

УДК 634.1/ 631.563/664

doi: 10.31360/2225-3068-2023-87-46-67

**СПОСОБЫ ПЕРЕРАБОТКИ
СУБТРОПИЧЕСКИХ И ЮЖНЫХ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР
(ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР)**

Кузякина А.И., Кунина В.А., Платонова Н.Б.

*Федеральный исследовательский центр
«Субтропический научный центр Российской академии наук»,
г. Сочи, Россия, e-mail: kunina.v@internet.ru*

Кузякина А.И. orcid.org/0009-0009-4093-2519

Кунина В.А. orcid.org/0009-0005-2640-4921

Платонова Н.Б. orcid.org/0000-0003-2392-8947

В статье описаны основные способы переработки субтропических культур. Целью данной работы являлось выявление эффективности процессов переработки субтропических и южных плодовых культур на основе исследований российских и зарубежных учёных, которые могут привести к расширению ассортимента конечных продуктов и увеличению прибыли в секторе перерабатывающей промышленности. В настоящее время субтропические

культуры становятся всё более популярными, благодаря своим уникальным вкусовым и пищевым качествам. Однако наличие короткого сезона созревания и быстрого ухудшения качества после сбора создаёт проблему сохранения, транспортировки и использования этих культур. В данной работе рассмотрено несколько способов переработки плодов для их долговременного хранения с максимальным сохранением вкусовых качеств продукции. Проанализированы методы консервирования, а именно асептическое консервирование, производство соков, снеков, выжимок, разновидности замораживания при различных температурах. Даны определения терминам «бланширование» и «дефростация», конвекционной сушки и сушки с помощью солнечных панелей, а также сублимационной сушке. Результаты исследования позволили проанализировать, каким образом каждый из способов переработки способствует сохранению пищевой ценности и увеличению срока годности урожая. Кроме того, рассмотрены рекомендации по оптимальному использованию данных способов в различных условиях и для разных видов субтропических и южных плодовых культур, которые могут быть использованы фермерами, производителями и потребителями, что способствует развитию отрасли и повышению доступности этих продуктов на рынке.

Ключевые слова: способы переработки, плоды, фрукты, качество продукции, сушка, замораживание, консервирование.

Согласно «Стратегии развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2023 года», а также приоритетному направлению «Стратегии научно-технического развития Российской Федерации», а именно пункту г) «переход к высокопродуктивному и экологически чистому агро- и аквахозяйству...» важнейшим вектором в современном мире является разработка новых видов продукции для улучшения ассортимента, снижения сахаропотребления, создания продукции поликомпонентного состава и специального назначения, изделий с увеличенным сроком хранения.

Современные технологии при производстве продуктов питания часто приводят к снижению их пищевой ценности из-за потерь основных нутриентов.

В этой связи актуальной задачей является поиск путей, позволяющих потреблять пищевые вещества, которые играют важнейшую роль в процессах жизнедеятельности организма, а также создание продуктов с повышенной пищевой ценностью. Важным этапом в перерабатывающей промышленности является поиск новых технологических решений по обогащению продуктов питания. В современном мире растёт спрос на функциональное питание – возможность составлять разнообразный рацион из продуктов, богатых белками, витаминами, биофлавоноидами, антиоксидантами и другими биологически активными веществами

(БАВ), которые защищают клетки организма от вредного воздействия свободных радикалов, нейтрализуя их и не позволяя вступать в дальнейшие реакции. Для удовлетворения потребностей людей и улучшения их рациона необходимо применять технологии с использованием новых сырьевых ресурсов. Одним из путей расширения ассортимента функциональных продуктов питания является нетрадиционное сырье, обладающее биологической и питательной ценностью.

Использование продуктов субтропического растениеводства позволяет решить эту проблему. Свежие плоды субтропических и южных плодовых культур являются важнейшими продуктами диетического питания, поэтому потребление их должно быть равномерным в течение года. Немаловажным является тот факт, что субтропические растения являются ценным источником БАВ.

Зачастую субтропические культуры не обладают повышенной «лёжкостью», поэтому важным направлением является инновационная система переработки сырья, с целью получения высококачественной и конкурентоспособной продукции. В данном направлении важным является изучение фундаментальных механизмов ферментативного биокатализа (ферментация чая, получение безалкогольных напитков и фруктовых вод), биоконверсии (выделение эфирных масел, пигментных экстрактов и т. д.) растительного сырья на разных технологических стадиях производства пищевых продуктов.

Особенно актуален вопрос изучения переработки продуктов растениеводства в местах произрастания данных культур. На территории Российской Федерации выращивание субтропических культур (чай, цитрусовые, хурма, фейхоа, киви и т. д.) сконцентрировано в южных районах, в основном на Черноморском побережье (район Сочи). На базе Федерального исследовательского центра «Субтропический научный центр Российской академии наук» насчитывается немалая генетическая коллекция субтропических культур (около 500 видов), и проводятся комплексные исследования селекционного [16, 17, 18], агрономического [13, 24, 42] и физиолого-биохимического направления [19, 21, 22].

Переработка субтропических культур весьма актуальна по ряду причин: во-первых, она позволяет максимально сохранить плоды без значительной потери качества, что даёт возможность увеличить их доступность и разнообразие в течение года; во-вторых – позволяет получить новые продукты, такие как соки, консервы, джемы и т. д., которые имеют повышенную стабильность и удобство использования. Это делает фрукты доступными не только в свежем виде, но и в более удобной форме для потребителей [48]. Кроме того, переработка фруктов, в том числе субтропических, является важным источником дохода для многих

сельскохозяйственных предприятий, а выбор наиболее оптимального способа переработки имеет большое значение для развития сельского хозяйства, экономики и улучшения качества жизни людей в целом. Кроме того, переработка субтропических плодов позволяет расширить их использование в пищевой промышленности и создать новые рабочие места [41]. Это положительно влияет на экономическую ситуацию в районах, где выращиваются субтропические культуры. Также переработка содействует уменьшению продовольственных отходов. Подвергая плоды южных культур переработке, можно использовать даже несъедобные части, такие как кожура или семена, для производства полезных экстрактов, масел или добавок [36, 41].

Субтропические культуры обладают широким спектром биологической активности благодаря большому разнообразию вторичных метаболитов [2, 11]. Содержание тех или иных веществ в плодах под воздействием внешних факторов, в том числе температуры и продолжительности хранения, может служить показателем физиологического состояния растительного организма и его биологической ценности. Однако, время употребления свежих плодов исчисляется несколькими месяцами, в то время как у российского потребителя (и местных жителей, и большого числа приезжающих, в т. ч. семей с детьми, на круглогодичный курорт) возникает потребность в полифункциональной, значимой в пищевом отношении растительной продукции, в т. ч. субтропического происхождения.

Современные технологии переработки позволяют сохранить питательные вещества и вкус плодов, а также устранить возможные микробиологические загрязнения [36, 39]. Например, при производстве соков из субтропических плодов используются специальные методы пастеризации и стерилизации, которые уничтожают вредные бактерии и сохраняют полезные свойства [14, 44].

Изучение различных способов переработки увеличивает перспективы в разработке эффективных и инновационных методов, которые позволят увеличить сроки хранения, улучшить качество и расширить ассортимент конечных продуктов на основе субтропических плодов.

Целью анализа, проведённого в данной статье, являлось выявление эффективности процессов переработки субтропических и южных плодовых культур на основе исследований российских и зарубежных учёных, которые могут привести к расширению ассортимента конечных продуктов и увеличению прибыли в секторе перерабатывающей промышленности.

