Современная наука и инновации. 2025 № 1. С. 90-105.
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

Modern Science and Innovations. 2025;(1):90-105.
TECHNICAL SCIENCE
TECHNOLOGY OF FOOD PRODUCTS

Научная статья
УДК 613.292, 641.05
https://doi.org/10.37493/2307-910X.2025.1.8

Изучение свойств растительных порошков для создания фитокомпозиций специализирвоанного и функционального назначения

Анастасия Сергеевна Кучер[1], Славамир Степанович Ануфрик[2], Оксана Валерьевна Павлова[3*], Владимир Григорьевич Корнийчук[4] Сергей Владимирович Владимиров[5]

[1, 2, 3] Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, г. Гродно, Беларусь
[4, 5] Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского, г. Донецк, Донецкая Народная Республика, Россия

[1] kucher_as@grsu.by
[2] anufrick@grsu.by; https://orcid.org/0000-0002-5761-4965
[3] pavlova@grsu.by
[4] doc.12022007@mail.ru
[5] vladimirov4353@yandex.ru
*** Автор, ответственный за переписку:** Оксана Валерьевна Павлова, pavlova@grsu.by

Аннотация. *В статье приведен анализ функциональных свойств растительного сырья (кизила, тыквы и яблока). Проведенный анализ позволил сделать вывод о перспективности использования фитокомпонентов для получения пищевых добавок и создания обогащенных и функциональных продуктов питания. Объектами исследования стали порошки из кизила, тыквы и яблока. В ходе проведённых исследований дана оценка органолептических и физико-химических свойств порошков. Показана целесообразность внесения порошков в состав многокомпонентных пищевых продуктов для обогащения их минеральными веществами и улучшения сенсорных характеристик.*

Ключевые слова: кизил, яблоко, тыква, фитокомпозиция, микроэлементы, макроэлементы, функциональная роль

Для цитирования: *Кучер А. С., Ануфрик С. С., Павлова О. В., Корнийчук В. Г., Владимиров С. В. Изучение свойств растительных порошков для создания фитокомпозиций специализирвоанного и функционального назначения // Современная наука и инновации. 2025. № 1. С. 90-105. https://doi.org/10.37493/2307-910X.2025.1.8*

© Кучер А. С., Ануфрик С. С., Павлова О. В., Корничук В. Г., Владимиров С. В., 2025

Research article

Study of the properties of plant powders for the creation of phytocompositions of specialised and functional purpose

Anastasia S. Kucher[1], Slavamir S. Anufrik[2], Oksana V. Pavlova[3*], Vladimir G. Korniychuk[4], Sergei V. Vladimirov[5]

[1, 2, 3] Yanka Kupala State University of Grodno, Grodno, Belarus
[4, 5] Donetsk National University of Economics and Trade named after Mikhail Tugan-Baranovsky, Donetsk, Donetsk People's Republic, Russia
[1] kucher_as@grsu.by
[2] anufrick@grsu.by; https://orcid.org/0000-0002-5761-4965
[3] pavlova@grsu.by
[4] doc.12022007@mail.ru
[5] vladimirov4353@yandex.ru
*** Corresponding author:** Oksana Valeryevna Pavlova, pavlova@grsu.by

Abstract. *The article presents an analysis of the functional properties of plant raw materials (dogwood, pumpkin and apple). The analysis allowed us to conclude that it is promising to use phytocomponents to obtain food additives and create enriched and functional food products. The objects of the study were powders from dogwood, pumpkin and apple. In the course of the studies, an assessment of the organoleptic and physicochemical properties of the powders was given. The expediency of adding powders to the composition of multicomponent food products to enrich them with minerals and improve sensory characteristics was shown.*

Keywords: dogwood, apple, pumpkin, phytocomposition, microelements, macroelements, functional role

For citation: *Kucher AS, Anufrik SS, Pavlova OV, Kornichuk VG, Vladimirov SV. Study of the properties of plant powders for the creation of phytocompositions of specialized and functional purpose. Modern Science and Innovations. 2025;(1):90-105.(In Russ.). https://doi.org/10.37493/2307-910X.2025.1.8*

Введение. Приоритетной задачей в формировании здоровья населения является разработка и расширение ассортимента пищевой продукции, обогащенной функциональными ингредиентами, специализированных продуктов питания и продуктов функционального назначения [3]. При всем многообразии способов повышения пищевой ценности продуктов питания наиболее рациональным является введение в рецептуру необходимых дополнительных компонентов, либо исключение нежелательных. В данном контексте одним из направлений может выступать введение в рецептуры натуральных ингредиентов растительного происхождения (тыква, плоды кизила, яблоко), содержащих значительное количество белков, незаменимых аминокислот, витаминов, минеральных веществ и пищевых волокон.

Обзор литературы. Тыква представляет собой обширную группу растений, относящихся к семейству *Cucurbitaceae* и роду *Cucurbita*. Данный продукт является одним из ценных источников биологически активных соединений, используемых в производстве функциональных и специализированных продуктов питания. Наиболее значимыми природными веществами, присутствующими в достаточных количествах в тыкве, являются каротиноиды, фенольные соединения, витамины, минералы, полисахариды, пектины, пищевые волокна, токоферолы, фитостерины, эфирные масла, белки, пептиды и аминокислоты. Научно доказано, что указанный спектр биологически активных веществ, присутствующих в тыкве, оказывает противомикробные, противораковые, антиоксидантные, кардиопротекторные, антивозрастные, противовоспалительные и

пребиотические действия на организм человека. А натуральные пигменты, содержащиеся в тыкве, обуславливают высокие органолептические показатели готовой продукции. В пищевой промышленности данный продукт используют как ингредиент хлебобулочных, кондитерских и макаронных изделий, детского питания [15].

Мякоть тыквы содержит антиоксидантные компоненты: витамины С, А, Е, цинк и β-каротин, модулирующие врожденную и адаптивную иммунную систему организма. Кожура тыквы является источником полисахаридов, пектина и каротиноидов, а семена содержат токоферолы, фенолы, каротины, эфирные масла, белки, витамины, минералы и клетчатку. Ключевые свойства функциональных компонентов, содержащихся в тыкве, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Функциональные компоненты, содержащиеся в тыкве, и их свойства / Table 1 – Functional components contained in pumpkin and their properties

№	Функциональные компоненты тыквы	Свойства компонентов для организма человека
1	Витамин С	Уничтожает свободные радикалы в организме и укрепляет иммунную систему
2	Витамин Е	Действует как антиоксидант, удаляя свободные радикалы из организма
3	β-каротин	Антиоксидант, снижает воспалительные процессы
4	Цинк	Увеличивает выработку лейкоцитов в организме, агентов, защищающих организм от вирусов
5	Железо	Необходимо для нормального функционирования биохимических процессов в организме, гомеостаза, снижения риска инфицирования организма
6	Селен	Укрепляет врожденную и адаптивную иммунную систему
7	Полисахариды	Снижают уровень окислительного стресса в клетках и тканях, играют роль антиоксиданта, антимикробного, противовирусного, противодиабетического и противоопухолевого средства
8	Липиды (жиры, жирные кислоты, стерины)	Играют роль антиоксиданта, противовоспалительного, иммуномодулирующего, антиканцерогенного, противопаразитарного и гипотензивного средства
9	Фенольные кислоты	Смягчают окислительный стресс, действуя как антиоксиданты

