



Научная статья
4.3.3 – Пищевые системы (технические науки)
УДК 664.8

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.04.006



ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВЫЖИМОК ТОПИНАМБУРА С ЦЕЛЬЮ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ

Константин Алексеевич Фадеев¹, Лариса Георгиевна Ермош²,
Ольга Яковлевна Кольман³

^{1,2} ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ, г. Красноярск, Россия

³ ФГАОУ ВО Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия

¹ Konstantin.fadeev97@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3315-6362>

² 2921220@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0295-0777>

³ OKolman@sfu-kras.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3860-7209>

Аннотация. Повышенный интерес перерабатывающих предприятий ко вторичному сырью в настоящее время неукоснительно возрастает с точки зрения ресурсосберегающих технологий, невысокой стоимости сырья и экологической эффективности производства. В ходе обработки клубней топинамбура образуются выжимки, богатые биологически активными веществами, в числе которых имеется инулин, что даёт возможность использовать их в качестве обогатителя разнообразных вариантов пищевых продуктов. Известно, что данный полисахарид представляется действенным пребиотиком, постоянное потребление которого сокращает риск развития заболеваний, связанных с питанием, а также сохраняет и улучшает здоровье человека. В работе представлены результаты исследований химического и аминокислотного состава выжимок топинамбура, а также доказана рациональность их использования в повышении пищевой ценности продуктов питания.

Ключевые слова: химический состав, пищевые волокна, аминокислотный состав, выжимки топинамбура, инулин.

Для цитирования: Фадеев К. А., Ермош Л. Г., Кольман О. Я. Исследование химического состава выжимок топинамбура с целью их использования в пищевых продуктах // Ползуновский вестник. 2024. № 4. С. 44–48. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.04.006, EDN: <https://elibrary.ru/EQOQWT>.

Original article

STUDY OF ELEMENTAL COMPOSITION OF POMACE FROM AN EARTHEN PEAR FOR PURPOSE OF THEIR USE IN FOOD PRODUCTS

Konstantin A. Fadeev¹, Larisa G. Ermosh², Olga Ya. Kolman³

^{1,2} Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Krasnoyarsk State University", Krasnoyarsk, Russia

³ Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Siberian Federal University", Krasnoyarsk, Russia

¹ Konstantin.fadeev97@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3315-6362>

² 2921220@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0295-0777>

³ OKolman@sfu-kras.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3860-7209>

© Фадеев К. А., Ермош Л. Г., Кольман О. Я., 2024

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВЫЖИМОК ТОПИНАМБУРА С ЦЕЛЬЮ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ

Abstract. Processing companies are showing increasing interest in secondary raw materials in terms of resource-saving technologies, low cost of raw materials and an efficient production environment. When processing earthen pear tubers, pomace is formed, rich in biologically active substances (including inulin), which allows them to be used as vitamin supplements to various dishes. It is known that this polysaccharide is an effective prebiotic, its constant consumption reduces the risk of developing dietary diseases and, as is known, supports and improves human health. The results of studies of the chemical and amino acid composition of earthen pear pomace are presented and the rationality of their use to increase the nutritional value of food products is proved.

Keywords: chemical composition, dietary fiber, amino acid composition, Jerusalem artichoke pomace, inulin.

For citation: Fadeev, K.A., Ermosh, L.G. & Kolman, O.Ya. (2024). Study of elemental composition of pomace from an earthen pear for purpose of their use in food products. *Polzunovskiy vestnik*. (4), 44-48. (In Russ). doi: 10/25712/ASTU.2072-8921.2024.04.006. EDN: <https://elibrary.ru/EQOQWT>.

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что пища является неотъемлемой частью крепкого здоровья и прекрасного состояния человеческого организма, так как между ними существует четкая взаимосвязь, но в настоящее время рацион современного человека почти не содержит богатой необходимыми биологически активными веществами растительной пищи, из-за чего практически у всех групп населения наблюдается острый дефицит жизненно необходимых элементов и проблемы со здоровьем.

Государственная политика в области здорового питания активно развивает направление по совершенствованию функциональности продуктов питания с целью устранения недостатка дефицитных витаминов и минералов, что в итоге приводит к развитию производства пищевых продуктов питания, обогащенных незаменимыми компонентами и позволяет выпускать продукты функционального назначения и обеспечивать ими массового потребителя [1].

Согласно общедоступным данным, производство функциональных продуктов питания является наиболее перспективной областью развития пищевой индустрии, что в настоящее время наблюдается в России, которая производит около 1500 тонн в год [2].

Для обогащения таких продуктов служат в основном компоненты, получаемые из природных источников, такие как витамины, микро- и макроэлементы, аминокислоты, а также растворимые и нерастворимые пищевые волокна, которыми богаты выжимки топинамбура.