Фрукты играют важнейшую роль в метаболизме человека, потому что являются источниками многих жизненно важных биологически активных веществ, в том числе пищевых волокон, витамина С, флавоноидов,

микро- и макроэлементов и др. [1, 2]. Вопрос сохранения их потребительских свойств и качественных характеристик требует особых подходов. Для достижения этой цели применяются различные методы переработки в промышленных масштабах, такие как заморозка, сушка и консервирование с использованием термического или химического воздействия [23].

Одним из наиболее известных и широко применяемых способов сохранения плодов и ягод является заморозка. При этом продукты подвергаются низким температурам, что позволяет сохранить их свежесть и вкус на длительное время. Замороженные плоды могут быть использованы для приготовления различных блюд и напитков в любое время года [56].

В исследованиях Б.М. Гусейновой и др. (2021) при заморозке использовались режимы замораживания при температурах: $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-33\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$, где объектами исследований являлись абрикосы [7]. Абрикос – одно из самых популярных плодовых растений. В плодах абрикоса содержатся витамины А, В, С, Е, РР. Кроме того, мякоть плода содержит множество важных элементов, таких как каротин, калий, магний, железо. В плодах абрикоса обнаружены также вещества антиоксидантной природы способные выводить из организма токсичные и радиоактивные вещества. После переработки плодов абрикоса возможно получение компотов, варенья, желе, мармелада, кураги и прочего [10]. В ходе своей работы авторы отметили увеличение сохранности нутриентов [45]. По результатам исследования было выявлено, что самый эффективный из представленных вариантов переработки абрикосов является заморозка при температуре $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ и дальнейшее хранение в холодильнике при температуре $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, т. к. именно при поддержании этих температур были определены самые высокие показатели по сохранению нутриентов и органолептических свойств [7].

Помимо положительных результатов заморозки, некоторые авторы отмечают и существенные недостатки. Так, Темнякова Ю.С. отмечает, что при использовании данного способа происходит изменение структуры тканей в виде её разрушения [40]. Поэтому отечественные и зарубежные учёные осваивают новые техники замораживания, чтобы минимизировать данный недостаток. Исследования, проведённые рядом авторов, показали, что перед замораживанием рекомендуется дополнительная обработка сырья, такая как, бланширование – нагревание продукта до $95\text{--}100\text{ }^{\circ}\text{C}$ на 3–10 минут (зависит от размера и вида фрукта) во избежание реакции окисления, что позволит в дальнейшем продлить сроки хранения замороженного сырья [6].

Не менее важным является тот факт, что качество продукции при использовании замораживания зависит от температурного режима, длительности хранения, а также от способов дефростации продукта [8].

Анализ существующих способов технологической переработки свежих продуктов растениеводства показал, что сушка также является эффективным методом сохранения плодов, в том числе и субтропических. В процессе сушки из них удаляется влага, что позволяет значительно увеличить их срок годности. Сушёные плоды и ягоды могут быть использованы в качестве закусок, добавок к кашам и выпечке, а также для приготовления ароматных чаев. Помимо перечисленных преимуществ сушка является также достаточно простым и экономичным процессом доступным для многих производителей [41].

В производстве существует несколько разновидностей сушки. Одна из них это конвекционная, которая часто используется для получения сухофруктов. Особенность этого процесса заключается в значительной усадке материала. Так, Рудобашта С.П. и др. (2019) провели исследование с применением конвекционной сушки на яблоках сорта «Гала». В их опыте яблоки были нарезаны на дольки по 5 мм, сушка осуществлялась в сушильной камере при продольном обдуве образцов, методом рециркуляции сухим воздухом, со скоростью 5 м/с. Также в камере находился поддон с силикагелем марки КСК, с помощью которого воздух осушался практически до нулевой влажности. В результате исследования, авторами были выведены опытные кривые, которые дали возможность сделать выводы о том, что в данном режиме сушка протекает во втором периоде, т. е. при температуре +50 °С, а сам процесс проходит в течение 1 часа 20 минут, в то время, как первый период проходит при температуре +60 °С и 1 часа, а крайний период при температуре +30 °С и 2 часов 40 минут, соответственно [37].

Как показал анализ литературных данных, применение конвекционной сушки показывает хорошие результаты на такой ценной субтропической культуре, как хурма. Плоды хурмы содержат большое количество витаминов, полифенолов, каротиноидов, лейкоантоцианов, органических соединений калия, кальция, железа и йода. В мякоти свежих плодов содержится 13 органических кислот, в том числе лимонная и яблочная, пигменты не фотосинтетической природы, дубильные вещества и 25 макро- и микроэлементов. Содержание сахаров в плодах достигает 25,9 %, в основном это глюкоза и фруктоза. В тоже время содержание сахарозы составляет всего 0,3–4,7 %, что делает плоды хурмы привлекательными как в свежем, так и в сушеном виде. Исследования учёных из ФГБУН «НБС–ННЦ», показали, что из сушёных плодов хурмы можно приготовить кисель, желе, джем, варенье, компот и вино [4, 26].

Помимо общеизвестных современных способов сушки плодов можно встретить исследования с применением аутентичных способов. Более старинный, но менее актуальный в настоящее время метод сушки –

солнечный. На протяжении всей жизни люди занимаются выращиванием сельскохозяйственных культур, и большинство населения сушит фрукты и овощи в открытых полях, по краям автомобильных дорог и на крышах домов благодаря солнечной энергии. Метод действенный, но обладает рядом недостатков, таких как отсутствие поддержания постоянных условий, нестерильность и использование большой территории для получения крупной партии продукции [11].

Исходя из этого, актуальным являлось создание эффективной, ресурсосберегающей конструкции и технологии для экологически чистой сушки фруктов и овощей. Так, Каримов Ф.Б. (2017) описывал в своей работе конструкцию на основе солнечной панели и коллектора, а также внедрение в практику и технологии сушки экологически чистых фруктов, овощей и зелени. Испытания данного солнечного воздушного коллектора производились при окружающей температуре 17–40 °С, и уже через 900–1 200 секунд температура достигла своего максимума 40–60 °С. Этого вполне достаточно для получения качественных сушёных фруктов и овощей. Вентилятором выступал куллер от компьютера на 12 Вт, подключенный к солнечной панели мощностью 30–50 Вт. Продув воздуха осуществлялся через фильтр снизу в отверстиях для входа нагретого воздуха в сушильный шкаф с солнечного коллектора. Выход воздуха происходил через верхнее вентиляционное отверстие с задвижкой, которое регулирует температуру и скорость воздуха внутри шкафа. Благодаря этому, в своем исследовании Каримов Ф.Б. получил хорошую вентиляцию, которая обеспечила выход влаги наружу. Разработанная конструкция была апробирована автором на таких видах плодов, как абрикосы, слива, дыня, яблоки и т. д. Технология сушки включает несколько этапов: подготовленные плоды необходимо промыть в чистой воде, нарезать мелкими дольками, удаляя косточки, полученные кусочки опустить в аскорбиновую кислоту на 20 минут. Согласно литературным данным, замачивание в аскорбиновой кислоте обогащает вкус сушёных фруктов. Сушилки имеют индивидуальные режимы высушивания, предназначенные для определённых видов продукции. Сушка по данной технологии позволяет сохранить содержание витаминов и других биологически активных веществ в сухом продукте на уровне 80–90 % от исходного сырья. Как показывают результаты, по сравнению с традиционными видами сушки, плоды, высушенные на солнечных панелях с коллектором после восстановления, обладают вкусовыми качествами, максимально приближенными к свежим продуктам [11].