Источник: [24]
Source: [24]

Продукты переработки тыквы являются источниками различных антиоксидантных веществ, таких как флаваноиды, токоферолы, фенольные кислоты и каротиноиды. Моно- и полиненасыщенные жирные кислоты (омега-3, омега-6, олеиновая кислота, линолевая кислота), содержащиеся в масле семян тыквы играют важную роль в снижении риска гипертонии и сердечно-сосудистых заболеваний [20]. Фитоэстрогены тыквенных семян делают их перспективными для предупреждения развития гормонозависимых онкологических заболеваний: исследования указывают на цитотоксическую активность и значительную продукцию эстрадиола. Многочисленные каротиноидные пигменты, присутствующие в тыкве в изобилии, также снижают риск онкологических заболевания, включая рак легких, прямой кишки и молочной железы. Потребление тыквы также оказывает антигиперлипидемический эффект: снижение уровня липопротеинов низкой плотности и существенное увеличение липопротеинов высокой плотности. Это связано с содержанием в тыквенном семени аргинина, который борется с апоптозом, регулирует артериальное давление и обеспечивает работу сердечно-сосудистой системы. Пектиновые и непектиновые полисахариды, получаемые из эпидермиса и мякоти тыквы, а также гипогликемические белки и масла тыквенных семян являются эффективными в снижении уровня глюкозы в крови. Противовоспалительное действие тыквы объясняется богатым содержанием в ней полифенолов и других антиоксидантных соединений, которые

помогают уменьшить воспаление путем нейтрализации свободных радикалов и модуляции воспалительных путей. Линолевая и олеиновая кислоты, содержащиеся в семенах тыквы, обладают мощными антибактериальными свойствами против *Pseudomonas aeruginosa, Candida albicans, Acinetobacter baumanii, Enterococcus faecalis, Klebsiella pneumonia, E. Coli* и *Staphylococcus aureus*. Кроме того, масло семян тыквы снижает давление внутри уретры и мочевого пузыря, что снижает вероятность образования камней в мочевом пузыре. Высокая концентрация железа в тыкве снижает риск развития анемии [27].

Тыква широко используется для приготовления различных блюд, включая супы, джемы, сиропы, желе, пюре и т.д. За последние несколько десятилетий использование тыквы в качестве функционального компонента продуктов питания значительно выросло: пищевая промышленность выпускает закуски, хлебобулочные и кондитерские изделия, крекеры, печенье, безглютеновые макаронные изделия, злаковые батончики и др. (рисунок 1), питательная ценность и органолептические показатели которых значительно выше по сравнению с традиционными продуктами [18, 25].

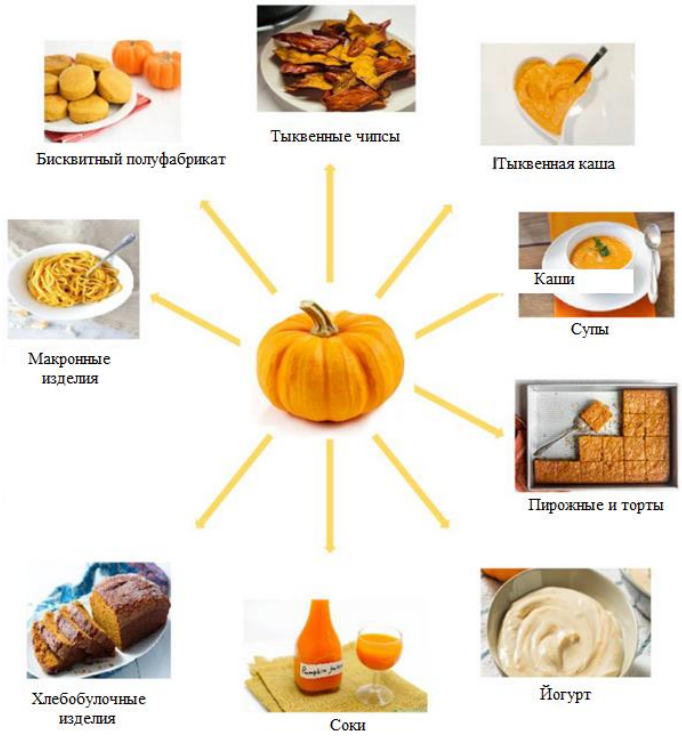

Рисунок 1 – Использование тыквы в производстве продуктов питания / Figure 1 – Use of pumpkin in food production

Каши быстрого приготовления с добавлением порошка семян тыквы являются источниками железа, цинка, белка, витамина А и витамина С, которые особенно ценны в детском питании и для профилактики вирусных и инфекционных заболеваний. Тыквенные чипсы, полученные путем сублимационной сушки тыквенного пюре, также характеризуются высокими органолептическими свойствами и питательной ценностью: высокая антиоксидантная активность, обусловленная значительным содержанием общего количества фенольных кислот и каротиноидов [26].

Наиболее широкое применение тыква получила в производстве хлебобулочных изделий. На основе тыквенного порошка разрабатываются композитные виды хлеба содержат более высокое общее количество фенолов по сравнению с контрольными образцами хлебов и, соответственно, обладают антиоксидантной активностью.

Таким образом, тыква является продуктом, содержащим значительное количество функциональных и нутрицевтических компонентов, которые проявляют иммуномодулирующую, противовоспалительную, антиоксидантную, противомикробную и противовирусную активность. Порошки, экстракты, изоляты тыквы и пищевые продукты, полученные из них, могут быть использованы в инновационных технологиях производства продуктов питания, включение которых в рацион необходимо для поддержания оптимального баланса ценных нутриентов в организме и укрепления иммунной системы.

