

Проектирование и моделирование новых продуктов питания Engineering and modeling new food products

Научная статья
УДК 582.912.46:536.422.4:66.049.6:664.8(045)
DOI: 10.14529/food230405

ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ЭКСТРАКТОВ И СУБЛИМАТОВ В ВИДЕ ПОРОШКОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ БЕЗОТХОДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОВОЩЕЙ И ФРУКТОВ

А.Т. Васюкова¹, vasyukova-at@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7374-4145>
Е.М. Мазуркевич¹, mazurkevichem@mgupp.ru, <https://orcid.org/0009-0003-3428-6932>
Р.А. Эдварс¹, rostislave@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9290-8619>
М.В. Васюков¹, vasyukov-mv@yandex.ru
М. Талби², visit.mounir@gmail.com

¹ Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), Москва, Россия

² Московский государственный университет технологий и управления
им. К.Г. Разумовского (ПКУ), Москва, Россия

Аннотация. В результате реализации научных исследований систематизированы инновационные технологии создания изделий массового потребления повышенной пищевой и биологической ценности, а также продуктов профилактического и диетического назначения на основе расширения и совершенствования сырьевой базы сельскохозяйственной продукции. Цель исследований – разработка технологий производства сублимированных и экстрагированных растительных продуктов из органического сырья, в том числе и дикорастущих растений, в качестве источника биологически активных веществ. Разработаны технологии получения порошков методами экстракции и сублимации. Экстракцию питательных веществ производили спиртом, затем смесь пастеризовали при 50–55 °С, отделяли плотную часть, сгущали, затем производили сушку, упаковку и хранение. Производство порошков осуществляется способом сублимации из мезги, упаковывания и хранения на основе безотходной переработки сырья. Из более 50 образцов порошкообразных экстрактов и сублиматов отобраны 14 вариантов одно-, двух-, трех- и четырехкомпонентных купажей овощных, плодово-ягодных порошков. Получены оптимальные органолептические характеристики сублимированных и экстрагированных продуктов из органического растительного (голубика, малина, ежевика, клюква, облепиха, жимолость, брусника, перец сладкий, паприка, томаты, петрушка, укроп, базилик) и дикорастущего сырья (крапива, мелисса, чабрец), наилучшим образом реализующих полезный комплекс технологических и питательных свойств: производство нового поколения порошкообразных пищевых полупродуктов (композитов), оптимизированных пищевых смесей повышенной биологической ценности. Методом газожидкостной хроматографии определен витаминный состав порошкообразных экстрактов и сублиматов, подтверждающий их высокое качество.

Ключевые слова: инновационные технологии, экстракты, порошки, витамины, пищевые смеси, сублимированные и экстрагированные продукты

Для цитирования: Показатели качества экстрактов и сублиматов в виде порошков, полученных при безотходной технологии переработки овощей и фруктов / А.Т. Васюкова, Е.М. Мазуркевич, Р.А. Эдварс и др. // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2023. Т. 11, № 4. С. 44–54. DOI: 10.14529/food230405

Original article
DOI: 10.14529/food230405

QUALITY INDICATORS OF EXTRACTS AND SUBLIMATES IN THE FORM OF POWDERS OBTAINED WITH WASTE-FREE TECHNOLOGY FOR PROCESSING VEGETABLES AND FRUITS

A.T. Vasyukova¹, vasyukova-at@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7374-4145>

E.M. Mazurkevich¹, mazurkevichem@mgupp.ru, <https://orcid.org/0009-0003-3428-6932>

R.A. Edwards¹, rostislave@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9290-8619>

M.V. Vasyukov¹, vasyukov-mv@yandex.ru

M. Talbi², visit.mounir@gmail.com

¹ Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH), Moscow, Russia

² Moscow State University of Technology and Management them. K.G. Razumovsky (PKU), Moscow, Russia

Abstract. As a result of the implementation of scientific research, innovative technologies have been systematized for creating consumer products of increased nutritional and biological value, as well as preventive and dietary products based on expanding and improving the raw material base of agricultural products. The purpose of the research is to develop scientific directions for the creation of innovative technologies for the production of sublimated and extracted plant products from organic raw materials, including wild plants, as a source of biologically active substances, as well as complex universal food additives; substantiation of the ingredient composition of the developed products, assessment of their quality, safety, harmlessness and economic efficiency. Technologies for obtaining powders by extraction and sublimation methods have been developed. Nutrients were extracted with alcohol, then the mixture was pasteurized at 50-55°C, the dense part was separated, thickened, then dried, packaged and stored. The production of powders is carried out by the method of sublimation from the pulp, packaging and storage on the basis of non-waste processing of raw materials. From more than 50 samples of powdered extracts and sublimates, 14 variants of one-, two-, three- and four-component blends of berry powders were selected. Optimal organoleptic characteristics of sublimated and extracted products from organic vegetable (dove, raspberry, blackberry, cranberry, sea buckthorn, honeysuckle, lingonberry, sweet pepper, paprika, tomatoes, parsley, dill, basil) and wild-growing raw materials (nettle, lemon balm, thyme) were obtained in the best way, realizing a useful complex of technological and nutritional properties: the production of a new generation of powdered food intermediates (composites), optimized food mixtures of increased biological value. The vitamin composition of powdered extracts and sublimates was determined by gas-liquid chromatography, confirming their high quality.