Топинамбур (*Helianthus tuberosus* L.) является ценным сырьем для пищевой промышленности во всем мире за счёт богатого элементного состава: 20,0 % углеводов, из которых 55,0–65,0 % выпадает на долю инулина, пищевых волокон – 5,0 %, белка – 2,3 % и др. ценные биологически активные вещества, что определяет высокую пищевую ценность как самого топинамбура, так и рас-

тительных выжимок [3], а продукция, получаемая из клубней топинамбура, широко используется в обогащении различных видов продуктов питания [4, 5, 6].

Инулин относится к группе растворимых пищевых волокон и является эффективным пребиотиком, позволяющим снизить риск развития заболеваний, связанных с питанием, а также сохранить и улучшить здоровье человека [4, 7].

Выжимки ягодные, плодовые, овощные относятся к нетрадиционному сырью и являются побочным продуктом переработки сельскохозяйственных культур, имеющие богатый химический состав, интерес к которому проявляется, в первую очередь, со стороны растительных волокон, дефицит которых в настоящий момент наблюдается почти у каждого потребителя [8, 9, 10, 11].

В настоящее время интерес перерабатывающих предприятий к вторичным сырьевым ресурсам неуклонно растет с точки зрения ресурсосберегающих технологий, низкой себестоимости сырья и экологической эффективности производства.

В процессе переработки клубней топинамбура на инулино-пектиновые концентраты, фруктозные сиропы получают выжимки с высоким остаточным содержанием биологически активных веществ, в том числе инулина, что позволяет использовать их в качестве обогатителя различных видов пищевых продуктов.

Целью исследования является изучение химического состава выжимок топинамбура с целью их дальнейшего использования в производстве продуктов питания с повышенной пищевой ценностью.

Объекты и методы исследования: объектами исследования выступали выжимки клубней топинамбура сорта «Интерес», культивируемый в Красноярском крае. Для определения основных составляющих химического состава использовали стандартные методы, согласно ГОСТ на данные виды исследований.

Содержание сухих веществ в выжимках определяли по ГОСТ 28561-90, пектина, клетчатки и инулина в соответствии с ГОСТ 32223-2013, ГОСТ Р 54014-2010 и ГОСТ 13192-73, витамина С, каротиноидов, железа и кальция в соответствии с ГОСТ 24556-89, ГОСТ 54058-2010, ГОСТ 26928-86 и ГОСТ 26570-95.

Аминокислотный состав выжимок определяли согласно методике измерений массовой доли аминокислот методом капиллярного электрофореза. Аминокислотный скор определяли как отношение содержания каждой

аминокислоты к содержанию данной аминокислоты «идеального» белка.

Результаты и их обсуждение

В процессе исследования нами была проведена оценка органолептических показателей выжимок топинамбура согласно ГОСТ 8756.1-2017. Результаты приведены в табл. 1.

Данные по химическому составу выжимок топинамбура, который был определен экспериментальным способом, представлены в таблице 2.

Таблица 1 – Органолептическая оценка выжимок топинамбура

Table 1 – Organoleptic evaluation of jerusalem artichoke pomace

Показатель	Внешний вид и консистенция	Цвет	Запах и вкус
Выжимки топинамбура	Однородная масса с мелкими кусочками неправильной формы	Светлый, желтоватый	Сладковатый, с приятным запахом, свойственный клубням топинамбура

Таблица 2 – Данные по химическому составу выжимок топинамбура

Table 2 – Data on the chemical composition of jerusalem artichoke pomace

Результаты исследований				
Основные пищевые вещества, г/100 г				
М.д. влаги	Зола	Белок	Жир	Углеводы общие
75,47	0,59	2,65	0,28	21,19
Углеводный состав, г				
Клетчатка	Пектиновые вещества	Глюкоза	Сахароза	Инулин (фруктозаны)
0,24	1,82	1,02	0,64	17,47

Из таблицы видно, что выжимки топинамбура характеризуются низким содержанием жира, достаточно высоким для растительного продукта количеством белка, имеют разнообразный углеводный состав, в числе которых лидирует растворимый полисахарид инулин (82,4 % от общего количества) и пек-

тиновые вещества (8,6 %), а общее содержание пищевых волокон (пектиновые вещества, клетчатка и инулин) составляет 19,53 г.

В таблице 3 представлен наиболее значимый минеральный и витаминный состав выжимок топинамбура.

Таблица 3 – Минерально-витаминный состав выжимок топинамбура

Table 3 – Mineral and vitamin composition of jerusalem artichoke pomace

Минеральные вещества, мг/100 г				
Калий	Фосфор	Магний	Кальций	Железо
543,3	40,0	13,37	8,12	0,1
Витаминный состав, мг/100 г				
В ₁ (тиамина гидрохлорид)	В ₂ (рибофлавин)	РР (никотиновая кислота)	В ₅ (никотинамид)	Витамин С, %
0,086	0,057	0,092	0,035	1,07

Выжимки топинамбура являются источником минеральных веществ. Значительным содержанием среди них выделяются такие макроэлементы, как калий и фосфор.

Выжимки богаты разнообразным витаминным составом. Из линейки витаминов гр. В, включающей 7 наименований, в выжимках определено три наименования. Также в

выжимках определено незначительное содержание витамина С.