Кизил представляет собой темноокрашенные плоды рода *Cornus mas L*. Плоды данного растения в последние годы всё больше привлекают внимание ученых и широко используются в пищевой, фармацевтической и косметической промышленности. Антоцианы, содержащиеся в плодах кизила, обладают мощным антиоксидантным и противоопухолевым действием, а также антигликемическими, антигиперлипидемическими, противовоспалительными и антимикробными свойствами. Свойства основных нутриентов, содержащихся в кизиле, представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Функциональные компоненты, содержащиеся в плодах кизила, и их свойства / Table 2 – Functional components contained in dogwood fruits and their properties

№	Функциональные компоненты тыквы	Свойства компонентов для организма человека
1	Витамин Е	Антиоксидантная активность
2	Антоцианы	Защитное действие на сердечно-сосудистую систему, повышает уровень эндогенных антиоксидантов миокарда
		Защитное действие на печень за счет снижения повышенных уровней сывороточных ферментов, общего сывороточного белка, альбумина и содержания перекисного окисления липидов в печени
		Повышает защиту нервной системы от окислительного стресса, стимулирование памяти
		Антигипергликемический эффект

Источник: [19]
Source: [19]

Антоцианы, получаемые из плодов кизила, потенциально могут оказывать благотворное влияние на здоровье человека: улучшают показатели крови и позволяют снизить риск и прогрессирование сердечно-сосудистых и метаболических заболеваний. Кроме того, они оказывают положительное влияние на молекулярные и гистопатологические изменения в таких органах, как сердце, мозг, почки и печень. Антоцианы плодов кизила усиливают секрецию инсулина β-клетками островков поджелудочной железы, повышают чувствительность тканей к инсулину, замедляют усвоение углеводов в пищеварительном тракте и усиливают выработку гликогена. При этом антоцианы в концентрациях, присутствующих в плодах кизила, не оказывают побочных эффектов на организм. Пищевой рацион, содержащий данный продукт положительно влияет на липидный профиль плазмы крови и атеросклеротические соотношения [23].

Таким образом, разнообразное использование кизила в фруктовых десертах, соках, пюре, пастах или в виде сухофруктов позволяет разнообразить пищевой рацион человека и обогатить его полезными веществами для эффективной профилактики и лечения определенных заболеваний.

Яблоки являются представителями рода *Malus семейства розоцветных*. Они содержат ряд биологически активных веществ, благотворно влияющих на здоровье человека: полифенолы, витамины, тритерпены, пищевые волокна и др. Яблоки и яблочные продукты (соки, пюре, выжимки, сушеные яблоки, экстракты) оказывают защитное действие против сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний, а также

способствуют росту волос, заживлению ожоговых ран, улучшают среду полости рта, способствуют облегчению пигментации кожи, вызванной УФ-излучением и др. Эти эффекты связаны с различными механизмами, такими как антиоксидантный, защита сосудистого эндотелия, снижение уровня липидов в крови, а также противовоспалительный, антиапоптотический, антиинвазивный и метастазирующий эффекты.

Макроэлементы (калий, азот, фосфор, кальций и магний), входящие в состав яблок, и микроэлементы (бор, цинк, железо, марганец, алюминий) являются важнейшими компонентами тканей человека и выполняют особые физиологические функции. Витамин С подавляет окисление липопротеинов низкой плотности, стабилизирует эндотелий и снижает уровень холестерина, тем самым предупреждая развитие диабета и гипертонии. Кроме того, витамин С защищает кожу УФ-излучения и предотвращает образование некоторых видов рака. Также в яблоках содержатся необходимые организму витамины А и Е, тиамин, рибофлавин, никотиновая кислота, фолиевая кислота и пиридоксин. Биологическая активность полифенолов яблок характеризуется противовоспалительными, антиоксидантными и противовирусными свойствами. Свойства основных нутриентов, содержащихся в яблоках, представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Функциональные компоненты, содержащиеся в плодах яблок, и их свойства / Table 3 – Functional components contained in apple fruits and their properties /

№	Функциональные компоненты тыквы	Свойства компонентов для организма человека
1	Витамин С	Антиоксидантные свойства, снижение риска развития сердечно-сосудистых заболеваний до 30%
2	Полифенолы	Гиполипидемическое действие: снижение уровня атерогенных липопротеинов и, соответственно, риска развития сердечно-сосудистых заболеваний. Антиоксидантная активность: замедляет старение и устраняет когнитивные нарушения. Антидиабетический эффект
3	Флавоноиды	Антиоксидантные свойства
4	Полисахариды	Снижают хроническое слабовыраженное системное воспаление
5	Клетчатка	Снижение уровня липидов, обеспечивая антиоксидантные свойства и способствуя нейропротекции
6	Пектин	Подавляет воспаление ожоговых ран и ускоряет эпителизацию при ожогах II–IIIA степени, уменьшает пигментацию кожи, вызванной УФ-излучением. Снижает уровень холестерина, гипогликемии. Антиоксидантные свойства
7	Тритерпены	Противовоспалительное действие

Источник: [16]
Source: [16]

На сегодняшний день активно применяются яблочные продукты и их экстракты в производстве кондитерских и булочных изделий, кексов и печенья, безглютеновых хлебобулочных изделий, характеризующимися высокими органолептическими и пищевыми качествами [22]. Добавление порошка сушеных яблок увеличивает общее содержание полифенолов и антиоксидантный потенциал пшеничного хлеба. Но при всех положительных свойствах установлен один существенный недостаток при производстве обогащенных хлебобулочных и кондитерских изделий – нежелательное изменение цвета готовых продуктов (на более темный и коричневатый).

Для оценки возможности использования кизила, яблока и тыквы в составе растительных композиций в таблице 4 представлены данные о пищевой ценности данных продуктов.

Таблица 4 – Сравнительная характеристика химического состава сырья для производства фитокомпозиций (в 100 г продукта) / Table 4 – Comparative characteristics of the chemical composition of raw materials for the production of phytocompositions (in 100 g of product)

Элемент	Кизил		Тыква		Яблоко	
	кол-во	% от сут. нормы	кол-во	% от сут. нормы	кол-во	% от сут. нормы
Вода, гр	85,0	3,74	90,3	3,97	86,3	3,80
Белки, г	1,0	1,32	1,0	1,32	0,4	0,53
Жиры, г	0	0	0,1	0,18	0,4	0,71
Моно- и дисахариды, гр	0,1	-	4,0	-	9,0	-
Крахмал, гр	9,0	-	0,2	-	0,8	-
Клетчатка, гр	1,5	-	1,2	-	1,8	-
Макроэлементы:						
Калий, мг	363,0	14,52	204,0	8,16	278,0	11,12
Кальций, мг	58,0	5,80	25,0	2,50	16,0	1,60
Магний, мг	26,0	6,50	14,0	3,50	9,0	2,25
Натрий, мг	32,0	2,46	4,0	0,31	26,0	2,00
Фосфор, мг	34,0	4,25	25,0	3,13	11,0	1,38
Хлор, мг	1,2	0,05	19,0	0,83	2,0	0,09
Витамины:						
Витамин А (РЭ), мкг	0	0	250,0	27,78	5,0	0,56
Бета-каротин, мг	0,002	0,04	1,5	30,00	0,03	0,60
Витамин В1 (тиамин), мг	0,047	3,13	0,05	3,33	0,03	2,00
Витамин В2 (рибофлавин), мг	0,024	1,33	0,06	3,33	0,02	1,11
Витамин В4 (холин), мг	0	0	8,2	1,64	3,4	0,68
Витамин В6 (пиридоксин), мг	0,036	1,80	0,13	6,50	0,08	4,00
Витамин В9 (фолиевая кислота), мкг	50,0	12,50	14,0	3,50	2,0	0,50
Витамин Е (ТЭ), мг	0,15	1,00	0,4	2,67	0,2	1,33
Витамин Н (биотин), мкг	0	0	0,4	0,80	0,9	1,80
Витамин РР (никотиновая, мг кислота), мг	0,166	0,83	0,5	2,50	0,4	2,00
Витамин С, мг	25,0	27,78	8,0	8,89	10,0	11,11
Микроэлементы:						
Бор, мкг	59,6	-	15,9	-	245,0	-
Железо, мг	4,1	22,78	0,4	2,22	2,2	12,22
Йод, мкг	1,2	0,80	1,0	0,67	2,0	1,33
Молибден, мкг	15,0	21,43	4,6	6,57	6,0	8,57
Никель, мкг	7,6	-	4,5	-	17,0	-
Селен, мкг	2,0	3,64	0,3	0,55	0,3	0,55
Медь, мкг	0,6	0,06	180,0	18,00	110,0	11,00
Цинк, мг	0,114	0,95	0,24	2,00	0,15	1,25
Фтор, мкг	15,2	0,38	86,0	2,15	8,0	0,20