Keywords: innovative technologies, extracts, powders, vitamins, food mixtures, sublimated and extracted products

For citation: Vasyukova A.T., Mazurkevich E.M., Edvars R.A., Vasyukov M.V., Talbi M. Quality indicators of extracts and sublimates in the form of powders obtained with waste-free technology for processing vegetables and fruits. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2023, vol. 11, no. 4, pp. 44–54. (In Russ.) DOI: 10.14529/food230405

Введение

Важным приоритетным научным направлением в настоящее время является создание инновационных и высокотехнологичных производств сублимированных растительных продуктов, в связи с чем проведение исследований – одна из форм его реализации.

Сублимированные растительные продукты из органического сырья приобретают все большую популярность как в качестве специализированных продуктов, так и продуктов массового потребления. Однако ассортимент

сублимированных растительных продуктов, обогащенных микронутриентами, в том числе отечественного производства, недостаточен и требует новых разработок. Особенно это касается обоснования рецептурного состава.

Современные условия жизни человека диктуют необходимость разработки широкого ассортимента пищевых продуктов с учетом особенностей трудовой деятельности, проживания, традиций в питании, экономических возможностей, целого ряда других факторов.

В настоящее время определены следующие приоритетные направления в области производства сублимированных растительных продуктов и продуктов специального назначения

- поиск новых видов нетрадиционного сырья;
- расширение ассортимента продуктов питания, пайков и рационов для детского питания, военнослужащих и иных спецконтингентов, продуктов с функциональными свойствами;
- создание продуктов питания для экстремальных ситуаций, особых условий труда и обитания, в том числе космических.

Научной основой современной стратегии производства пищи является изыскание новых ресурсов незаменимых компонентов пищи, использование нетрадиционных видов сырья, создание новых прогрессивных технологий, позволяющих повысить пищевую и биологическую ценность продукта, придать ему заданные свойства, увеличить срок хранения. В мировой практике одним из распространенных способов корректировки состава продуктов стало комбинирование сырья с компонентами растительного и животного происхождения. Особый интерес в этом отношении представляют продукты переработки зерновых и бобовых культур, дикорастущих растений в сочетании с пряно-ароматическим сырьем.

Характерной особенностью современных пищевых продуктов является сложность их рецептурных составов, то есть наличие в составе продукта большого количества пищевых ингредиентов различной химической природы, проявление свойств и взаимодействий которых в ходе технологического процесса и обеспечивает получение пищевого продукта определенной пищевой ценности с заданной совокупностью потребительских характеристик.

Проблема повышения качества пищевых продуктов для населения нашей страны имеет актуальное значение, что неоднократно отмечали на различных симпозиумах и конференциях по проблемам производства высококачественных пищевых продуктов. Переход страны на потребление импортных генномодифицированных продуктов и использование синтетических средств в обогащении пищевых продуктов сказался на общем здоровье граждан России. По данным Минздрава, гражданин России должен потреблять примерно 140 кг овощей и бахчевых, а также 100 кг фруктов, а потребляет почти в два раза меньше. Нехватка витаминов и минеральных веществ

ставит серьезную угрозу иммунитету будущих поколений. Ухудшение среды обитания человека в связи с загрязнением нижних слоев атмосферы сбросными газами и загрязнением гидросферы, утилизируемыми в водоемы отбросами различного производства, обуславливает необходимость потребления физиологически активных веществ фруктов и овощей, обладающих антиоксидантными и иммуномодулирующими свойствами.

Эффективным решением данной проблемы является применение высококачественных порошков, имеющих высокие физиологические и органолептические достоинства.

Одним из наиболее развивающихся направлений в пищевой, пище-концентратной промышленности в настоящее время является производство порошков (овощных, фруктовых, ягодных), сухих порошкообразных зерновых смесей со сбалансированным химическим составом. Производство порошков позволяет стабилизировать биологически активные соединения; повысить биодоступность витаминов и минеральных веществ за счет разрушения межмолекулярных связей; значительно повысить удельную активную поверхность усвоения продукта; микроструктурировать пищевые волокна, придав им свойства энтеросорбентов.

Кроме перечисленных достоинств порошки характеризуются высокими органолептическими показателями, высокой концентрацией физиологически активных веществ и низким содержанием влаги (около 8 %), что позволяет хранить их в течение длительного времени при комнатной температуре без потери качества. Особое значение приобретает разработка рецептур и технологий новых комбинированных полуфабрикатов с высокой биологической ценностью на основе сочетания растительного сырья со специями [1–6].

