УДК 634.424.8

СУБЛИМИРОВАННАЯ СУШКА ПЛОДОВ ФЕЙХОА И ВОЗМОЖНОСТЬ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В РЕЦЕПТУРАХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

¹Симоненко С.В., ¹Симоненко Е.С., ²Краснова И.С., ²Семенов Г.В.¹НИИ детского питания – филиал ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»,
Истра, e-mail: info@niidp.ru;²ФГБОУ ВО «МГУПП», Москва, e-mail: mgupp@mgupp.ru

В статье рассматривается изучение влияния вакуумной сублимационной сушки на интегральную антиоксидантную активность (АОА) плодов фейхоа, массовую долю витамина С и на органолептические показатели. Плоды фейхоа являются скоропортящимися, согласно действующим нормативным документам, допустимый срок их хранения составляет всего 20 дней, что резко ограничивает время их использования в условиях промышленного производства. Эта ситуация может быть изменена путём применения современной технологии вакуумной сублимационной сушки, обеспечивающей высокий уровень сохранности нативных свойств сырья растительного происхождения. Эксперименты по замораживанию и вакуумной сублимационной сушке плодов фейхоа проведены на лабораторном оборудовании. Органолептическая оценка включала следующие показатели: цвет, запах, вкус и структура кусочков. Каждый показатель оценивали, используя шкалу из пяти пунктов по сравнению со свежими плодами. Интегральную АОА определяли на приборе «Эксперт-006» кулонометрическим титрованием с использованием электрогенерированных галогенов. Результаты определения интегральной антиоксидантной активности получали в мг/мл в пересчете на аскорбиновую кислоту. Массовую долю витамина С определяли титриметрическим методом по ГОСТ 24556-89. Эксперименты проводили в 3–5-кратной повторности. В результате исследований наибольшую ценность в плане наличия комплекса полезных свойств представляет кожура плодов фейхоа. Вакуумная сублимационная сушка обеспечивает высокий уровень сохранности исследуемых показателей качества. Для обеспечения удобной технологии последующего использования высушенных плодов фейхоа их целесообразно измельчать в порошок. Порошок позволяет обеспечить удобное его дозирование при введении в состав широкого ассортимента пищевых продуктов

Ключевые слова: антиоксидантная активность, вакуумная сублимационная сушка, органолептическая оценка, сублимированный порошок

EXPANSION OF APPLICATION AND TERMS OF USE OF FREEZE-DRIED FRUITS OF FEIJOA IN FOOD FORMULATIONS

¹Simonenko S.V., ¹Simonenko E.S., ²Krasnova I.S., ²Semenov G.V.¹Scientific research Institute of baby nutrition – branch of the Federal research centre of nutrition and biotechnology, Istra, e-mail: info@niidp.ru;²Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«Moscow State University of food production», Moscow, e-mail: mgupp@mgupp.ru

The article considers the effect of vacuum freeze drying on the integral antioxidant activity (AOA) of feijoa fruit, the content of vitamin C, and the organoleptic parameters. Feijoa fruit are perishable; according to the current normative documents, their acceptable shelf life is only 20 days, which severely limits the time of their use in the industrial production. This situation can be changed by applying the modern vacuum freeze drying method that provides a high level of preservation of the native properties of this raw materials of plant origin. Experiments on freezing and vacuum freeze drying of feijoa fruit were carried out in experimental conditions on laboratory equipment. The organoleptic evaluation (color, smell, taste, and texture of pieces) was performed on a five-point scale, with the subsequent selection of the most promising samples. The integral AOA was determined using an «Expert-006» device by coulometric titration using electrogenerated halogens. The results of determining the integral antioxidant activity were obtained in mg/ml in ascorbic acid equivalent. The mass fraction of vitamin C was determined using titrimetric method as per the State Standard GOST 24556-89. The experiments were carried out in 3–5 replicates. As a result of the study, the peel of feijoa fruit is of the maximum value in terms of the presence of a complex of useful substances. Vacuum freeze drying provides a high level of preservation of the studied quality parameters. For further use of dried feijoa fruit, they should be crushed into powder, which allows for its easy dosing when used as part of a wide range of food products, including those intended for baby food.

Keywords: antioxidant activity, vacuum freeze drying, organoleptic evaluation, freeze-dried powder

Фенольные соединения (катехины, флавоны, флавоноиды, лейкоантоцианы), входящие в состав плодов фейхоа, являются антиоксидантами, формируют аромат плодов и обладают тонизирующими свойствами. Особо следует отметить высокое содержание йода в составе плодов,

по этому показателю эти плоды сопоставимы с морепродуктами. Столь богатый и разнообразный химический состав плодов фейхоа делает их очень перспективными для использования в рецептурах продуктов не только массового потребления, но и продуктов функциональной на-

правленности, в том числе и для детского питания. К сожалению, плоды фейхоа являются скоропортящимися, согласно действующим нормативным документам, допустимый срок их хранения составляет всего 20 дней, что резко ограничивает время их использования в условиях промышленного производства [1]. Эта ситуация может быть изменена путём применения современной технологии вакуумной сублимационной сушки, обеспечивающей высокий уровень сохранности нативных свойств сырья растительного происхождения [2].