Источник: [9, 13]
Source: [9, 13]

Анализируя данные таблицы 4, можно сделать однозначный вывод о том, что введение в фитокомпозиции кизила, тыквы и яблока позволит получить добавку на основе натуральных растительных компонентов с высоким содержанием бета-каротина, витаминов А, В9 и С, железа, калия, меди и молибдена.

Цель исследования: изучить органолептические и физико-химические показатели порошков кизила, яблока и тыквы с целью структурирования фитокомпозиций для разработки продуктов функционального и специализированного назначения.

Материалы и методы исследований. Объектами исследований являлись: образцы порошков кизила, тыквы и яблока (рисунок 2). Исследование органолептических и физико-химических показателей качества фитопорошков осуществляли по стандартным и

рекомендованным методикам. Измерения массовой доли химических элементов выполнялось методом рентгено-флуоресценции, основанном на измерении интенсивности характеристического рентгеновского излучения атомов химических элементов при возбуждении их рентгеновским излучением с помощью миниатюрной рентгеновской трубки. Получаемый спектр состоит из набора аналитических линий в диапазоне от 1,0 до 34,5 кэВ. Регистрация интенсивностей осуществляется при помощи многоканального спектрометра с энергодисперсионным полупроводниковым детектором (Si-p-i-n диод) с термоэлектронным охлаждением. Специализированное программное обеспечение дает возможность построить наиболее вероятную модель спектра, обнаружить аналитические линии спектра в присутствии большого количества элементов в пробе (15-30 элементов), определить массовую долю элемента и точный вес объекта [10].

Рисунок 2 – Образцы порошков / Figure 2 – Powder samples

Известно, что чем больше время и температура сушки, тем меньшее количество витаминов остается в продукте. Ранее проведенные нами исследования показали, что для получения пищевых порошков по технологии сушка-измельчение целесообразно применять способ сушки ИК нагревом, обладающий рядом преимуществ перед традиционно применяемой конвективной сушкой. Температура в сушильной камере поддерживалась на уровне 65ºС. Выжимки тыквы и яблок высушивали до влажности 10%, а выжимки кизила до 15%. Стенд для сушки продукта с использованием ИК излучения представлен на рисунке 3.

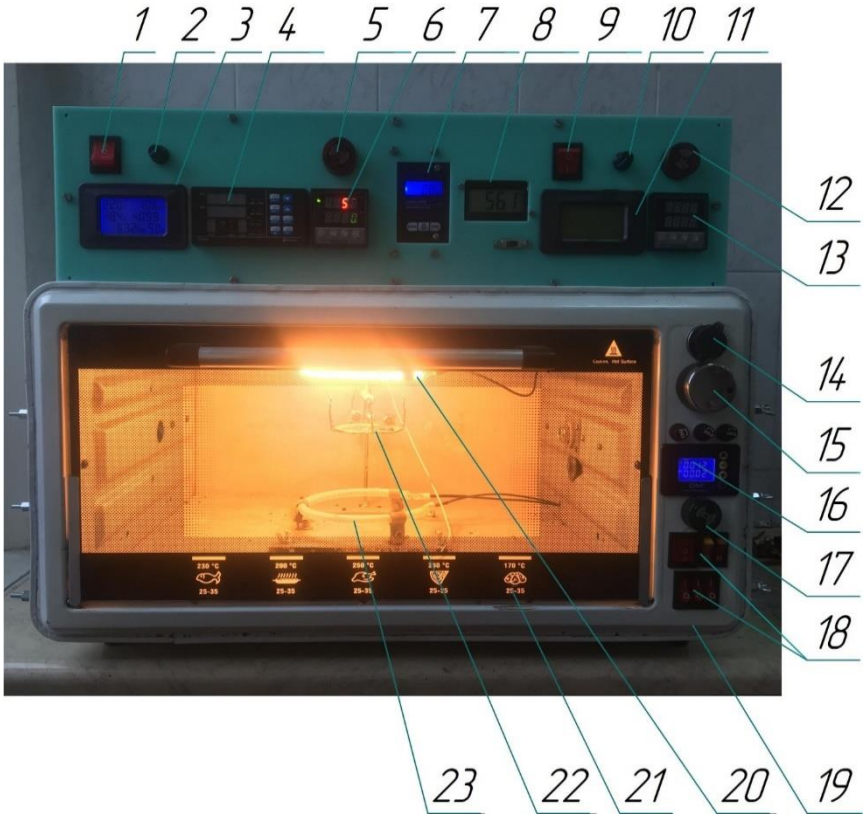

Рисунок 3 – Инфракрасная сушильная установка: 1 – кнопка включения и выбора термостата или термостата с блоком управления для верхнего тэна; 2 – регулятор мощности верхнего тэна; 3 – цифровой измеритель показаний верхнего тэна (ваттметр, вольтметр, амперметр, частоты колебаний напряжения сети, тестер фаз); 4 – термостат с электронным блоком управления для верхнего тэна с возможностью подключения к пк; 5 – индикатор аварии верхнего термостата; 6 – термостат верхнего тэна; 7 – электронные весы (точность 0,01 г); 8 – измеритель температуры внутри продукта; 9 – кнопка включения нижнего термостата; 10 – регулятор мощности нижнего; 11 – цифровой измеритель показаний нижнего тэна (ваттметр, вольтметр, амперметр, частоты колебаний напряжения сети, тестер фаз); 12 - индикатор аварии нижнего термостата; 13 – термостат для верхнего тэна; 14 – гнездо для подключения озонатора; 15 – ручка переключения выбора тэна (4х позиционная); 16 – таймера для работы озонатора или таймер для фиксации времени эксперимента; 17 – сигнализатор времени снятия показаний эксперимента; 18 – клавиши выбора нужного режима работы сушильной установки; 19 – корпус сушильной установки; 20 – верхний ик тэн; 21 – стеклянная дверь сушильной установки; 22 – подвеска для продукта; 23 – нижний тэн /