Предлагаемые технологии переработки растительного сырья (экстракционные, экструзионные, сублимационные) находятся в числе значимых государственных программ в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 29.03.2019 № 377 (ред. от 09.12.2022) «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Научно-технологическое развитие Российской Федерации»... «технологии производства и использования новых материалов и веществ, включая редкие и редкоземельные материалы, полимерные композитные материалы, аддитивные технологии».

Цель исследований – разработка техноло-

гий производства сублимированных и экстрагированных растительных продуктов из органического сырья, в том числе и дикорастущих растений, в качестве источника биологически активных веществ.

Наиболее важным в настоящее время является разработка энергосберегающих и безотходных технологий, позволяющих максимально сохранить витаминно-минеральную полноценность овощного и плодово-ягодного сырья, наиболее богатого водорастворимыми витаминами и микроэлементами и создать композиции из натуральных витаминно-минеральных комплексов. Это позволит максимально обеспечить их поступление в организм. И добиться данного эффекта можно путем рационального сочетания ингредиентов в рецептурных смесях с использованием порошкообразных экстрактов и сублиматов.

Объекты и методы исследований

Объекты исследования – 50 образцов порошкообразных экстрактов и сублиматов, сухие смеси 14 вариантов одно-, двух-, трех- и четырехкомпонентных купажей овощных, плодово-ягодных порошков. Исследованы физико-химические и органолептические характеристики сублимированных и экстрагированных продуктов из органического растительного (малина, ежевика, клюква, облепиха, жимолость, брусника, голубика, перец сладкий, паприка, томаты, петрушка, укроп, базилик) и дикорастущего сырья (крапива, Melissa, чабрец), порошков сублимационной сушки.

Индустриальная технология получения экстрактов включала измельчение сырья, экстракцию спиртом, пастеризацию при 50–55 °С, отделение плотной части, сгущение, сушку, упаковку и хранение. Производство порошков осуществляли также способом сублимации из мезги.

Изготовление двух-, трех- и четырехкомпонентных купажей осуществлялось методом моделирования рецептур с учетом пищевой ценности, вкусовых характеристик и цветовой гаммы. Для выявления этих показателей сухие смеси растворяли в дистиллированной воде в концентрации 1:10.

Порошкообразные экстракты получали в производственных условиях индустриального партнера ООО «Русэкстракт», что позволяет осуществить выпуск высококачественной продукции длительного хранения, сбалансированной по основным пищевым веществам.

Готовую продукцию сравнивали с требованиями Технического регламента относительно безопасности пищевых продуктов ТР ТС 021/2011. Определение органолептических показателей проводили согласно ГОСТ 6687.5-86, а также ГОСТ 28188-2014, ГОСТ Р 51823 и ГОСТ Р 53193. Физико-химические показатели, а именно pH по ГОСТ 33776-2016, содержание сухих веществ – ГОСТ 6687.2-90; динамическую вязкость на ротационном вискозиметре Brookfield LVDV-II+ Pro.

Величину оптической плотности приготовленных водных растворов (контрольного и исследуемого) измеряли при длине волны 537 нм в кювете на 10 мм. Источник света в приборе ФЭК-56М – ртутная лампа.

Витамины в ягодных порошках определяли методом газожидкостной хроматографии на хроматографе Цвет-100.

В исследованиях использован дескрипторно-профильный метод, состоящий в сенсорном анализе профилирования продукта с применением балловой оценки [7].

Результаты и их обсуждение

Создание безотходных технологий переработки растительного сырья (овощей, ягод и фруктов) и получения экстрактов, экстрактов и сублиматов в виде порошков заключалось в рациональном использовании сырья и получении обогащенных витаминами, макро- и микронутриентами сухих смесей.

По результатам рейтинговой оценки растворов, изготовленных на основе одно-, двух-, трех- и четырехкомпонентных купажей, видно, что общая сумма баллов по X дескрипторам составляет 53–55 баллов.

По результатам оценки был построен график согласно рангу дескриптора и сумме его баллов для всех разработанных купажей сухих смесей (рис. 1).

По результатам экспертной оценки видно, что дескрипторы позволяют дать комплексную органолептическую характеристику изготовленных растворов. Все образцы и в том числе контроль близки по качественным характеристикам, что демонстрируется I–X дескрипторами.

Порошкообразные экстракты растворяются в дистиллированной воде без осадка, который не образуется и в процессе хранения до 20 дней при температуре 2–4 °С. Сублимированные порошки растворялись в дистиллированной воде с осадком, который в процессе хранения при температуре 2–4 °С не увеличивался.