Цель работы: изучение влияния вакуумной сублимационной сушки на интегральную антиоксидантную активность (АОА) фейхоа, массовую долю витаминов С и на органолептические показатели.

Материалы и методы исследования

Материалами исследования являются образцы плодов фейхоа. В работе используются органолептические, физико-химические, методы исследования и статистического анализа.

Результаты исследований и их обсуждение

Фейхоа – это растение, которое уже много веков широко культивируется в странах Латинской Америки и Юго-Восточной Азии. В России фейхоа впервые начали разводить в середине XIX в. в Крыму, а сейчас промышленно значимые плантации его находятся в Краснодарском крае и в Абхазии. Ярко-зеленые плоды фейхоа с оригинальным терпким вкусом содержат полезные вещества, представленные витаминами и микроэлементами, эфирными маслами и фенольными соединениями [3]. Химический состав конкретных плодов фейхоа зависит от сорта растения, места его произрастания и климатических условий. Вместе с тем для использования в дальнейших исследованиях можно ориентироваться на усреднённые данные химического состава плодов фейхоа (табл. 1) [2], выращиваемых в Абхазии, поскольку они сегодня являются наиболее перспективными для промышленного использования с учётом их стоимости, количества и уровня качества [4].

Эксперименты по замораживанию и вакуумной сублимационной сушке проведены на лабораторном оборудовании, разработанном и эксплуатируемом в МГУПП [5].

Органолептическая оценка включала следующие показатели: цвет, запах, вкус и структура кусочков. Каждый показатель оценивали, используя шкалу из пяти пунктов по сравнению со свежими плодами.

Таблица 1
Данные химического состава
плодов фейхоа

Наименование показателя	Среднее значение
Влажность, %	90
Свободная глюкоза, %	25
Фруктоза свободная, %	23,67
Сахароза, %	0,59
Аскорбиновая кислота, мг %	393,8
Витамин В1, мг %	2,1
Витамин В2, мг %	0,7
Витамин В5, мг %	2,0
β-каротин, мг %	5,77
Катехины, мг %	892,78
Лейкоантоцианы, мг %	969,07
α-хлорофилл, мг %	26,39
β-хлорофилл, мг %	11,65
Общая кислотность, %	22,16
Лимонная кислота, %	14,54
Яблочная кислота, %	3,2
Пектин растворимый, %	4,64
Протопектин, %	4,95
Йод, мкг %	2,58
Калий, мг %	1237,11
Натрий, мг %	154,64
Магний, мг %	135,05
Железо, мг %	2,37

Интегральную АОА определяли на приборе «Эксперт-006» кулонометрическим титрованием с использованием электрогенерированных галогенов. Данный метод позволяет оценить общую антиоксидантную активность объекта, а не концентрацию отдельных АО, информация о которых, как правило, недостаточна, поскольку в этом случае не учитываются процессы взаимного окисления/восстановления и влияние матрицы исследуемого объекта.

Метод кулонометрического титрования считается наиболее эффективным за счет способности брома вступать в реакции радикальные, окислительно-восстановительные, электрофильного замещения и присоединения по кратным связям, охватывая тем самым все возможные антиоксиданты в сырье.

Электрогенерацию брома осуществляли при постоянной силе тока 50 мА или 5 мА из водных 0,2 М растворов калия бромистого в 0,1 М растворе серной кислоты с определением конца титрования вольтметрической индикацией с двумя поляризованными электродами из инертного металла. Результаты определения интегральной антиоксидантной активности получали в мг/мл в пересчете на аскорбиновую кислоту.

Массовую долю витамина С определяли титриметрическим методом по ГОСТ 24556-89.

Эксперименты проводили в 3–5-кратной повторности.

Предварительно подготовленные ягоды вымыли в проточной воде, разделили на две части. Первую часть разрезали дольками толщиной 5–7 мм. Вторую часть очистили от кожуры, мякоть нарежали также дольками. Далее определяли исследуемые показатели в свежих плодах с кожурой, отдельно в мякоти и отдельно в кожуре. Оставшиеся дольки плодов с кожурой, отдельно дольки мякоти и отдельно кожуру замораживали в противнях в морозильной камере при температуре -25°C и интенсивной циркуляции воздуха. Далее осуществляли процесс сублимации при температуре продукта на этапе сублимации – минус $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, досушку проводили при максимальной температуре в центре продукта $40\text{--}42^{\circ}\text{C}$. Кусочки плодов сушили в течение 12–14 часов. Конечная влажность высушенных кусочков плодов составляла 1,5–2,5%. На рис. 1 показаны противни с замороженным сырьём в момент загрузки их в сушильную камеру экспериментального стенда СВП-0.36 для последующей вакуумной сублимационной сушки.