Figure 3 – Infrared drying unit: 1 – button for turning on and selecting the thermostat or thermostat with a control unit for the upper heating element; 2 – power regulator for the upper heating element; 3 – digital meter for readings of the upper heating element (wattmeter, voltmeter, ammeter, frequency of network voltage fluctuations, phase tester); 4 – thermostat with an electronic control unit for the upper heating element with the ability to connect to a PC; 5 – upper thermostat failure indicator; 6 – upper heating element thermostat; 7 – electronic scales (accuracy 0.01 g); 8 – meter for the temperature inside the product; 9 – button for turning on the lower thermostat; 10 – lower power regulator; 11 – digital meter for readings of the lower heating element (wattmeter, voltmeter, ammeter, frequency of network voltage fluctuations, phase tester); 12 – lower thermostat failure indicator; 13 – thermostat for the upper heating element; 14 – socket for connecting the ozonizer; 15 – heating element selection knob (4-position); 16 – timer for ozonizer operation or timer for recording experiment time; 17 – time indicator for taking experiment readings; 18 – keys for selecting the desired drying unit operating mode; 19 – drying unit body; 20 – upper IR heating element; 21 – glass door of drying unit; 22 – product hanger; 23 – lower heating element.

Экспериментальный стенд работает следующим образом: с помощью ручки переключателя выбора тэна 15 (верхний тэн, нижний тэн, оба тэна одновременно), выбираем тэн (в нашем случае сушка происходила с помощью верхнего тэна), далее с помощью регулятора мощности верхнего тэна 2 устанавливали нужную мощность (в нашем случаи 1,2 кВт). Контроль показаний мощности осуществлялся с помощью цифрового измерителя показаний верхнего тэна 3.

Перед началом эксперимента выставляются нужные параметры температуры на термостате верхнего тэна 6. Эталонным грузом с учетом тары тарировали электронные весы 7 (точность весов 0,01 г.) соединенные штоком с подвеской 22 находящийся в камере.

Далее на подвеску 22 выкладывали заранее подготовленные продукт слоем не более 8 мм [12].

Влажность продукта определяли согласно ГОСТ 28561-90 [11]. После достижения необходимой влажности продукт измельчали. Измельчение продукта проводили в ножевой мельнице до фракций 160-0 мкм.

Результаты исследований и их обсуждение. Наиболее эффективным направлением в области создания функциональных пищевых продуктов является обогащение дефицитными нутриентами или их комплексами традиционных продуктов питания массового потребления, пользующихся повседневным спросом. При этом предпочтительно использовать поликомпонентные пищевые добавки растительного происхождения, в том числе полученные в результате переработки вторичных региональных растительных ресурсов. В данной работе за основу были приняты фитопорошки тыквы, кизила и яблока.

На первом этапе исследований определяли соответствие показателей качества и безопасности порошков кизила, яблока и тыквы. Показатели качества представлены в таблицах 5 и 6.

Таблица 5 – Органолептические показатели качества порошков кизила, яблока и тыквы / Table 5 – Organoleptic quality indicators of dogwood, apple and pumpkin powders

Показатель	Характеристика		
	порошок тыквы	порошок яблока	порошок кизила
Внешний вид	Тонкоизмельченный сыпучий порошок без посторонних и крупных включений		
Цвет	Оранжевый	Светло-желтый	Красно-коричневый
Вкус и запах	Свойственный вкусу и запаху сушеной тыквы, без посторонних привкусов и запахов	Свойственный вкусу и запаху сушеного яблока, без посторонних привкусов и запахов	Свойственный вкусу и запаху сушеного кизила, без посторонних привкусов и запахов

Таблица 6 – Физико-химические показатели качества порошков кизила, яблока и тыквы / Table 6 – Physicochemical quality indicators of dogwood, apple and pumpkin powders

Показатель	Значение		
	порошок тыквы	порошок яблока	порошок кизила
Массовая доля влаги, %	9,0	8,0	15,0
Массовая доля металлопримесей, мг/1кг продукта	Отсутствуют		
Минеральные примеси	Отсутствуют		
Посторонние примеси	Отсутствуют		

Учитывая значительное теоретическое содержание в исследуемые продуктах минеральных веществ, был исследован состав макро- и микроэлементов порошков кизила, яблока и тыквы (таблица 7, рисунки 4-5).

Таблица 7 – Состав макро- и микроэлементов порошков кизила, яблока и тыквы (мкг/г продукта) / Table 7 – Composition of macro- and microelements of dogwood, apple and pumpkin powders (mcg/g of product)

Элемент	Кизил	Тыква	Яблоко
Макроэлементы:			
Калий	7455,81±161,45	10345,19±239,48	6849,53±193,84
Кальций	786,26±45,095	1798,91±85,89	805,17±57,16
Сера	2036,94±344,30	1137,77±323,73	927,24±291,60
Хлор	852,12±126,87	2282,47±261,63	463,20±117,03
Микроэлементы:			
Железо	7,26±1,02	21,54±2,12	40,33±3,02
Марганец	2,04±0,72	5,02±1,44	4,51±1,35
Молибден	0,24± 0,12	2,41±0,47	2,47±0,47

Никель	0,26±0,24	1,67±0,78	5,79±1,45
Селен	0,014±0,01	0,04±0,02	1,50±0,12
Медь	7,80±1,16	6,34±1,32	6,28±1,31
Цинк	9,93±0,96	16,09±1,53	10,84±1,25