Ещё одним перспективным видом сушки продуктов растениеводства является сублимационная. Согласно Мишанину Ю.Ф., сублимация (возгонка) – это переход вещества из твёрдой фазы в газообразную,

исключая жидкую фазу. Сублимационная сушка (лиофильная) является относительно новым и инновационным способом сушки, который используется для удаления влаги из вещества без применения жидких фаз и прямого контакта с твёрдым телом [27].

Одним из преимуществ сублимационной сушки является сохранение качества и биологической активности вещества, так как этот процесс происходит без повышенного нагрева и воздействия жидкости [46]. Это особенно важно при сушке термолабильных и чувствительных веществ, которые могут быть повреждены при традиционных методах сушки. Кроме того, сублимационная сушка является экологически более безопасной в сравнении с другими методами сушки, так как не требует использования больших объёмов растворителей или тепловых источников. Она также позволяет избежать возможности загрязнения сушеного вещества продуктами разложения или перекрещиванием с веществами, присутствующими в растворе или сушащем агенте [38].

Несмотря на некоторые преимущества сублимационной сушки, у этого метода есть и свои ограничения. Он требует специального оборудования и контроля параметров процесса, что может повлиять на его стоимость и доступность. Также, сублимационная сушка может быть неэффективной для некоторых типов продуктов, которые могут изменять свою структуру или свойства во время процесса сушки. Тем не менее, лиофильная сушка вызывает всё больший интерес и активно исследуется в различных областях, таких как фармацевтика, пищевая промышленность и химическая промышленность. Ожидается, что развитие технологии и повышение эффективности процесса позволят ещё больше расширить области применения данного метода в будущем.

Сублимация используется для стабилизации высококачественных пищевых продуктов, биологических материалов и фармацевтических препаратов. В процессе сушки сохраняется качество высушенного продукта (биологические, питательные и органолептические свойства) [55]. Это связано с тем, что замораживание воды в материале перед лиофилизацией ингибирует химические, биохимические и микробиологические процессы. Исходя из этого, вкус, запах, и содержание различных питательных веществ практически не меняются. Пищевое сырьё содержит много воды, от 80 до 95 %. Удаление воды путём сублимации приводит к созданию высокопористой структуры сублимированных продуктов, и регидратация лиофилизатов происходит немедленно [52].

Таким образом, лиофилизация является очень сложным и многоступенчатым процессом, который состоит из [51]:

- замораживание продукта, чаще всего при атмосферном давлении;

- первичная сушка – надлежащая сублимационная сушка – сублимация льдом, чаще всего при пониженном давлении;
- вторичная сушка – десорбционная сушка – высушивание продукта до требуемой конечной влажности.

Анализ литературных источников позволил выявить закономерность влияния температуры хранения на время сушки и качество получаемого после сублимации продукта. Также ряд авторов отмечает о влиянии температуры нагрева при хранении на параметры качества и время сушки различных сублимированных продуктов. Так, например, грейпфрутовое пюре подвергали сублимационной сушке при комнатной температуре без подогрева при температуре хранения 40 °С. Было выявлено, что повышение температуры хранения приводило к сокращению времени сушки более чем на 50 % [50]. Скорость сублимации, как правило, выше при более высоких температурах, но материал, высушенный при чрезмерных температурах, может разрушиться и потерять структуру пор, созданную в процессе замораживания [47].

Liapis A.I. и др. (2014). утверждают, что для контроля стабильности продукта, особенно на стадии вторичной сушки, температура продукта должна быть ограничена в пределах от 10 до 35 °С для термочувствительных продуктов, а для менее – может быть выше 50 °С [53]. Более высокие температуры сублимационной сушки на вторичной стадии ускоряют процесс сушки, поскольку требуется больше энергии для удаления оставшейся воды из материала [54, 57]. Однако слишком высокая температура может вызвать таяние льда на стадии сублимационной сушки, что приведёт к структурным изменениям, таким как усадка [49]. Выбор надлежащей температуры хранения должен основываться на балансе между вводимым и требуемым количеством тепла. Кроме того, конечное качество высушенного материала является решающим фактором при разработке процесса сублимационной сушки.

Egas-Astudillo L.A и др., (2020) отмечали, что применение более высоких температур во время сублимационной сушки фруктового пюре позволило им получить продукт более высокого качества и снизить стоимость процесса за счёт сокращения времени сушки [50].

Очень важным фактом является температура замораживания во время лиофильной сушки, которая для каждого сырья варьирует в определённых пределах. Так, сотрудниками Московского государственного университета биотехнологии совместно с коллегами из Кубанского государственного технологического университета был поставлен опыт по использованию сублимации для одной из самых популярных субтропических культур – киви. Киви выращивается в условиях субтро-

пиков Черноморского побережья Краснодарского края. Эта культура содержит большое количество сухих веществ, сахаров, кислот, витаминов, полифенолов, аминокислот и других биологически активных веществ. Плоды киви служат природным концентратом поливитаминов и минеральных элементов и сохраняют свои ценные свойства в естественном состоянии до полугода. Поэтому очень важно использовать такой способ переработки, при котором максимально будут сохранены ценные пищевые показатели. Так, авторами были проведены опыты по использованию сублимационной сушки. Полученные данные указывают на то, что сублимационная сушка пюре из плодов киви может быть реализована при температурах от $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Дальнейшее снижение температуры нелогично, так как происходит увеличение образовавшегося льда, что в дальнейшем может повлиять на время сушки и качество получаемой продукции [38].

Выше нами были рассмотрены такие способы переработки субтропических и южных плодовых культур, как сушка и замораживание различных типов. Помимо них есть не менее интересный и актуальный метод, у которого есть множество разновидностей – консервирование. Консервирование в узком смысле слова – производство консервов в герметически укупоренной таре способом тепловой стерилизации. Тепловая стерилизация – основной способ консервирования плодов и овощей. Она основана на уничтожении микрофлоры и прекращении биохимических изменений продукта под воздействием высокой температуры [46]. Благодаря герметичной таре увеличивается питательная ценность продукта, улучшаются вкусовые качества консервов по сравнению с исходным сырьем из-за того, что в процессе обработки удаляются из плодов и овощей неполноценные части [15].

Одна из разновидностей консервирования называется «асептическое консервирование». Суть этого метода заключается в кратковременной стерилизации (буквально несколько десятков секунд) продуктов при повышенных температурах в сочетании с таким же быстрым охлаждением, розливом в стерильных условиях в заранее стерилизованную тару с герметичной укупоркой в асептических условиях. Это позволяет получать полуфабрикаты высокого качества, которые почти не отличаются по цвету, вкусу, запаху, витаминному составу и подобным свойствам от нестерилизованных [12]. Весь процесс происходит автоматически в герметически закрытой и взаимосвязанной аппаратуре.

Как отмечает Матвиенко А.Н. и другие (2014), преимущества этого метода заключается в сокращении времени стерилизации практически в 50 раз, улучшении качества продукта, экономии пара, воды, рабочей

силы и производственных площадей [25]. Также авторами отмечено, что асептический способ консервирования даёт возможность проведения в стерильных условиях фасовки продукта в стерильную тару любой вместимости и её герметической укупорки, что позволяет хранить продукт-полуфабрикат до года при температуре от 0 °С до 25 °С без резких колебаний температуры. При таком хранении относительная влажность воздуха должна составлять не более 75 %, что позволяет избежать потерь и в дальнейшем использовать продукт для переработки на различные виды консервированной продукции практически до нового сезона [12, 25].

