/100 г)	40,12	40,42
Массовое соотношение между свежим и сушеным кинканом	5:1	

**Среднее арифметическое 3 повторных определений*

Условия сушки и подготовка сушилки (термостат вертикального типа) заключались в следующем.

Сначала поднимали температуру в сушилке до 100 °С при закрытой дверце, затем дверца сушилки открывалась, причем с таким размахом, чтобы температура внутри сушилки установилась на требуемой отметке. В дальнейшем дверца все время оставалась открытой для поддержания заданной температуры. Это также предотвращало переувлажнение воздуха внутри сушилки.

Из таблицы 2 видно, что сушка способствует такому повышению концентрации титруемых кислот и простых сахаров в плодах, которое соответствует степени их обезвоживания (если первоначально на 100 г плодов приходилось 16 г сухих веществ, то после сушки уже 80 г сухих веществ), чего не скажешь о полифенолах и особенно – аскорбиновой кислоте.

Как показано на рисунке 1, **А**, потери полифенолов и витамина С за 3 часа конвективной сушки кинкана при температуре 72 °С составили 60 % (это с учетом пятикратного повышения содержания сухих веществ по сравнению с их начальным содержанием в свежих плодах).

Данные другой части этого же рисунка касаются несколько иного способа их сушки, в нем плоды перед делением на половинки были погружены на 2-3 минуты в кипящую воду.

Из рисунка 1, **В** следует, что предварительное нагревание плодов перед их делением на половинки и сушкой способствовало лучшему сохранению витамина С.

Это может быть связано с действием «мгновенного нагрева», которое выражается в том, что чем быстрее нагревается кинкан за короткое время, тем меньше разрушение аскорбиновой кислоты.

Видимо, ускорение нагрева обуславливает инактивацию ферментов, переводящих аскорбиновую кислоту в дегидроформу, вследствие чего витамин С лучше сохраняется. Поэтому закладка кинкана перед сушкой в кипящую воду целесообразна с точки зрения предохранения витамина С от разрушения.

К излишней потере этого витамина может привести сушка в течение слишком длительного времени, поэтому кинкан лучше сушить половинками. Сушка половинками проходит намного быстрее, чем сушка целыми плодами.

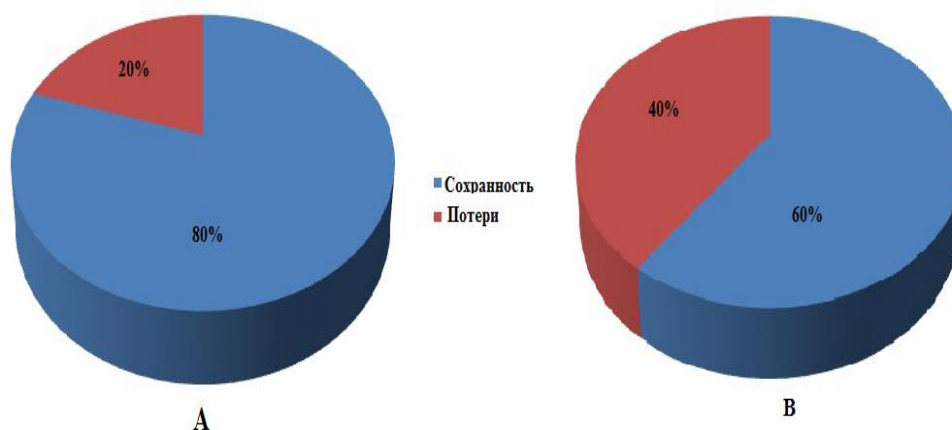


Рис. 1. Сохранность и потери аскорбиновой кислоты в процессе конвективной сушки плодов кинкана:

А – без предобработки нагреванием; В – с предобработкой нагреванием

Опытными варками было установлено, что этих правил нужно придерживаться и при варке варенья, и при изготовлении цукатов из кинкана.

Необходимо выдерживать плоды перед варкой в кипящей воде и варить варенье из кинкана при умеренном кипении и, желательно, без доступа воздуха. Нельзя допускать сильного кипения сиропа, чтобы не происходило окисление аскорбиновой кислоты от контакта с кислородом воздуха и её последующее разрушение.

В таблице 3 представлен химический состав варенья и цукатов из кинкана, приготовленных с учетом этих требований, а на рисунке 2 – их внешний вид (в его частях **С** и **Д**). Из таблицы видно, что варенье и цукаты из кинкана имеют высокое содержание энергетических веществ (простых сахаров, титруемых кислот), а из рисунка – что эти продукты смотрятся отлично.

Таблица 3 – Химический состав варенья и цукатов из кинкана, г/100 г

Компоненты состава	Варенье	Цукаты
РСВ, (°Brix)	68,0	-
Моносахариды	50,49	53,41
Сахароза	3,04	8,56
Общий сахар	53,53	61,97
Титруемая кислотность	2,00	2,08
Полифенолы	0,28	0,18
Витамин С (мг/100 г)	28,68	32,70



Рис. 2. Внешний вид целых плодов кинкана (А), их половинок (В) и приготовленного из них варенья (С) и цукатов (D).