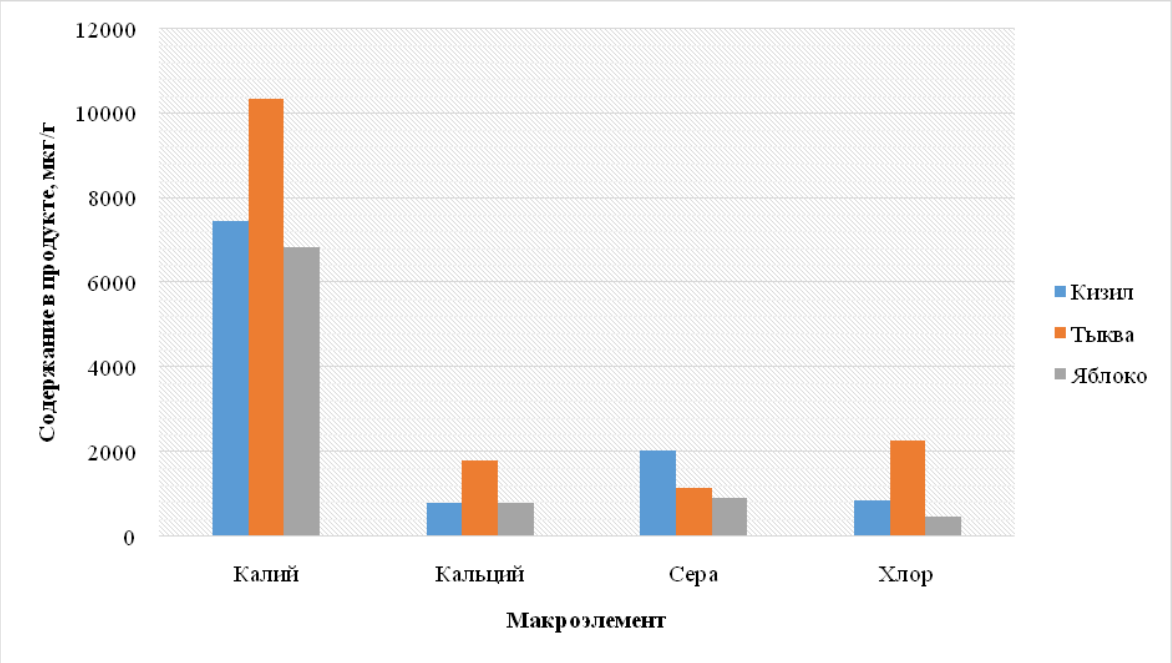

Рисунок 4 – Содержание макроэлементов в фитосырье /
Figure 4 – Content of macroelements in phyto-raw materials

Установлен состав макроэлементов исследуемых образцов: калий, кальций, сера и хлор, которые выполняют важные физиологические функции в организме человека. Так, калий – участвует в обмене веществ и в процессе передачи нервных импульсов в мышцы; кальций – обеспечивает рост и развитие костной ткани, участвует в обмене инсулина и в выработке гормонов, обеспечивает работу мышечной и нервной систем; сера – обеспечивает пространственную организацию молекул белков, необходимую для их функционирования, защищает клетки, ткани и пути биохимического синтеза от окисления, а весь организм – от токсического действия чужеродных веществ; хлор играет важную роль в поддержании мышц КОРа, осмотического равновесия плазмы крови, лимфы, спинномозговой жидкости и некоторых тканей, баланса воды в организме, является компонентом желудочного сока [1, 6, 8].

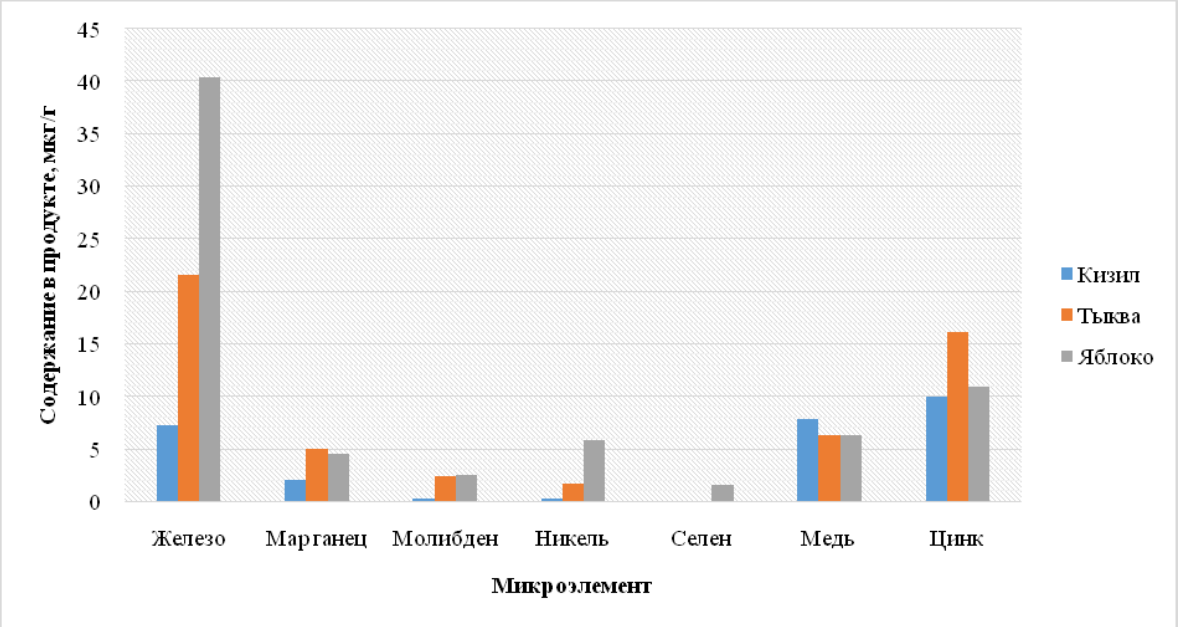

Рисунок 5 – Содержание микроэлементов в фитосырье /
Figure 5 – Microelement content in phyto-raw materials

В состав микроэлементов исследуемого сырья входят: железо – участвует в белковом и кислородном обмене, в синтезе гормонов и соединительной ткани; марганец – обеспечивает развитие костной и соединительной тканей, входит в состав ферментов, а также способствует синтезу холестерина и нуклеотидов и обладает антиоксидантыми свойствами; медь – входит в состав ферментов, способствующих усвоению железа, обладает антиоксидантными свойствами, стимулирует работу желудочно-кишечного тракта и участвует в снабжении тканей организма кислородом; цинк – выполняет иммунную, регенеративную функцию, участвует в процессе обмена углеводов, белков и жиров, улучшает выработку эритроцитов и гемоглобина, входит в состав ферментов; селен – необходим для работы иммунной системы, нервной системы, нормализации метаболизма и функционирования органов зрения (световосприятия), а также работы сердца и сосудов, относится к иммуномодуляторам, противовирусным, противовоспалительным и антиоксидантным средствам, препятствует разрушению клеток. Из микроэлементов особое внимание следует уделить марганцу, меди и селену, так как их дефицит выявлен в пищевом статусе населения, а содержание этих микроэлементов в фитосырье достаточно высокое [1, 6, 8].

Заключение. Применение обогатительных фитокомпозиций и растительных добавок в производстве пищевых продуктов является одним из перспективных направлений в области инновационных разработок и позволяет расширить сегмент продукции специализированного и функционального назначения. Предложенные в работе порошки кизила, тыквы и яблока могут быть использованы для разработки функциональных фитокомпозиций, предназначенных для обогащения различных продуктов питания (хлебобулочных, кондитерских, мясных изделий), а также как основа для производства пищевых концентратов (соусы, супы).