Важной задачей переработки фруктов является их полное использование с поэтапным извлечением всех ценных компонентов [31, 33]. Решение этой задачи может быть осуществлено внедрением ресурсосберегающих, комплексных или малоотходных технологий. Во время переработки образуется большое количество вторичного сырья, получение которого осуществляется после очистки, протирания, резки, прессования и просеивания [43].

По данным Перфиловой О.В. и др. (2017) эффективна технология ресурсосберегающей переработки яблок на сок прямого отжима, концентрированный сок, пюре, пасту и порошки. Так, при производстве сока данным способом яблоки моют, инспектируют, дробят и получают мезгу. После чего, полученную заготовку направляют в шнековый пресс для извлечения 40–45 % сока, который затем фильтруют через сито и подогревают до температуры 70 °С, деаэрируют, после чего подают на розлив в стеклянную тару, герметично укупоривают стерильными крышками, пастеризуют 20–35 мин при температуре 100 °С и охлаждают до 35 °С; или концентрируют до содержания растворимых сухих веществ 70 %, пастеризуют 2 минуты при температуре 100 °С, охлаждают до 25 °С и фасуют в асептических условиях в асептическую тару.

Также автором отмечено, что при данной технологии выжимки из шнекового пресса поступают в СВЧ-камеру, где нагреваются под действием электромагнитных волн до температуры 90 °С. Далее они поступают или на производство порошка в сушильный аппарат, где происходит сушка при температуре 50–60 °С до остаточной влажности не более 7–8 % и охлаждение до 20 °С, затем на измельчение и на фасование; или на производство пюре в сдвоенную протирочную машину, которое затем консервируют асептическим способом.

Из яблочного пюре получают пасту, для этого в предварительно подогретое пюре добавляют 0,5 % лимонной кислоты в виде водного раствора, 5%-ной крахмальной патоки или 5 % солодового экстракта,

смесь гомогенизируют, после чего готовую пасту консервируют асептическим способом. В яблочных выжимках содержится 1,8 % клетчатки и 2,5 % пектиновых веществ, что говорит о том, что они являются ценным источником пищевых волокон. Также выжимки имеют определённое содержание антиоксидантов, таких как аскорбиновая кислота (22 мг/100 г) и Р-активных веществ (64,0 мг/100 г).

Проанализированный выше способ ресурсосберегающей технологии переработки яблок на сок прямого отжима, концентрированный сок, пюре, пасту и порошки, разработанный учёными Мичуринского ГАУ и ВГУИТ, позволяет рекомендовать данные продукты в качестве функциональных добавок и продуктов питания богатых антиоксидантами (витамин Е и Р-активные вещества) и пищевыми волокнами (пектиновые вещества и клетчатка) для консервной, хлебопекарной и кондитерской отраслей пищевой промышленности [32].

Ещё одной не менее популярной субтропической культурой в переработке является мандарин. Мандарины широко используются в пищевой промышленности (соки, компоты, соусы для различных блюд), помимо этого их кожура ещё используется в фармацевтике [3]. Плоды мандарина характеризуются богатым биохимическим составом: высокое содержание углеводов, органических кислот (доминируют яблочная и лимонная), пектиновых веществ, витаминов и микроэлементов.

В экспериментах, описанных А.А. Емельяновым и др. (2013), были использованы плоды мандаринов из Абхазии и Марокко. Мандарины очищали от кожуры, определяли выход мякоти (70 % от массы плода), отжимали с получением сока прямого отжима (50 %) и выжимок (20 %). Кожуру (30 %) и выжимки сушили в конвективной сушилке при температуре до 50 °С с последующим размельчением в порошок. Далее сок прямого отжима выпаривали в вакууме при температуре до 50 °С, при этом выход природной воды (чистая прозрачная приятная на вкус вода с ярко выраженным ароматом мандарина) составил 37 %, концентрированного сока – 13 %. Концентрированный сок досушивали в конвективной сушилке с получением пастообразного продукта (10 %). Во время конвективной сушки кожуры и выжимок потери влаги составляли всего 42 % [9].

Согласно «Нормам физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» суточная потребность в аскорбиновой кислоте составляет 90 мг. Данная потребность удовлетворяется с помощью 100 г обезвоженных продуктов переработки мандарина на величину от 14 (выжимки мякоти) до 40 % (паста) [28]. Потребность в тиамине (1,5 мг) и пиридоксине (1,8 мг) также удовлетворяется употреблением 1 л биогенной воды (примерно на 30 %), в

аскорбиновой кислоте – почти на 100 %. В свою очередь, авторы отмечают, что употребление 1 л мандаринового сока закрывает потребность на треть в тиамине и пиридоксине и на 150 % в аскорбиновой кислоте. По витаминной активности продукты переработки мандарина также являются физиологически функциональными ингредиентами.

Таким образом, Емельянов А.А. и др. (2013) описывают ресурсосберегающую переработку плодов мандарина, в ходе которой ими были получены данные по биологически активным продуктам переработки: пастообразный сок, природная вода, порошки выжимок мякоти и кожуры [9].

Не менее популярным способом переработки фруктов является производство хрустящих фруктово-ягодных снеков. Как отмечает Ткаченко М.И. данная техника производства включает в себя очистку, резку на определённую форму (ломтики, дольки, соломка, кубики и т. д.) в зависимости от желаемой формы готового продукта. Толщина нарезки составляет от 2 мм для яблок и до 5 мм для мандаринов. Затем сырьё перемещают в ёмкость с холодным водяным раствором при температуре +5 °С, крахмальной патокой с концентрацией 25 %, без добавления соли и выдерживают в течение 4 часов для придания продукту более выраженных вкусовых свойств. Далее заготовку вынимают из раствора и удаляют излишек влаги путём свободного стекания в течение 5 минут, после чего замораживают. Выдержка в морозильной камере происходит в течение 20 часов при температуре –25 °С. Затем замороженное сырьё обжаривают холодной обжаркой под воздействием вакуума 0,09 Мпа с последующим удалением излишек растительного масла путём центрифугирования при 350–400 об./мин до его содержания 20 %.

В своем патенте Ткаченко М.И. (2019) отметил, что фруктовый снек, полученный из яблока и мандарина соответствует форме нарезки, сохраняет форму и объём, имеет шероховатую на ощупь поверхность при этом кожица не повреждена. Продукт сохраняет цвет, характерный для цвета натурального яблока и мандарина, без внешних цветовых дефектов. Вкус и запах свойственный натуральным фруктам, причём содержание витаминов и минеральных веществ в готовом продукте высокое, так как параметры проведения способа производства достаточные для получения высоких органолептических показателей, соответствующих ГОСТу, что говорит о возможности продуктивного использования данного способа переработки южных культур [30].