Кроме органолептических характеристик, так как они являются основополагающими при выявлении потребительских предпочтений, нами проведены исследования физико-химических показателей: рН, вязкость, плотность

растворов, в рецептуру которых входил один, два, три и четыре сухих порошка из фруктов и ягод, произрастающих в Московской области. Исследования проводили в течение месяца. Результаты представлены в табл. 1 и 2.

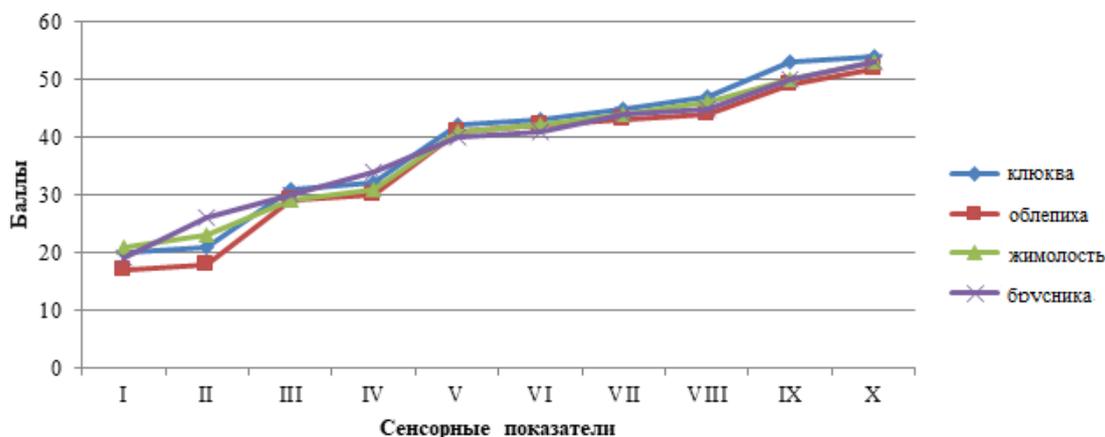


Рис. 1. Рейтинговая оценка водных растворов порошков экстрактов и сублиматов

Таблица 1
Показатели качества водных растворов порошков экстрактов и сублиматов через 10 дней хранения

Образец	Вязкость, Па·с	рН		Оптическая плотность, нм	
		свежий образец	через 10 дней	свежий образец	через 10 дней
Клюква (экстракт) контроль	07.280	2.529	2.530	537.2 0.030	537.0 0.030
Облепиха (экстракт) контроль	12.542	2.535	2.538	537.3 0.030	537.0 0.030
Брусника (экстракт) контроль	10.425	2.490	2.495	537.2 0.030	537.4 0.030
Жимолость (экстракт) контроль	09.492	2.561	2.565	537.2 0.030	537.5 0.030
Экстракт облепихи + клюквы (1)	11.305	2.585	2.587	537.3 0.030	537.4 0.030
Экстракт жимолости + брусники (2)	11.002	2.700	2.702	537.3 0.030	537.7 0.030
Экстракт облепихи + жимолости (3)	09.720	2.653	2.655	537.4 0.030	537.7 0.030
Экстракт облепихи + брусники (4)	09.155	2.651	2.653	537.4 0.030	537.8 0.030
Экстракт клюквы + жимолость (5)	09.497	2.6114	2.614	537.2 0.030	537.7 0.030
Экстракт брусники + клюквы (6)	09.910	2.537	2.540	537.3 0.030	537.5 0.030
Экстракт клюквы + облепихи + брусники (7)	09.062	2.528	2.531	537.2 0.030	537.4 0.030
Экстракт клюквы + облепихи + жимолость (8)	08.952	2.580	2.583	537.4 0.030	537.0 0.030
Экстракт облепихи + брусники + жимолости (9)	12.670	2.637	2.640	537.5 0.030	537.4 0.030
Экстракт облепихи + брусники + жимолость + клюквы (10)	11.402	2.594	2.600	537.5 0.030	537.4 0.030

Таблица 2

Показатели качества водных растворов порошков экстрактов и сублиматов через 20 дней хранения