ЛИТЕРАТУРА

1. Золотокопова Ж. Ю. Роль микроэлементов в профилактике заболеваний // Научный альманах. 2020. № 4-1 (66). С. 111–114.
2. Викторова Е. П., Шахрай Т. А., Корнен Н. Н., Лукьяненко М. В., Федосеева О. В., Матвиенко А. Н., Казимирова М. А. Исследование функциональных и технологических свойств пищевых добавок из вторичных растительных ресурсов для создания продуктов здорового питания //

Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центрасадоводства, виноградарства, виноделия. 2018. Т. 14. С. 201–209.
3. Корнен Н. Н. Методологические подходы к созданию продуктов здорового питания // Вопросы питания. 2015. Т. 84. № 1. С. 95–99.
4. Тутельян В. А., Вялков А. И., Разумов А. Н., Михайлов В. И., Москаленко К. А., Одинец А. Г., Сбежнева В. Г., Сергеев В. Н. Научные основы здорового питания / М.: Издательский дом «Панорама», 2010. 816 с.
5. Корячкина С. Я., Ладнова О. Л., Лобок И. С., Микаелян А. В. Обоснование создания функциональных хлебобулочных изделий с применением смеси порошков тыквы и моркови // Хлебопродукты. 2018. № 4. С. 58–60.
6. Оттавей П. Б. Обогащение пищевых продуктов и биологически активные добавки. Технология, безопасность и нормативная база. СПб.: Профессия, 2010. 312 с.
7. Платонов В. Г., Чернов Н. В. Рынок функциональных пищевых продуктов // Scientific Journal of OrelSIET. 2019. № 2 (30). С. 21–24.
8. Ребров В. Г., Громова В. А. Витамины, макро- и микронутриенты. Москва: ГЭОТАР. Медиа, 2008. 960 с.
9. Скурихин И. М., Тутельян В. А. Химический состав российских пищевых продуктов: справочник. М.: ДеЛи принт, 2002. 236 с.
10. Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия: ГОСТ 22261-82. Введ. с 01.01.1996. М., 2007. 30 с.
11. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сухих веществ или влаги. Общие технические условия: ГОСТ 28561-90. Введ. с 01.07.1991. М., 2011. 11 с.
12. Поперечный А. Н., Антонова В. А., Корнийчук В. Г., Владимиров С. В. Кинетика процесса сушки замороженных абрикосов в сушилке с инфракрасным нагревом // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания. 2024. № 3. С. 211–217.
13. Требования к питанию населения: нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Республики Беларусь: постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 20.11.2012 г. № 180 // Министерство здравоохранения Республики Беларусь. 2019. 15 с.
14. Шешницан И. Н., Абурова Г. В. Растительное сырье в технологии функциональных хлебобулочных и мучных кондитерских изделий // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2018. Т. 7. № 4 (44). С. 215–220.
15. Białek A., Jelińska M., Tokarz A. Influence of maternal diet enrichment with conjugated linoleic acids on lipoxygenase metabolites of polyunsaturated fatty acids in serum of their offspring with 7,12-dimethylbenz[a]anthracene induced mammary tumors // Prostaglandins Other Lipid Mediat. 2015. P. 116–117.
16. Boyer J., Liu R. H. Apple phytochemicals and their health benefits // Nutrition Journal. 2004. No. 5. P. 1–15
17. Staichok A. C. B, Mendonça K. R. B., Santos P. G. A., Garcia L. G. C., Damiani C. Characterization and technological applicability // J. Food. Nutr. Res. 2016. No. 4. P. 327–333.
18. Çiftçi S., Suna G. Functional components of peanuts (Arachis Hypogaea L.) and health benefits: a review // Future Foods. 2022. No. 5. P. 100140.
19. Hosseinpour-Jaghdani F., Shomali T., Gholipour-Shahraki S., Rahimi-Madiseh M., Rafieian-Kopaei M. Cornus mas: a review on traditional uses and pharmacological properties // J. Complement. Integr. Med. 2017. No. 14.
20. Das U. N. Essential fatty acids: biochemistry, physiology and pathology // Biotechnol. J. 2006. No. 1. P. 420–439.
21. Juskiewicz J., Zary-Sikorska E., Zdunczyk Z., Krol B., Jaroslawska J., Jurgonski A. Effect of dietary supplementation with unprocessed and ethanol-extracted apple pomaces on cecel fermentation, antioxidant and blood biomarkers in rats // J Nutr. 2012. N 107. P. 1138–1146.
22. Xue Z., Guo Y., Fu C., Huo T., Yan M., Sun D. Extraction of dietary fiber from apple flesh pomace using hemicellulase // Nat Prod Res. 2013. No. 25. P. 1474–1479.
23. Szczepaniak O. M., Kobus-Cisowska J., Kusek W., Przeor M. Functional properties of cornelian cherry (Cornus mas L.): a comprehensive review // Eur. Food Res. Technol. 2019. No. 245. P. 2071–2087.

24. Tanmoy T. I., Hossain M. S., Sultana S., Islam M. A., Mondal S. K., Saha T. Impacts of food and nutrition on covid-19 patients // Pharmacologyonline. 2020. No. 2. P. 122–128.
25. Indrianti N. N., Sholichah E., Afifah N. Pumpkin flour effects on antioxidant activity, texture, and sensory attributes of flat tubers noodle // Proceedings of the IOP conference series: materials science and engineering. 2021. Vol. 1011. P. 012007.
26. Chen X. H., Zhang M., Teng X. X., Mujumdar A. S. Internal structure design for improved shape fidelity and crispness of 3D printed pumpkin-based snacks after freeze-drying // Food Research International. 2022. P. 157.
27. Baek I. H., Cho H. S., Said N. S., Olawuyi I. F., Kim K. R., Lee W. Y. Physicochemical and nutritional characteristics of vegan protein bars formulated with sweet potato and rice protein // Inter. J. Food Sci. Technol. 2024. No. 59. P. 5664–5674.