Оба продукта с сильным цитрусовым ароматом, особенно варенье. Но все же, общая органолептическая оценка у цукатов была выше, чем у варенья, которое немного горчило.

Возможно, это связано с тем, что общих водорастворимых полифенолов (среди которых могут быть терпкие и горькие формы) в цукатах содержалось меньше, чем в варенье (см. табл. 3). В конце процесса приготовления цукатов плоды отделяются от сахарного сиропа, в котором и сосредотачивается большая часть горьких веществ.

Ответственными за горький вкус могут быть и алкалоиды. В цитрусовых плодах алкалоиды с горьким вкусом накапливаются в основном в кожуре – это органические вещества растительного происхождения, содержащие азот; некоторые из них обладают сильным физиологическим действием. Они растворены в клеточном соке.

Считается, что горький вкус кожуры и сока грейпфрута и других цитрусовых плодов определяют некоторые флавоноиды, такие как нарингин, гесперидин. Терпены, в отличие от алкалоидов и флавоноидов, практически нерастворимы в воде.

Выводы. Полученные данные об изменениях в химическом составе и вкусе плодов кинкана при обработке их в сахарном сиропе и дальнейшей сушке указывают на то, что в этом процессе происходит не только впитывание сахара плодами, но и почти полный выход терпких и горьких веществ в сироп. Это предопределяет необходимость выбора целевого продукта с учетом предпочтений потребителей; для любителей небольшой горечи (каких, наверное, очень мало) это может быть варенье, а для тех, кто вообще не любит горькое – цукаты.

Таким образом, отделение плодов кинкана от сиропа после пропитки их сахаром способствует получению в дальнейшем засахаренных плодов без излишней горечи.

Литература

1. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Pesquisa de Orçamentos Familiares*. Ministério da Saúde; Rio de Janeiro, Brasília: 2009.
2. Ogawa K., Kawasaki A., Omura M., Yoshida T., Ikoma Y., Yano M. 3',5'-Di-C- β -glucopyranosylphloretin, a flavonoid characteristic of the genus *Fortunella*. *Phytochemistry*. 2001;57:737–742. doi: 10.1016/S0031-9422(01)00132-7.
3. Pompeu Junior J. Rootstocks and scions in the citriculture of the São Paulo State; In Proceedings of International Congress of Citrus Nurserymen, Ribeirão Preto, Brasil, 2001; pp; 75-82.
4. Watanabe H.S., De Oliveira S.L. Comercialização de frutas exóticas. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 2014;36: 23-38. doi: 10.1590/0100-2945-443/13.
5. Barreca D., Bellocco E., Caristi C., Leuzzi U., Gattuso G. Kumquat (*Fortunella japonica* Swingle) juice: Flavonoid distribution and antioxidant properties. *Food. Res. Int.* 2011; 44:2190-2197. doi: 10.1016/j.foodres.2010.11.031.
6. Koller O.L. *Citricultura Catarinense*. Epagri; Florianópolis, Brazil: 2013.
7. Kawaii S., Tomono Y., Katase E., Ogawa K., Yano M. Quantitation of flavonoid constituents in citrus fruits. *J. Agric. Food Chem.* 1999; 47:3565-3571. doi: 10.1021/jf990153+.
8. Schirra M., Palma A., D'Aquino S., Angioni A., Minello E.V., Melis M., Cabras P. Influence of postharvest hot water treatment on nutritional and functional properties of kumquat (*Fortunella japonica* Lour. Swingle Cv. Ovale) fruit. *J. Agric. Food Chem.* 2007; 56: 455-460. doi: 10.1021/jf0714160.
9. Liu Y., Liu Y., Liu Y., Liu H., Shang Y. Evaluating effects of ellagic acid on the quality of kumquat fruits during storage. *Sci. Hort.* 2018; 227:244-254. doi: 10.1016/j.scienta.2017.08.055.
10. Lou S.N., Ho C.T. Phenolic compounds and biological activities of small-size citrus: Kumquat and calamondin. *J. Food Drug Anal.* 2017; 25:162-175. doi: 10.1016/j.jfda.2016.10.024.
11. Lou S.N., Lai Y.C., Hsu Y.S., Ho C.T. Phenolic content, antioxidant activity and effective compounds of kumquat extracted by different solvents. *Food Chem.* 2016; 197:1-6. doi: 10.1016/j.foodchem.2015.10.096.
12. Lou S.N., Lai Y.C., Huang J.D., Ho C.T., Ferng L.H.A., Chang Y.C. Drying effect on flavonoid composition and antioxidant activity of immature kumquat. *Food Chem.* 2015;171: 356-363. doi: 10.1016/j.foodchem.2014.08.119.