Образец	Вязкость, Па·с	рН		Оптическая плотность, нм	
		через 10 дней	через 20 дней	через 10 дней	через 20 дней
Клюква (экстракт) контроль	07.280	2.530	2.458	536.9 0.030	537.0 0.030
Облепиха (экстракт) контроль	12.542	2.538	2.623	537.1 0.030	537.0 0.030
Брусника (порошок) контроль	10.425	2.495	2.580	537.1 0.030	537.4 0.030
Жимолость (порошок) контроль	09.492	2.565	2.601	537.1 0.030	537.5 0.030
Экстракт облепихи + клюквы (1)	11.305	2.587	2.609	537.2 0.030	537.4 0.030
Экстракт жимолости + брусники (2)	11.002	2.702	2.715	537.1 0.030	537.7 0.030
Порошок облепихи + жимолости (3)	09.720	2.655	2.665	537.2 0.030	537.7 0.030
Порошок облепихи + брусники (4)	09.155	2.653	2.771	537.2 0.030	537.8 0.030
Экстракт клюквы + жимолость (5)	09.497	2.614	2.553	537.1 0.030	537.7 0.030
Экстракт брусники + клюквы (6)	09.910	2.540	2.529	537.2 0.030	537.5 0.030
Порошок клюквы + о блепихи + брусники (7)	09.062	2.531	2.628	537.1 0.030	537.4 0.030
Порошок клюквы + облепихи + жимолость (8)	08.952	2.583	2.660	537.1 0.030	537.0 0.030
Экстракт облепихи + брусники + жимолости (9)	12.670	2.640	2.577	537.2 0.030	537.4 0.030
Экстракт облепихи + брусники + жимолость + клюквы (10)	11.402	2.600	2.680	537.2 0.030	537.4 0.030

Проведенная оценка органолептических показателей опытных образцов (№ 1–10) растворов экстрактов и сублиматов показала соответствие требованиям ТР ТС 021/2011 [13]. Физико-химические показатели опытных образцов № 1–10, приведенные в табл. 1, показывают, что продолжительность хранения в холодильных условиях в течение 30 суток при 2–4 °С не оказывает существенного влияния на качество приготовленных растворов. Осадок и мутность у растворов на основе экстрактов отсутствуют, а у растворов на основе порошков сублиматов образовавшийся в начале исследования осадок в дальнейшем не увеличивался. Вязкость, рН и оптическая плотность всех образцов не зависят от способа их производства.

Исследование витаминного состава порошков экстрактов и сублиматов клубники, малины, ежевики и голубики показывает различную сохранность водорастворимых витаминов С, РР и В₁ (рис. 2 и 3, табл. 3 и 4).

Полученные данные позволяют выявить зависимость сохранности витаминов от способа переработки сырья. Установлено, что порошки, полученные из мезги, содержат меньше витамина С в 1,87–4,9 раз по сравнению с экстрактами. Тиамин во всех образцах порошков из мезги ягод отсутствует.

Так как из сладкого перца и укропа экстракты не получали, а готовили порошки из съедобной части овощей, то сравнить разницу двух технологий не получается. Это растительное сырье содержит большое количество

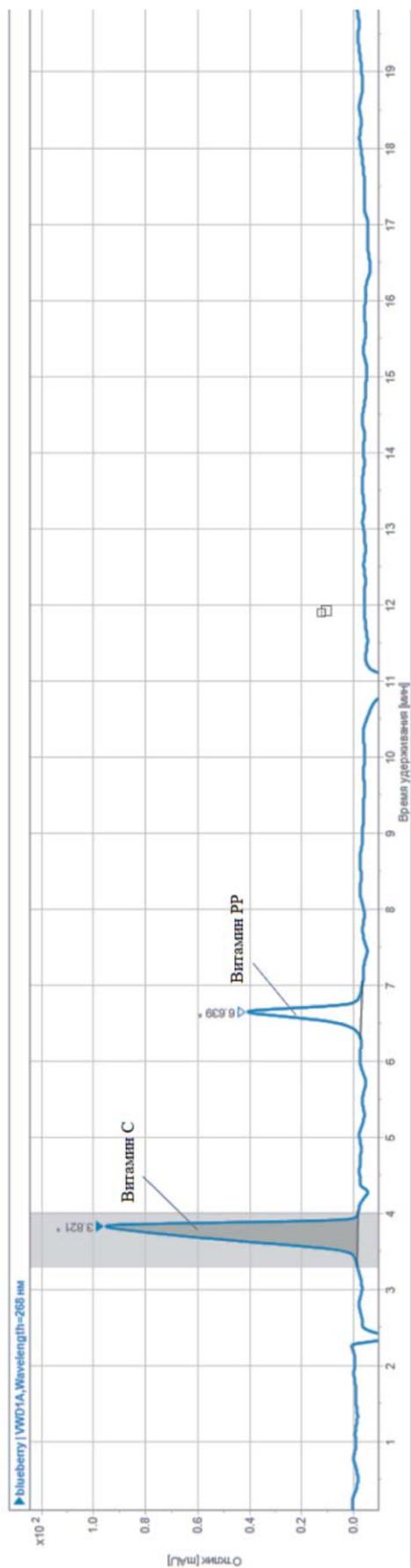


Рис. 2. Содержание водорастворимых витаминов в свежемороженом порошке из мякоти голубики