Визитная карточка влажных субтропиков России – чайное растение, из побегов которого, в зависимости от способа переработки, изготавливаются различные виды чайного напитка. Чай, как продукт, входящий в ежедневный рацион человека, наиболее богат флавоноидами (в основном,

катехинами), определяющими его качество. В зелёном (неферментированном) чае на долю катехинов приходится 20–30 % сухого вещества. В чёрном чае – существенно меньше (5–10 %), так как в процессе ферментации происходит их окислительная полимеризация с образованием теафлавинов (пигментов жёлто-оранжевого цвета) и теарубигинов (красно-коричневого цвета), но именно их наличие обуславливает высокое качество чёрного чая, являясь точным и достоверным показателем. Биохимический состав, как чайного сырья, так и готового продукта исследован достаточно полно: изучалось влияние комплекса экологических факторов на биохимические компоненты [5, 35], рассматривалось действие на качество чая микро-, мезо- и макроэлементов, поднимались вопросы изменения биохимических характеристик при разных способах сбора листа [34]. На протяжении многих десятилетий на базе ФИЦ СНЦ РАН проводился контроль качественных показателей чая, выявивший значительное варьирование основных биохимических показателей (содержание танина и экстрактивных веществ) в зависимости от района произрастания чайного растения, погодных условий, сорта, агротехники, зрелости листа, переработки, хранения, и многих других факторов.

После изучения соответствующих источников по способам переработки субтропических и южных плодовых культур **нами была поставлена цель** – испытать различные виды сушки и их действие на плоды персика. Для проведения эксперимента был заложен рекогносцировочный опыт с использованием конвекционной и лиофильной сушильной камеры. Объектом исследований послужил персик сорта ‘Редхавен’ выращенный в опытно-технологическом отделе (ОТО) отдела генетических ресурсов растений Федерального исследовательского центра «Субтропический научный центр Российской академии наук» (ФИЦ СНЦ РАН).

‘Редхавен’ – один из наиболее широко выращиваемых в мире сортов персика. Размер плодов средний и выше среднего, масса около 130 г, диаметр 64–67 мм; кожура средней жёсткости, хорошо очищается. Цвет плода тёмно-красный. Мякоть оранжево-жёлтая с красными прожилками; косточка отделяется. Вкус сладкий, 4,9 балла из 5. Содержание растворимых сухих веществ в плодах составляет около 12,20 %, сахара – 11,03 %, титруемой кислоты – 0,95 %. Содержание витамина С в плодах составляет 18,04 мг%. При сахарокислотном индексе 11,61 ед. плоды являются сладкими [20].

Перед началом опыта нами были отобраны плоды в потребительской зрелости, одинакового размера и без видимых повреждений. Все персики были помыты и высушены, после чего подверглись нарезке на дольки, толщиной около 10 мм.

В лиофильной сушке (рис. 1) процесс происходил в несколько этапов:

1) вакуумизация камеры; 2) заморозка продукта до $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (длительность процесса составила 2 часа); постепенное поднятие температуры до $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ (шаг $5\text{ }^{\circ}\text{C}$); поднятие температуры до $+52\text{ }^{\circ}\text{C}$ (6 часов); окончательная сушка (7 часов).



Рис. 1. Плоды персиков до и после сушки в лиофильной сушильной камере
Fig. 1. Peach fruits before and after drying in a freeze-drying chamber

В дегидратор плоды персиков были заложены параллельно лиофильной сушке. Плоды были отобраны и подготовлены по такой же технологии. При этом процесс сушки происходил при температуре $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течении 8 часов.

Полученный продукт от двух видов сушки был запакован в вакуумные пакеты. В дальнейшем полученные образцы подвергнутся всесторонним биохимическим анализам, которые помогут выявить не только самый оптимальный вариант изготовления чипсов из персика, но и определить остаточное содержание БАВ по сравнению с первоначальным сырьём.

Выводы. Изучив литературу российских и зарубежных исследователей, можно прийти к выводу, что актуальность развития способов переработки субтропических культур нельзя преуменьшить. Современное общество всё больше ориентируется на здоровый образ жизни и правильное питание, включая большое количество свежих фруктов и овощей в рацион. Однако, ввиду сезонности и ограниченности срока хранения, подвергать фрукты переработке является не только необходимостью, но и способом увеличить срок их хранения, а также предоставить большее разнообразие продуктов для потребителей.

Переработка субтропических культур также позволяет создать новые продукты и напитки, которые имеют высокую пищевую ценность и способствуют сохранению всех полезных свойств и витаминов, содержащихся во фруктах. К тому же, процессы переработки могут осущест-

вляться на месте сбора сырья, что способствует сохранению его качества и уменьшению потерь [4].

Вместе с тем, актуальность способов переработки южных культур связана с экономическими и экологическими причинами. Постоянный рост населения планеты требует увеличения производства и предложения пищевых продуктов, что в свою очередь требует более эффективных способов переработки сырья. Кроме того, переработка субтропических культур позволяет сократить количество отходов пищевой промышленности и уменьшить негативное воздействие на окружающую среду.

Таким образом, актуальность развития инновационных способов переработки фруктов неоспорима, они являются неотъемлемой частью современной пищевой промышленности и способствуют улучшению качества питания, увеличению срока хранения, разнообразию продуктов и сокращению экологических рисков.

*Работа выполнена в рамках
ГЗ ФИЦ СХЦ РАН № FGRW-2022-0014*

Список литературы/References

1. Акимов М.Ю., Бессонов В.В., Коденцова В.М. и др. Биологическая ценность плодов и ягод Российского производства, Вопросы питания. 2020; 29(4) : 220-232. [Akimov M.Yu., Bessonov V.V., Kodentsova V.M. et al. Biological value of fruits and berries of Russian production, Problems of Nutrition. 2020; 29(4) : 220-232. (In Rus).] DOI: 10.24411/0042-8833-2020-10055/
2. Акимов М.Ю., Макаров В.Н., Жбанова Е.В. Роль плодов и ягод в обеспечении человека жизненно важными биологически активными веществами, Достижения науки и техники АПК. 2019; 33(2) : 56-60. [Akimov M.Yu., Makarov V.N., Zhanova E.V. The role of fruits and berries in providing humans with vital biologically active substances, Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. 2019; 33(2) : 56-60. (In Rus)]. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10214.
3. Алсивар С.К.А., Курбатова Е.И., Соколова Е.Н. и др. Биотехнологический способ переработки цитрусовых для получения осветлённых соков, Пиво и напитки. 2013; 4 : 18. [Alsivar S.K.A., Kurbatova E.I., Sokolova E.N., Rimareva L.V. A biotechnological method for processing citrus fruits to produce clarified juices, Beer and drinks. 2013; 4 : 18. (In Rus)].
4. Бакова Н.Н., Корженевская Ю.В., Карпова А.Н. Разработка стандартов для производства продуктов переработки субтропических культур. Сборник научных трудов ГНБС. 2017; 144 (2) : 114-117. [Bakova N.N., Korzhenevskaya Yu.V., Karpova A.N. Development of standards for the production of processed products of subtropical crops. Collection of scientific works of GNBS. 2017; 144 (2) : 114-117. (In Rus)].
5. Белоус О.Г. Биологические особенности культуры чая в условиях влажных субтропиков России. Докт. дис. Краснодар: КубГАУ, 2009. [Belous O.G. Biological peculiarities of tea culture in humid subtropics of Russia: Dr. diss. Krasnodar: KubSAU, 2009. (In Rus)].
6. Вельдина Ю.В., Вольникова Е.А. Анализ последних зарубежных исследований влияния заморозки на питательные и микробиологические свойства продуктов, XXI век: итог прошлого и проблемы настоящего плюс. 2019; 8 (48) : 142-147. [Veldina Yu.V., Volnikova E.A. Analysis of the latest foreign studies of the effect of freezing on the nutritional

and microbiological properties of products, XXI century: the result of the past and the problems of the present plus. 2019; 8(48) : 142-147. (In Rus)].