REFERENCES

1. Zolotokopowa ZhYu. The role of trace elements in disease prevention. Science almanac. 2020;((4-1)(66)):111-114. (In Russ.).
2. Viktorova EP, Shakhrai TA, Kornen NN, Lukyanenko MV, et al. Study of functional and technological properties of food additives from secondary plant resources for the creation of healthy food products. Scientific works of the North Caucasus Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Winemaking. 2018. Vol. 14. P. 201-209. (In Russ.).
3. Kornen NN. Methodological approaches to the creation of healthy food products. Voprosy pitaniya = Nutritional Questions. 2015;84(1):95-99. (In Russ.).
4. Tutelyan VA, Vyalkov AI, Razumov AN, Mikhailov VI, et al. Scientific foundations of healthy nutrition. Moscow: Publishing house "Panorama"; 2010. 816 p. (In Russ.).
5. Koryachkiya SYa, Ladnova OL, Lobok IS, Mikaelyan AV. Justification for the creation of functional bakery products using a mixture of pumpkin and carrot powders. Khleboprodukty = Bread products. 2018;(4):58-60. (In Russ.).
6. Ottaway PB. Food fortification and biologically active additives. Technology, safety and regulatory framework. St. Petersburg: Profession; 2010. 312 p. (In Russ.).
7. Platonov VG, Chernov NV. Functional food products market. Scientific Journal of OrelSIET. 2019;2(30):21-24. (In Russ.).
8. Rebrov VG, Gromova VA. Vitamins, macro- and micronutrients. Moscow: GEOTAR. Media; 2008. 960 p. (In Russ.).
9. Skurikhin IM, Tutelyan VA. Chemical composition of Russian food products: reference book. Moscow: DeLi print; 2002. 236 p. (In Russ.).
10. Instruments for measuring electrical and magnetic quantities. General specifications: GOST 22261-82. Introduced on 01.01.1996. Moscow, 2007. 30 p. (In Russ.).
11. Processed fruit and vegetable products. Methods for determining dry matter or moisture. General specifications: GOST 28561-90. Introduced on July 1, 1991. Moscow, 2011. 11 p. (In Russ.).
12. Poperechny AN, Antonova VA, Korniychuk VG, Vladimirov SV. Kinetics of the drying process of frozen apricots in a dryer with infrared heating. Tekhnologii pishchevoi i pererabatyvayushchei promyshlennosti APK-produkty zdorovogo pitaniya = Technologies of food and processing industry of agroindustrial complex-products of healthy nutrition. 2024;3:211-217. (In Russ.).
13. Nutritional requirements for the population: standards of physiological needs for energy and nutrients for various groups of the population of the Republic of Belarus: Resolution of the Ministry of Health of the Republic of Belarus dated November 20, 2012 No. 180. Ministry of Health of the Republic of Belarus. 2019. 15 p. (In Russ.).
14. Sheshnitsan IN, Aburova GV. Plant raw materials in the technology of functional bakery and flour confectionery products. XXI century: resumes of the past and challenges of the present plus. 2018;7((4) (44)):215-220. (In Russ.).
15. Białek A, Jelińska M, Tokarz A. Influence of maternal diet enrichment with conjugated linoleic acids on lipoxygenase metabolites of polyunsaturated fatty acids in serum of their offspring with 7,12-dimethylbenz[a]anthracene induced mammary tumors. Prostaglandins Other Lipid Mediat. 2015;116-117.
16. Boyer J, Liu RH. Apple phytochemicals and their health benefits. Nutrition Journal. 2004;(5):1-15.

17. Staichok ACB, Mendonça KRB, Santos PGA, Garcia LGC, et al. Characterization and technological applicability. J. Food. Nutr. Res. 2016;(4):327-333.
18. Çiftçi S, Suna G. Functional components of peanuts (Arachis Hypogaea L.) and health benefits: a review. Future Foods. 2022;(5);5:100140.
19. Hosseinpour-Jaghdani F., Shomali T., Gholipour-Shahraki S., Rahimi-Madiseh M., et al. Cornus mas: a review on traditional uses and pharmacological properties. J. Complement. Integr. Med. 2017;14.
20. Das UN. Essential fatty acids: biochemistry, physiology and pathology. Biotechnol. J. 2006;(1):420-439.
21. Juskiewicz J, Zary-Sikorska E, Zdunczyk Z, Krol B, et al. Effect of dietary supplementation with unprocessed and ethanol-extracted apple pomaces on cecel fermentation, antioxidant and blood biomarkers in rats. J Nutr. 2012;(107);1138-1146.
22. Xue Z, Guo Y, Fu C, Huo T, et al. Extraction of dietary fiber from apple flesh pomace using hemicellulase. Nat Prod Res. 2013;(25):1474-1479.
23. Szczepaniak OM, Kobus-Cisowska J, Kusek W, Przeor M. Functional properties of cornelian cherry (Cornus mas L.): a comprehensive review. Eur. Food Res. Technol. 2019;(245):2071-2087.
24. Tanmoy TI, Hossain MS, Sultana S, Islam MA, et al. Impacts of food and nutrition on covid-19 patients. Pharmacologyonline. 2020;(2):122-128.
25. Indrianti NN, Sholichah E, Afifah N. Pumpkin flour effects on antioxidant activity, texture, and sensory attributes of flat tubers noodle. In Proceedings of the IOP conference series: materials science and engineering. 2021;1011:012007.
26. Chen XH, Zhang M, Teng XX, Mujumdar AS. Internal structure design for improved shape fidelity and crispness of 3D printed pumpkin-based snacks after freeze-drying // Food Research International. 2022;157.
27. Baek IH, Cho HS, Said NS, Olawuyi IF, et al. Physicochemical and nutritional characteristics of vegan protein bars formulated with sweet potato and rice protein. Inter. J. Food Sci. Technol. 2024;(59):5664-5674.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Анастасия Сергеевна Кучер – магистр технических наук, старший преподаватель кафедры технологии, физиологии и гигиены питания, УО Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, kucher_as@grsu.by

Славамир Степанович Ануфрик – доктор физико-математических наук, профессор кафедры теоретической физики и теплотехники, УО Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, anufrick@grsu.by

Оксана Валерьевна Павлова – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии, физиологии и гигиены питания, УО Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, pavlova@grsu.by

Владимир Григорьевич Корнийчук – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и организации производства продуктов питания имени Коршуновой А.Ф., Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского, doc.12022007@mail.ru

Сергей Владимирович Владимиров – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и организации производства продуктов питания имени Коршуновой А.Ф., Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского, vladimirov4353@yandex.ru

Вклад авторов: все авторы внесли равный вклад в подготовку публикации.
Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию: 15.01.2024;
одобрена после рецензирования: 19.02.2025;
принята к публикации: 18.03.2025.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Anastasia S. Kucher – Master of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Department of Technology, Physiology and Food Hygiene, Yanka Kupala Grodno State University, kucher_as@grsu.by

Slavamir S. Anufrik – Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor of the Department of Theoretical Physics and Heat Engineering, UO Yanka Kupala State University of Grodno, anufrick@grsu.by

Oksana V. Pavlova – Cand. Sci. (Techn.), Associate Professor of the Department of Technology, Physiology and Food Hygiene, Yanka Kupala State University of Grodno, pavlova@grsu.by

Vladimir G. Korniychuk – Cand. Sci. (Techn.), Associate Professor of the Department of Technology and Organization of Food Production named after Korshunova A.F., Donetsk National University of Economics and Trade named after Mikhail Tugan-Baranosky, doc.12022007@mail.ru

Sergey V. Vladimirov – Cand. Sci. (Techn.), Associate Professor of the Department of Technology and Organization of Food Production named after Korshunova A.F., Donetsk National University of Economics and Trade named after Mikhail Tugan-Baranosky, vladimirov4353@yandex.ru

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.
Conflict of interest: the authors declare no conflicts of interests.

The article was submitted: 15.01.2024;
approved after reviewing: 19.02.2025;
accepted for publication: 18.03.2025.