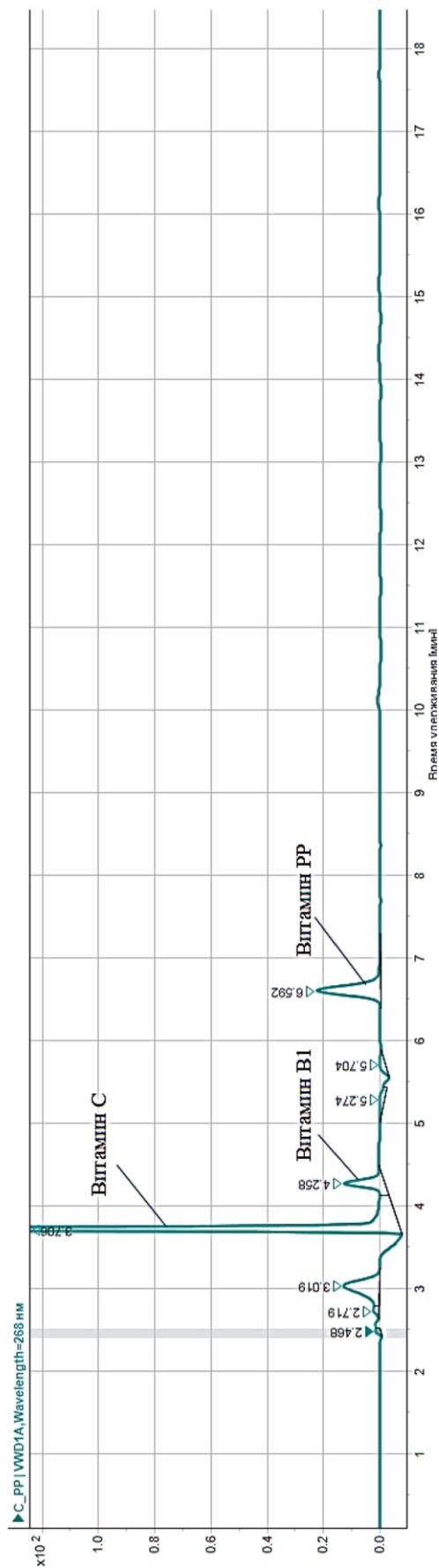


Рис. 3. Содержание водорастворимых витаминов в свежемороженом порошке из экстракта голубики

Таблица 3
Содержание водорастворимых витаминов в порошках из сублиматов и экструдатов ягод
Московской области свежеприготовленных

Наименование образцов	Витамин С, мг/100 г	Витамин В1, мг/100 г	Витамин РР, мг/100 г
Сухой экстракт клубники	34,15 ± 0,008	0,033 ± 0,008	0,182 ± 0,009
Сухой порошок клубники	44,23 ± 0,016	–	0,077 ± 0,007
Сухой экстракт малины	17,42 ± 0,014	0,029 ± 0,005	0,514 ± 0,009
Сухой порошок малины	9,29 ± 0,005	–	0,266 ± 0,005
Сухой экстракт ежевики	16,25 ± 0,017	0,0299 ± 0,007	0,189 ± 0,007
Сухой порошок ежевики	3,29 ± 0,013	–	0,158 ± 0,006
Сухой экстракт голубики	8,78 ± 0,015	0,018 ± 0,005	0,169 ± 0,009
Сухой порошок голубики	3,57 ± 0,009	–	0,359 ± 0,008
Сухой порошок перца сладкого	0,94 ± 0,007	0,334 ± 0,007	10,067 ± 0,005
Сухой порошок укропа	50,05 ± 0,009	0,419 ± 0,009	2,809 ± 0,008

Таблица 4
Содержание водорастворимых витаминов в порошках из сублиматов и экструдатов ягод
Московской области через 30 суток хранения

Наименование образцов	Витамин С, мг/100 г	Витамин В1, мг/100 г	Витамин РР, мг/100 г
Сухой экстракт клубники	34,14 ± 0,007	0,03 ± 0,005	0,18 ± 0,009
Сухой порошок клубники	44,21 ± 0,011	–	0,07 ± 0,001
Сухой экстракт малины	17,41 ± 0,010	0,027 ± 0,001	0,51 ± 0,004
Сухой порошок малины	9,29 ± 0,003	–	0,26 ± 0,003
Сухой экстракт ежевики	16,21 ± 0,012	0,0298 ± 0,002	0,187 ± 0,001
Сухой порошок ежевики	3,28 ± 0,014	–	0,152 ± 0,004
Сухой экстракт голубики	8,76 ± 0,010	0,012 ± 0,001	0,164 ± 0,008
Сухой порошок голубики	3,54 ± 0,005	–	0,359 ± 0,006
Сухой порошок перца сладкого	0,90 ± 0,001	0,330 ± 0,004	10,06 ± 0,004
Сухой порошок укропа	50,00 ± 0,004	0,418 ± 0,003	2,807 ± 0,009

витаминов, но они обнаружены и в порошке. Витамина РР в порошках из мезги ягод в 1,2–2,4 раза меньше, чем в порошках из экстрактов. Исключение составляет порошок из мезги голубики, витамина РР в нем в 2,12 раз больше, чем в экстракте.