7. Гусейнова Б.М., Асабутаев И.Х., Даудова Т.И. Влияние низкотемпературных режимов консервирования на сохранность товарных качеств и нутриентного состава абрикосов с учётом сортовых особенностей и сроков хранения, ХИПС № 1. 2021; 15-17. [Guseinova B.M., Asabutaev I.Kh., Daudova T.I. The influence of low-temperature canning modes on the preservation of commercial qualities and nutrient composition of apricots, taking into account varietal characteristics and shelf life, HIPS №1. 2021; 15-17. (In Rus)]. DOI: 10.36107/spfp.2021.185.

8. Гусейнова Б.М., Асабутаев И.Х., Даудова Т.И. Влияние режимов замораживания, сроков хранения и способов дефростации на микробиологические показатели качества абрикосов, Техника и технология пищевых производств. 2021; 51 (1) : 30-35. [Guseinova B.M., Asabutaev I.Kh., Daudova T.I. The influence of freezing regimes, storage periods and defrosting methods on microbiological quality indicators of apricots, Equipment and technology of food production. 2021; 51 (1) : 30-35. (In Rus)]. DOI: 10.21603/2074-9414-2021-1-29-38.

9. Емельянов А.А., Емельянов К.А., Кузнецова Е.А. Биологически активные продукты переработки плодов мандарина, Пищевая промышленность, № 11. 2013; 76-78. [Emelyanov A.A., Emelyanov K.A., Kuznetsova E.A. Biologically active products processing of tangerine fruits, Food industry, № 11. 2013; 76-78. (In Rus)].

10. Желудков И.А., Косторнова О.В. Хозяйственно-биологическая оценка сортов абрикоса на подвое сеянцы дикого абрикоса в Ставропольском крае, Плодоводство и виноградарство Юга России, № 30. 2014; 3-9. [Zheludkov I.A., Kostornova O.V. Economic and biological assessment of apricot varieties on rootstock and wild apricot seedlings in the Stavropol Territory. Fruit growing and viticulture in the South of Russia, № 30. 2014; 3-9. (In Rus)].

11. Каримов Ш.Б., Каримов Б.Х. Сушилка фруктов и овощей на основе солнечных панелей. 2017, 75-78 с. [Karimov Sh.B., Karimov B.Kh. Drying fruits and vegetables based on solar panels. 2017; 75-78. (In Rus)].

12. Кац З.А. Производство сушёных овощей, картофеля и плодов. М.: Пищевая промышленность, 1976, 90 с. [Kats Z.A. Production of dried vegetables, potatoes and fruits. M.: Food industry, 1976, 90 p. (In Rus)].

13. Козлова Н.В., Малюкова Л.С. Динамика содержания гумуса в почвах чайных плантаций субтропиков России при длительном применении минеральных удобрений и без них, Плодородие. 2022; 3(126) : 52-57. [Kozlova N.V., Malyukova L.S. Dynamics of humus content in the soils of subtropical tea plantations in Russia with prolonged use of mineral fertilizers and without them, Plodorodie. 2022; 3(126) : 52-57. (In Rus)]. DOI: 10.25680/S19948603.2022.126.15.

14. Койонова А.Н. Сохраняя качество продуктов, Пищевая индустрия. 2021; 56-57. [Koyonova A.N. Maintaining the quality of products, Food industry. 2021; 56-57. (In Rus)].

15. Кувшинова О.А., Павкина И.П. Методы сохранения качества плодоовощной продукции, Технические науки. 2022; 186-193. [Kuvshinova O.A., Pavkina I.P. Methods for preserving the quality of fruits and vegetables, Technical science. 2022; 186-193. (In Rus)].

16. Кулян Р.В. Коллекция цитрусовых культур как инструмент повышения эффективности селекционного процесса, Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. 2018; 3(36) : 35-38. [Kulyan R.V. Collection of citrus crops as a tool to improve the efficiency of the breeding process, Theoretical and Applied Problems of Agro-industry. 2018; 3(36) : 35-38. (In Rus)].

17. Кулян Р.В. Формирование и изучение коллекции мандарина для селекционного использования, Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. 2019; 25 : 114-117. [Kulyan R.V. Formation

- and study of the mandarin collection for breeding use, Scientific works of the North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making. 2019; 25 : 114-117. (In Rus)]. DOI: 10.30679/2587-9847-2019-25-114-117.
18. Кулян Р.В., Абильфазова Ю.С., Белоус О.Г. Селекция мандарина (*Citrus reticulata* blanco var. *unshiu* Tan.) на улучшение качественных характеристик плодов, Садоводство и виноградарство. 2021.; 1 : 11-15. [Kulyan R.V., Abilfazova Yu.S., Belous O.G. Selection of mandarin (*Citrus reticulata* blanco var. *unshiu* Tan.) to improve the quality characteristics of fruits, Horticulture and viticulture. 2021.; 1 : 11-15. (In Rus)]. DOI: 10.31676/0235-2591-2021-1-11-15.
19. Кунина В.А., Белоус О.Г. Состояние растений мандарина (*Citrus reticulata* var. *unshiu* Tan.) при обработках физиологически активными веществами, Садоводство и виноградарство. 2022; 5 : 24-30. [Kunina V.A., Belous O.G. The condition of mandarin plants (*Citrus reticulata* var. *unshiu* Tan.) under treatment with physiologically active substances, Horticulture and viticulture. 2022; 5 : 24-30. (In Rus)]. DOI: 10.31676/0235-2591-2022-5-24-30.
20. Кунина В.А., Платонова Н.Б., Неводов П.А., Москвичева В.В. Анализ способов обработки плодовых культур перед закладкой на хранение (литературный обзор) // Субтропическое и декоративное садоводство. 2023; 86 : 35-53. [Kunina V.A., Platonova N.B., Nevodov P.A., Moskvicheva V.V. Analysis of methods of treatment of fruit crops before storage (literature review) // Subtropical and Ornamental Horticulture. 2023; 86 : 35-53. (In Rus)]. DOI: 10.31360/2225-3068-2023-86-35-53.
21. Лагошина А.Г., Пчихачев Э.К., Белоус О.Г. Влияние инновационных форм удобрений на адаптивный потенциал растений чая, Садоводство и виноградарство. 2021; 3 : 23-28. [Lagoshina A.G., Pchikhachev E.K., Belous O.G. The influence of innovative forms of fertilizers on the adaptive potential of tea plants, Horticulture and viticulture. 2021; 3 : 23-28. (In Rus)]. DOI: 10.31676/0235-2591-2021-3-23-28.
22. Лагошина А.Г., Пчихачев Э.К., Белоус О.Г. Влияние стимуляторов роста растений на ростовые процессы и продуктивность растений чая, Субтропическое и декоративное садоводство. 2021; 78 : 119-129. [Lagoshina A.G., Pchikhachev E.K., Belous O.G. The effect of plant growth stimulants on the growth processes and productivity of tea plants, Subtropical and ornamental horticulture. 2021; 78 : 119-129. (In Rus)]. DOI: 10.31360/2225-3068-2021-78-119-129.
23. Ловкис З., Павловская Л. Инновационные подходы в переработке плодов и ягод, Наука и инновации. 2012; 6(112) : 20-21. [Lovkis Z., Pavlovskaya L. Innovative approaches to processing fruits and berries. Science and innovation. 2012; 6(112) : 20-21. (In Rus)].
24. Малюкова Л.С., Рогожина Е.В. Информативность показателей общей метаболической активности микробиоценоза почв влажных субтропиков России в оценке степени их агрогенных изменений, Субтропическое и декоративное садоводство. 2022; 81 : 151-161. [Malyukova L.S., Rogozhina E.V. Informative value of indicators of the total metabolic activity of microbiocenosis of the soil of the humid subtropics of Russia in assessing the degree of their agrogenic changes, Subtropical and ornamental horticulture. 2022; 81 : 151-161. (In Rus)]. DOI: 10.31360/2225-3068-2022-81-151-160.
25. Матвиенко А.Н., Лисовой В.И., Казмирова М.А. и др. Технологии хранения фруктов и овощей для производства консервированной продукции. 2014 ;4. [Matvienko A.N., Lisovoy V.I., Kazimirova M.A., Shalyakhov A.A. Technologies for storing fruits and vegetables for the production of canned products. 2014; 4. (In Rus)].
26. Мельников В.А., Хохлов С.Ю., Панюшкина Е.С., Мелкозерова Е.А. Биологически активные вещества в свежих плодах хурмы и продуктах их переработки. Плодоводство и ягодоводство России. 2019; 58 : 218-225. [Melnikov V.A., Khokhlov S.Yu., Panyushkina E.S., Melkozzerova E.A. Biologically active substances in fresh fruits of persimmon