13. Chen M.H., Yang K.M., Huang T.C., Wu M.L. Traditional small-size citrus from Taiwan: Essential oils, bioactive compounds and antioxidant capacity. *Medicines*. 2017;4:28. doi: 10.3390/medicines4020028.
14. Salvo A., Bruno M., La Torre G.L., Vadalà R., Mottese A.F., Saija E., Mangano V., Casale K.E., Cicero N., Dugo G. Interdonato lemon from Nizza di Sicilia (Italy): Chemical composition of hexane extract of lemon peel and histochemical investigation. *Nat. Prod. Res.* 2016;30: 1517-1525. doi: 10.1080/14786419.2015.1115999.
15. Salvo A., Costa R., Albergamo A., Arrigo S., Rotondo A., La Torre G.L., Mangano V., Dugo G. An in-depth study of the volatile variability of chinotto (*Citrus myrtifolia* Raf.) induced by the extraction procedure. *Eur. Food Res. Technol.* 2019 doi: 10.1007/s00217-019-03232-0.
16. Costa R., Salvo A., Rotondo A., Bartolomeo G., Pellizzeri V., Saija E., Arrigo S., Interdonato M., Trozzi A., Dugo G. Combination of separation and spectroscopic analytical techniques: Application to compositional analysis of a minor citrus species. *Nat. Prod. Res.* 2018; 32:2596-2602. doi: 10.1080/14786419.2018.1428597.
17. Helena Maria Pinheiro-Sant'Ana, Pamella Cristine Anunciação, Clarice Silva e Souza, Galdino Xavier de Paula Filho, Andrea Salvo, Giacomo Dugo, Daniele Giuffrida, (2019). Quali-Quantitative Profile of Native Carotenoids in Kumquat from Brazil by HPLC-DAD-APCI/MS Foods. 8(5): 166. DOI: 10.3390/foods8050166.
18. Ariane Barros Diniz, Dirce Ribeiro de Oliveira, (2015). Chemical composition of kinkan orange and citrus fruits. *Demetra*. 10(4): 835-844. DOI: 10.12957/demetra.2015.16726.
19. Barreca, D.; Bellocco, E.; Caristi, C.; Leuzzi, U.; Gattuso, G. Kumquat (*Fortunella japonica*, Swingle) juice: Flavonoid distribution and antioxidant properties. *Food Res. Int.* **2011**, 44, 2190-2197.
20. Chiu, N.C.; Chang, K.S. *The Illustrated Medicinal Plants of Taiwan*; SMC Publishing Ltd.: Taipei, Taiwan, 1998.
21. Deng, Y.; Zhao, Y. Effects of pulsed-vacuum and ultrasound on the osmodehydration kinetics and microstructure of apples (Fuji). *J. Food Eng.* **2008**, 85, 84-93.
22. Corrêa, J.L.G.; Pereira, L.M.; Vieira, G.S.; Hubinger, M.D. Mass transfer kinetics of pulsed vacuum osmotic dehydration of guavas. *J. Food Eng.* **2010**, 96, 498-504.
23. Guidelines on objective tests to determine quality of fruit and vegetables, dry and dried produce. *OECD fruit and vegetables scheme*. 2018. 1-38. URL: <https://www.oecd.org/agriculture/fruit-vegetables/publications/guidelines-on-objective-tests.pdf>.
24. Carré, M.H., & Haynes D., (1992). The Estimation of Pectin as Calcium Pectate and the Application of this Method to the Determination of the Soluble Pectin in Apples. *Biochem J.* 16(1): 60-69. DOI: 10.1042/bj0160060.
25. Малков П. Ю. Количественный анализ биологических данных: Учебное пособие. Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2009. 71 с.
26. Cohen, G.; Rudnik, D.; Laloush, M.; Yakir, D.; Karpas, Z. A novel method for determination of histamine in tuna fish by ion mobility spectrometry. *Food Anal. Meth.* **2015**, 8, 1-7.
27. Siegmund, B., 2019. 7-Biogenesis of aroma compounds: Flavor formation in fruits and vegetables. *Flavour Development Analysis and Perception in Food and Beverages*; Woodhead Publishing; pp. 127-149. Availableonline: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781782421030000072>.
28. Rodríguez, L.; SydAli, N.; Lamadrid, M.C.; Artiaga, L.N.; Lipan, L.; Ángel, A.; Carbonell-Barrachina, C.; Esther-Sendra, E., 2019. Chapter 18 - Flavours and Aromas. *Post-harvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables*; Woodhead Publishing; pp. 385-404. Available online: <https://www.elsevier.com/books/postharvest-physiology-and-biochemistry-of-fruits-and-vegetables/yahia/978-0-12-813278-4>.
29. Liu, X.F.; Liu, B.H.; Jiang, D.; Zhu, S.P.; Shen, W.X.; Yu, X.; Xue, Y.; Liu, M.Y.; Feng, J.Y.; Zhao, X.C. The accumulation and composition of essential oil in kumquat peel. *Sci. Hortic.* 2019, 252, 121-1