Продолжительность хранения порошков экструдатов и сублиматов при температуре 15–18 °С не повлияла на потери водорастворимых витаминов С, РР и В₁.

Выводы

В результате анализа идентификационных показателей установлено, что исследованные образцы порошков экструдатов и сублиматов имеют высокие органолептические показатели. Продолжительность хранения в течение 30 суток при 2–4 °С не оказала влияния на рН, вязкость и сенсорные показатели водных растворов порошков экструдатов и сублиматов из плодов, ягод и овощей. Осадок

в приготовленных растворах порошков из мезги образовывался в процессе приготовления раствора и сохранялся на протяжении всего периода хранения. Осадок в приготовленных растворах порошков из экстракта ягод не образовывался. Он не наблюдался и после хранения в холодильных условиях в течение месяца.

Витамин В₁ отсутствовал во всех образцах порошков из мезги ягод, а витаминов С и РР в 1,2–4,9 раз меньше в порошках их мезги по сравнению с порошками из экстрактов ягод. Исключение составляют порошки из голубики, где наблюдается обратно пропорциональная зависимость между данными показателями [8–12].

Физико-химические показатели водных растворов порошков не зависят от способа производства и продолжительности хранения.

Сухие сублиматы и экструдаты отвечают требованиям ТР ТС 021/2011.

Список литературы

1. Гулеватая М.А., Усатюк С.И. Исследование показателей качества безалкогольных напитков // *Scientific Journal «Science Rise»*. 2014. № 5/2(4). P. 10–14. DOI: 10.15587/2313-8416.2014.31498.
2. Burlacu R. Mathematical model of optimization energy metabolism and protein quality to swine // *Scientific Papers. Series D. Animal Science*. 2018. Vol. LXI. Iss. 1. P. 115–120. ISSN 2285-5750.
3. Stein H. Evaluating protein quality of human foods using the pig as a model // *Journal of animal science*. 2016. Vol. 94 (suppl_2). P. 20. DOI: 10.2527/msasas2016-045.
4. Ouyang J.Q., Huang N.Q., Jiang Y.Q. A single-model quality assessment method for poor quality protein structure // *BMC Bioinformatics*. 2020. Vol. 21(1). Article 157. DOI: 10.1186/s12859-020-3499-5.
5. Protein quality as determined by the Digestible Indispensable Amino Acid Score: evaluation of factors underlying the calculation / R.R. Wolfe, S.M. Rutherford, I.Y. Kim, P.J. Moughan // *Nutrition reviews*. 2016. Vol. 74(9). P. 584–599. DOI: 10.1093/nutrit/nuw022.
6. Improved protein model quality assessments by changing the target function / K. Uziela, D. Menéndez Hurtado, N. Shu et al. // *Proteins-structure function and bioinformatics*. 2018. Vol. 86. Iss. 6. DOI: 10.1002/prot.25492.
7. Антипова Л.В., Дунченко Н.И. Химия пищи: учебник. 3-е изд., стер. СПб.: Лань, 2020. 856 с. ISBN 978-5-8114-5351-1.
8. Сухие функциональные смеси с плодово-ягодными порошками / А.В. Мошкин, А.Т. Васюкова и др. // *Качество и экологическая безопасность пищевых продуктов и производств: материалы IV Международной научной конференции с элементами научной школы для молодежи. ТвГУ, 2016. С. 107–109.*
9. Технология и товароведная оценка многокомпонентных смесей для хлебопекарного производства / А.Т. Васюкова, А.В. Сусликов, А.В. Мошкин, В.Ф. Пучкова. М.: Дашков и Ко, 2015. 248 с.
10. Васюкова А.Т., Пучкова В.Ф., Жилина Т.С. Использование сухих функциональных смесей в технологиях хлебобулочных изделий // *Хлеб и здоровье планеты: материалы Второго Евразийского форума лидеров хлебопечения. По материалам международной Интернет-конференции. 2015. С. 71–78.*

11. Влияние БАД на потребительские свойства функционального фарша / А.Т. Васюкова, И.У. Кусова, К.В. Кривошенок и др. // Товаровед продовольственных товаров. 2022. № 3. С. 174–179. DOI: 10.33920/igt-01-2203-03
12. Функционально-технологические свойства мясных полуфабрикатов с БАД / А.Т. Васюкова, И.У. Кусова, Р.А. Эдварс и др. // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2022. Т. 84, № 2 (92). С. 71–77. DOI: 10.20914/2310-1202-2022-2-71-77
13. ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