- and products of their processing. Fruit and berry growing in Russia. 2019; 58 : 218-225. (In Rus)]. DOI: 10.31676/2073-4948-2019-58-218-225.
27. Мишанин Ю.Ф. Биотехнология рациональной переработки животного сырья: учебное пособие для вузов 3-е изд., 2021, 669 с. [Mishanin Yu.F. Biotechnology of rational processing of animal raw materials: textbook for universities, 3rd ed, 2021, 669 p. (In Rus)]. ISBN: 978-5-8114-2562-4.
28. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации МР 2.3.1.2432-08. [Norms of physiological needs for energy and nutrients for various groups of the population of the Russian Federation. Methodological recommendations MR 2.3.1.2432-08. (In Rus)].
29. Омарова З.М., Кулян Р.В., Омаров М.Д. Создание новых форм фейхоа (*Feijoa sellowiana*) от межсортовых целенаправленных скрещиваний, Плодоводство и виноградарство Юга России. 2023; 80(2) : 70-82. [Omarova Z.M., Kulyan R.V., Omarov M.D. Creation of new forms of Feijoa (*Feijoa sellowiana*) from intersort purposeful crosses, Fruit growing and viticulture of South Russia. 2023; 80(2) : 70-82. (In Rus)]. DOI: 10.30679/2219-5335-2023-2-80-70-82.
30. Патент РФ № 2693300. Способ производства хрустящих фруктово-ягодных снеков / Ткаченко М.И.; заявл. 13.06.2018. опуб. 2.07.2019. бюл. № 19. [Patent of the Russian Federation № 2693300. Method of production of crunchy fruit and berry snacks / Tkachenko M.I.; application 13.06.2018. publ. 2.07.2019. bul. № 19. (In Rus)].
31. Перфилова О.В. Применение СВЧ-нагрева при переработке яблочных выжимок на продукты функционального питания, Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2016; 3 : 78-83. [Perfilova O.V. Application of microwave heating in the processing of apple pomace for functional food products. Bulletin of Michurinsk State Agrarian University. 2016; 3 : 78-83. (In Rus)].
32. Перфилова О.В., Бабушкин В.А., Ананских В.В. и др. Ресурсосберегающая технология переработки яблок. Производство пищевых продуктов, Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания. 2017; 6 : 22-27. [Perfilova O.V., Babushkin V.A., Ananskikh V.V. et al. Resource-saving technology of apple processing. Manufacture of food products. Technologies of food and processing industry АПК-products of healthy food. 2017; 6 : 22-27. (In Rus)].
33. Перфилова О.В., Бабушкин В.А., Магомедов Г.О. и др. Технология переработки яблок на сок прямого отжима и пюре, Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2016; 3(11) : 82-85. [Perfilova O.V., Babushkin V.A., Magomedov G.O. et al. Technology of processing apples for direct juice and puree, Technologies of food and processing industry АПК – products of healthy food. 2016; 3(11) : 82-85. (In Rus)].
34. Платонова Н.Б., Белоус О.Г. Содержание флавоноидов в чёрном чае. Мичуринский агрономический вестник, 92-97 [Platonova N.B., Belous O.G. Flavonoid content in black tea. Michurinsk agronomic bulletin, 92-97. (In Rus)].
35. Платонова Н.Б., Белоус О.Г., Остадалова М. Сравнительный анализ биохимических компонентов чая // Субтропическое и декоративное садоводство: сб. науч. тр. – Сочи: ФГБНУ ВНИИЦиСК, 2017; 61 : 180-189. [Platonova N.B., Belous O.G., Ostadalova M. Comparative analysis of biochemical components of tea // Subtropical and ornamental horticulture: a collection of scientific papers - Sochi: FGBNU VNIItsiSK, 2017; 61 : 180-189. (In Rus)].
36. Родионова Л.Я., Сокол Н.В., Шубина Л.Н. и др. Технология применения порошкообразных пищевых добавок из растительного сырья, Научный журнал КубГАУ. 2017; 133(07) : 7-14. [Rodionova L.Y., Sokol N.V., Shubina L.N. et al. Technology of application