Рис. 1. Измельченные и замороженные плоды фейхоа в противнях при загрузке в сушильную камеру лабораторного стенда СВП-0,36

Рис. 2. Порошок, полученный после измельчения высушенных плодов фейхоа

Дольки плодов и кожура после сублимационной сушки сохранили свой цвет, вкус и аромат, свойственные свежему фрукту.

После вакуумной сублимационной сушки в высушенных кусочках плодов определяли все исследуемые показатели.

Результаты исследования интегральной антиоксидантной активности представлены в табл. 2.

Как следует из данных, представленных в табл. 2, наибольшую ценность в плане наличия комплекса полезных свойств представляет кожура плодов фейхоа. На втором и третьем месте находятся соответственно неочищенные плоды и их мякоть. Вакуумная сублимационная сушка обеспечивает высокий уровень сохранности исследуемых показателей качества [6].

Для обеспечения удобной технологии последующего использования высушенных плодов фейхоа их целесообразно измельчать в порошок, как представлено на рис. 2. Порошок позволяет обеспечить удобное его дозирование при введении в состав широкого ассортимента пищевых продуктов. На наш взгляд, сублимированный порошок плодов фейхоа может быть использован в составе следующих пищевых продуктов:

- йогурты, творог, ацидофильная паста, простокваша Мечникова – для обогащения их йодом и другими полезными веществами, содержащимися в плодах фейхоа. Особо следует отметить, что сублимированный порошок фейхоа будет являться пребиотиком, обеспечивающим увеличение количества бифидо- и лактобактерий;

- мороженое – для придания оригинального вкуса и придания профилактической направленности, с учётом того, что основными потребителями этого продукта являются дети;

- хлебобулочные изделия – в рецептурах которых порошок сублимированного фейхоа будет играть роль обогащающей йодирующей добавки;

- напитки из фруктов, овощей и ягод в различных сочетаниях с добавлением сублимированного порошка фейхоа – придание оригинального вкуса, обогащение йодом.

Во всех рассмотренных примерах фейхоа потенциально будет увеличивать допустимые сроки хранения поскольку по своей физической природе содержит высокое количество антиоксидантов.

Рассмотренные примеры обозначают перспективные направления использования сублимированных компонентов плодов фейхоа. Детализация рецептур, оценка уровня введения порошка в каждую конкретную рецептуру, оценка пищевой ценности и органолептических показателей будут являться предметом дальнейших исследований.

Таблица 2

Интегральная антиоксидантная активность, мг/г сухого вещества

	Мякоть с кожурой	Мякоть без кожуры	Кожура
Свежие фрукты	10,6	9,91	17,17
Высушенные фрукты	6,7	5,8	12,7

Научно-исследовательская работа по подготовке рукописи проведена за счет средств субсидии на выполнение государственного задания в рамках Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 гг. по направлению № 0529-2016-0042.

Список литературы

1. Мякинникова Е.И., Касьянов Г.И. Особенности технологии хранения и переработки субтропических плодов // Политематич. сетевой электр. научн. журнал КубГАУ. 2014. вып. № 96 (02). URL: <http://ej.kubagro.ru/2014/02/pdf/27.pdf> (дата обращения: 17.10.2018).

2. Троянова Т.Л. Разработка технологии пищевых добавок из растительного сырья: дис. ... к.т.н. Краснодар: КубГТУ, 2005. 133 с.

3. Приток Т.Г., Германов М.Г., Омаров М.Д., Омарова З.М. Плоды фейхоа – источники повышенного содержания питательных и биологически активных веществ // Субтропическое и декоративное садоводство: сб. науч. тр. Сочи: ВНИИЦиСК, 2015. Т. 53. С. 120–126.

4. Абшилова А.Н., Причко Т.Г. Сортовая оценка химического состава и технических показателей плодов фейхоа, выращенных в условиях Абхазии // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2011. № 10 (4). С. 116–125.

5. Семенов Г.В. Вакуумная сублимационная сушка. М.: ДеЛи плюс, 2013. 264 с.

6. Касьянов Г.И., Мякинникова Е.И., Связен И.Е. Теоретическое и экспериментальное обоснование технологии глубокой переработки субтропического сырья. Краснодар: КубГТУ, 2012. 170 с.