References

1. Gulevataya M.A., Usatyuk S.I. Study of quality indicators of soft drinks. *Scientific Journal «Science Rise»*, 2014, no. 5/2(4), pp. 10–14. DOI: 10.15587/2313-8416.2014.31498.
2. Burlacu R. Mathematical model of optimization energy metabolism and protein quality to swine. *Scientific Papers. Series D. Animal Science*, 2018, vol. LXI, iss. 1, pp. 115–120. ISSN 2285-5750.
3. Stein H. Evaluating protein quality of human foods using the pig as a model. *Journal of animal science*, 2016, vol. 94 (suppl_2), p. 20. DOI: 10.2527/msasas2016-045.
4. Ouyang J.Q., Huang N.Q., Jiang Y.Q. A single-model quality assessment method for poor quality protein structure. *BMC Bioinformatics*, 2020, vol. 21(1). Article 157. DOI: 10.1186/s12859-020-3499-5.
5. Wolfe R.R., Rutherford S.M., Kim I.Y., Moughan P.J. Protein quality as determined by the Digestible Indispensable Amino Acid Score: evaluation of factors underlying the calculation. *Nutrition reviews*, 2016, vol. 74(9), pp. 584–599. DOI: 10.1093/nutrit/nuw022.
6. Uziela K., Menéndez Hurtado D., Shu N., Wallner B., Elofsson A. Improved protein model quality assessments by changing the target function. *Proteins-structure function and bioinformatics*, 2018, vol. 86, iss. 6. DOI: 10.1002/prot.25492.
7. Antipova L.V., Dunchenko N.I. *Khimiya pishchi* [Food chemistry]. 3rd ed. St. Petersburg, 2020. 856 p. ISBN 978-5-8114-5351-1.
8. Moshkin A.V., Vasyukova A.T. Dry functional mixtures with fruit and berry powders. *Kachestvo i ekologicheskaya bezopasnost' pishchevykh produktov i proizvodstv* [Quality and environmental safety of food products and production. Materials of the IV International Scientific Conference with elements of a scientific school for youth], 2016, pp. 107–109.
9. Vasyukova A.T., Suslikov A.V., Moshkin A.V., Puchkova V.F. *Tekhnologiya i tovarovednaya otsenka mnogokomponentnykh smesey dlya khlebopekarnogo proizvodstva* [Technology and commodity evaluation of multicomponent mixtures for baking production]. Moscow, 2015. 248 p.
10. Vasyukova A.T., Puchkova V.F., Zhilina T.S. The use of dry functional mixtures in bakery technologies. *Khleb i zdorov'e planet* [Bread and the health of the planet: materials of the Second Eurasian Forum of Bakery Leaders]. 2015, pp. 71–78.
11. Vasyukova A.T., Kusova I.U., Krivosheonok K.V., Edwards R.A., Talbi M. The influence of dietary supplements on the consumer properties of functional minced fish. *Tovaroved prodovol'stvennykh tovarov* [Food Products Commodity Expert], 2022, no. 3, pp. 174–179. (In Russ.) DOI: 10.33920/igt-01-2203-03
12. Vasyukova A.T., Kusova I.U., Edvars R.A., Lyubimova K.V., Grigoryan A.E., Vasilievich N.V. Functional and technological properties of meat semi-finished products with BAA. *Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]*, 2022, vol. 84, no. 2, pp. 71–77. (In Russ.). DOI: 10.20914/2310-1202-2022-2-71-77
13. *TR TS 021/2011 «O bezopasnosti pishchevoy produktsii»* [O bezopasnosti pishchevoy produktsii].

Информация об авторах

Васюкова Анна Тимофеевна, д.т.н., профессор, кафедра индустрии питания, гостиничного бизнеса и сервиса, Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), Москва, Россия, vasyukova-at@yandex.ru

Мазуркевич Екатерина Михайловна, зам. директора инжинирингового центра, Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), Москва, Россия, mazurkevichem@mgupp.ru

Эдварс Ростислав Анатольевич, аспирант, кафедра индустрии питания, гостиничного бизнеса и сервиса, Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), Москва, Россия, rostislave@mail.ru,

Васюков Максим Викторович, научный сотрудник, Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), Москва, Россия, vasyukov-mv@yandex.ru,

Талби Моунир, аспирант, Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (ПКУ), Москва, Россия, visit.mounir@gmail.com

Information about the authors

Anna T. Vasyukova, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Food Industry, Hotel Business and Service, Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH), Moscow, Russia, vasyukova-at@yandex.ru

Ekaterina M. Mazurkevich, Deputy Director of the Engineering Center, Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH), Moscow, Russia, PhD student, mazurkevichem@mgupp.ru

Rostislav A. Edvars, graduate student, Department of Food Industry, Hotel Business and Service, Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH), Moscow, Russia, rostislave@mail.ru

Maxim V. Vasyukov, Researcher, Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH), Moscow, Russia, vasyukov-mv@yandex.ru

Mounir Talbi, graduate student, Moscow State University of Technology and Management them. K.G. Razumovsky (PKU), Moscow, Russia, visit.mounir@gmail.com

Статья поступила в редакцию 28.06.2023

The article was submitted 28.06.2023