- of powdered food additives from vegetable raw materials. Scientific Journal of KubGAU. 2017; 133(07) : 7-14. (In Rus)]. DOI: 10.21515/1990-4665-131-114.
37. Рудобашта С.Т. Современное состояние и направления развития теории и практики сушки. Современные энергосберегающие тепловые технологии (сушка и тепловые процессы): сборник научных трудов Седьмой международной научно-практической конференции, посвященной 110-летию со дня рождения Академика А.В. Лыкова, М.: ООО «Мегаполис», 2020; 10-13. [Rudobashta S.T. Modern state and directions of development of the theory and practice of drying. Modern energy-saving thermal technologies (drying and thermal processes): collection of scientific papers of the Seventh International Scientific and Practical Conference dedicated to the 110th anniversary of the birth of Academician A.V. Lykov, M.: LLC "Megapolis", 2020. 10-13. (In Rus)]. ISBN: 978-5-6044861-1-5.
38. Семенов Г.В., Шейн Н.В., Троянова Т.Л. Выбор режимов замораживания и сублимационной сушки термолабильных объектов, Пищевая технология. 2002; 5(6) : 38-41. [Semenov G.V., Shein N.V., Troyanova T.L. Selection of modes of freezing and freeze drying of thermolabile objects. Pischevaya tekhnologiya. 2002; 5(6) : 38-41. (In Rus)].
39. Степаненко Д.С., Тарусова Н.В., Гогунская П.В. Микробиологические аспекты хранения свежих плодов, обработанных электроионизируемым воздухом, Биологический вестник МДПУ. 2012; 1 : 144-146. [Stepanenko D.S., Tarusova N.V., Gogunskaya P.V. Microbiological aspects of storage of fresh fruits treated with electro-ionized air. Biological Bulletin of TIRF. 2012; 1 : 144-146. (In Rus)].
40. Темнякова Ю.С., Блиникова А.С. Перспективные способы переработки плодово-ягодного сырья: Студенческий научный форум: материалы XIV Международной студенческой научной конференции, 2022. URL: <https://scienceforum.ru/2022/article/2018028588>. Ссылка активна на 24.11.2023. [Temnyakova Yu.S., Blinnikova A.S. Perspective methods of processing fruit-berry raw materials: Student Scientific Forum: materials XIV of the International Student Scientific Conference, 2022. URL: <https://scienceforum.ru/2022/article/2018028588>. Link active on 24.11.2023. (In Rus)].
41. Троянова Т.Л. Использование плодов субтропических культур в функциональном питании, Пищевая промышленность. 2011; 2 : 14. [Troyanova T.L. Use of fruits of subtropical cultures in functional nutrition, Food Industry. 2011; 2 : 14. (In Rus)].
42. Тутберидзе Ц.В., Слепченко Н.А., Кулян Р.В. Геноресурсная коллекция субтропических, южных плодовых и цветочно-декоративных культур в ФИЦ СНЦ РАН: Аграрная наука – сельскому хозяйству: матер. всерос. науч.-практ. конф. Майкоп: Изд-во «Магарин Олег Григорьевич», 2021. [Tutberidze Ts.V., Slepchenko N.A., Kulyan R.V. Genoresource collection of subtropical, southern fruit and flower-ornamental crops in the FIT SNC RAS: Agrarian science – agriculture: mater. vseros. nauch.-prakt. conf. Майкоп: Publishing house "Magarin Oleg Grigoryevich", 2021. (In Rus)].
43. Федоренко В.Ф., Мишуров Н.П., Коноваленко Л.Ю. и др. Технологические процессы и оборудование, применяемые при производстве продуктов питания: науч. аналит. обзор. 2017; 192. [Fedorenko V.F., Mishurov N.P., Konovalenko L.Yu. et al. Technological processes and equipment used in food production: scientific analytical review. 2017; 192. (In Rus)]. ISBN: 978-5-7367-1180.
44. Филиппова Р.Л., Колеснов А.Ю., Мухамеджанов Т.Г. Бактерии рода *Alicyclobacillus* – возбудители порчи фруктовых соков и напитков, Наука – производству. 2004; 3 : 30-32. [Filippova R.L., Kolesnov A.Y., Mukhamedjanov T.G. Bacteria of the genus *Alicyclobacillus* – causative agents of spoilage of fruit juices and drinks, Science to Production. 2004; 3 : 30-32. (In Rus)].
45. Хосилбекова Д. Влияние комнатных растений на состояние здоровья человека, их вред и польза. Нутриенты, их значение в обеспечении жизнедеятельности организма, «Journal of Natural Science». 2022; 4(9) : 134-136. [Khosilbekova D. Influence of indoor plants on human health, their harm and benefit. Nutrients, their importance in providing

- vital activity of the organism, *Journal of Natural Science*. 2022; 4(9) : 134-136. (In Rus)].
46. Широков Е.П. Технология хранения и переработки плодов и овощей с основами стандартизации. М.: Агропромиздат, 1988, 5 с. [Shirokov E.P. Technology of storage and processing of fruits and vegetables with the basics of standardization. M.: Agropromizdat, 1988, 5 p. (In Rus)]. ISBN: 5-10-000410-X.
47. Antelo L.T., Passot S., Fonseca F. et al. Toward optimal operation conditions of freeze-drying processes via a multilevel approach. *Dry, Technol.* 2012; 30 : 1432-1448. DOI: 10.1080/07373937.2012.686079.
48. Cardello A.V. Consumer concerns and expectations about novel food processing technologies: Effects on product liking, *Appetite*. 2003; 40 : 217-233. DOI: 10.1016 / s0195-6663 (03)00008-4.
49. Duan X., Liu W.C., Ren G.Y. et al. Browning behavior of button mushrooms during microwave freeze-drying. *Dry, Technol.* 2016; 34 : 1373-1379. DOI: 10.1080/07373937.2015.1117487.
50. Egas-Astudillo L.A., Martínez-Navarrete N., Camacho M.M. Impact of biopolymers added to a grapefruit puree and freeze-drying shelf temperature on process time reduction and product quality, *Food Bioprod. Process.* 2020; 120 : 143-150. DOI: 10.1016/j.fbp.2020.01.004.
51. Haseley P., Oetjen G.W. *Freeze-Drying*; Wiley-VCH: Weinheim, Germany, 2018; 421. ISBN: 978-3-527-61249-9.
52. Jia Y., Khalifa I., Hu L. et al. Influence of three different drying techniques on persimmon chips' characteristics: A comparison study among hot-air, combined hot-air-microwave, and vacuum-freeze drying techniques, *Food Bioprod. Process.* 2019; 118 : 67-76. DOI: 10.1016/j.fbp.2019.08.018.
53. Liapis A.I., Bruttini R. *Freeze Drying*. In *Handbook of Industrial Drying*, 4th ed.; Mujumdar, A.S., Ed.; CRC Press: Boca Raton, FL, USA, 2014; 259-282. ISBN: 978-1-466-59665-8.
54. Nireesha G., Divya L., Sowmya C. et al. Lyophilization/freeze drying – An review. *IJNTPS*, 2013; 3 : 87-128.
55. Ratti C. Hot air and freeze-drying of high-value foods: A review. *J. Food Eng.* 2001; 49 : 311-319. DOI: 10.1016/S0260-8774(00)00228-4.
56. Sacchetti G., Chiodo E., Neri L. et al. Consumers' liking toward roasted chestnuts from fresh and frozen nuts. Influence of psycho-social factors and familiarity with product, *Acta Hort.* 2009; 844 : 53-57.
57. Wu X.-f., Zhang M., Bhandari B. A novel infrared freeze drying (IRFD) technology to lower the energy consumption and keep the quality of *Cordyceps militaris*. *Innov, Food Sci. Emerg.* 2019; 54 : 34-42. DOI: 10.1016/j.ifset.2019.03.003.

METHODS OF PROCESSING SUBTROPICAL AND SOUTHERN FRUIT CROPS (LITERATURE REVIEW)

Kuzyakina A.I., Kunina V.A., Platonova N.B.

*Federal Research Centre
the Subtropical Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences,
Sochi, Russia, e-mail: kunina.v@internet.ru*

The paper describes the main ways of processing subtropical crops. The aim of this work was to identify the efficiency of processing for subtropical and southern fruit crops based on the research of Russian and foreign scientists, which can expand the range of final products and increase profits in the processing industry

sector. Currently, subtropical crops are becoming increasingly popular due to their unique flavor and nutritional qualities. However, the presence of a short ripening season and rapid deterioration of quality after harvesting poses a challenge to the preservation, transportation and use of these crops. This paper considers several methods of processing fruits for their long-term storage and utilization. Preservation methods such as aseptic canning, production of juices, snacks, squeezes and varieties of freezing at different temperatures are analyzed. The terms blanching and defrosting, convection and solar panel drying, and freeze drying are defined. The results of the study allow analyzing how each of the processing methods contributes to the preservation of nutritional value and increases the crops' shelf life. In addition, recommendations on the optimal use of these methods in various conditions and for different types of subtropical and southern fruit crops that can be used by farmers, producers and consumers are considered, which contributes to the development of the industry and increases the availability of these products on the market.

Key words: methods of processing, fruits, fruit, product quality, drying, freezing, canning.