Из научных источников известно, что клубни топинамбура имеют богатый аминокислотный состав [4, 7]. Поэтому был определен качественный и количественный состав аминокислот в выжимках топинамбура, представленных в табл. 4–5.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВЫЖИМОК ТОПИНАМБУРА С ЦЕЛЬЮ
ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ**

Таблица 4 – Заменяемые аминокислоты выжимок топинамбура

Table 4 – Interchangeable amino acids of jerusalem artichoke pomace

Наименование	Результаты исследований, м.д. в 100 мг, %
Аргинин	0,2030
Тирозин	0,6059
Пролин	0,2006
Серин	0,2663
Аланин	0,3168
Глицин	0,2982
Глутаминовая кислота + Глутамин	0,5930
Аспаргиновая кислота + Аспаргин	0,4342

Таблица 5 – Незаменимые аминокислоты выжимок топинамбура

Table 5 – Essential amino acids of jerusalem artichoke pomace

Наименование	Результаты исследований, м.д. в 100 мг
Треонин	0,4210
Лизин	0,3815
Лейцин + Изолейцин	0,2896
Валин	0,2102
Фенилаланин	0,2014
Гистидин	0,1619
Метионин	0,1356
Триптофан	0,0132

Таблица 6 – Аминокислотный скор выжимок топинамбура

Table 6 – Aminoacidscore of jerusalem artichoke pomace

Вид аминокислоты	Содержание в идеальном белке, г/100г	Содержание в выжимках топинамбура, г/100г	Аминокислотный скор, %
Триптофан	1,0	0,0132	1,32
Треонин	4,0	0,4210	10,5
Изолейцин	4,0	0,150	3,75
Лейцин	7,0	0,139	3,5
Лизин	5,5	0,3815	6,91
Метионин	3,5	0,1356	4,0
Фенилаланин	6,0	0,2014	3,5
Валин	5,0	0,2102	4,2

Анализ показал наличие и разнообразие аминокислотного состава выжимок. Всего определено 19 видов аминокислот, из которых 9 незаменимых и 10 заменимых.

По количественному составу лидером среди незаменимых аминокислот является треонин – 0,42 мг и лизин – 0,38 мг. Среди заменимых – тирозин – 0,61 мг, глутаминовая кислота + глутамин – 0,59 и аспаргиновая кислота + аспаргин – 0,43 мг.

Для определения биологической ценности выжимок топинамбура проведен расчет аминокислотного сора незаменимых аминокислот. Результаты представлены в таблице 6.

Расчет показал, что все аминокислоты выжимок топинамбура являются лимитирующими, что характерно для белкового состава растительных продуктов. Первой лимитирующей незаменимой аминокислотой является триптофан. Высокий аминокислотный скор наблюдается у треонина (10,5 %) и лизина (6,9 %).

ВЫВОДЫ

Определение и анализ химического и аминокислотного состава показал, что выжимки топинамбура являются, в первую очередь, источником инулина, пектиновых ве-

ществ, клетчатки. Помимо этого, в выжимках имеется достаточно высокий минеральный и витаминный состав. Белок выжимок содержит все незаменимые аминокислоты, что выделяет их из других видов растительного сырья.

Знание химического состава выжимок топинамбура позволит разрабатывать новые виды продуктов питания с наличием инулина для питания людей с сахарным диабетом, продуктов с повышенным количеством пищевых волокон для коррекции массы тела. Сведения по аминокислотному составу выжимок позволят корректировать белковый состав проектируемых продуктов с целью повышения их биологической ценности.

Таким образом, выжимки топинамбура являются перспективным сырьем для расширения и создания новых видов обогащенных, диетических, функциональных продуктов питания. В настоящее время авторами данного исследования разработан ряд хлебобулочных изделий с содержанием ягодно-овощных выжимок, в том числе топинамбура.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Распоряжение Правительства РФ от 25 октября 2010 г. № 1873-р «Об утверждении Ос-

нов государственной политики РФ в области здорового питания населения на период до 2020 г.» // Собрание законодательства Российской Федерации от 8 ноября 2010 г. № 45 ст. 5869.

2. Российский рынок функциональных продуктов питания для здорового образа жизни человека / Л.К. Асякина [и др.] // Социально-экономический и гуманитарный журнал, 2022. № 3. С. 29–41. DOI 10.36718/2500-1825-2022-3-29-41.

3. Ермош, Л.Г. Научно-практическое обоснование получения продуктов повышенной пищевой ценности с использованием клубней топинамбура: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. Красноярск, 2015. 32 с.

4. Топинамбур – культура многоцелевого использования / В.И. Старовойтов [и др.] // Пищевая промышленность. 2013. № 4. С. 22–25.

5. Ermosh, L.G. Use of powder *Helianthus tuberosus* L. in the production of frozen bread // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies, Volgograd, Krasnoyarsk, 18–20 июня 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 548. Volgograd, Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. P. 82020. DOI 10.1088/1755-1315/548/8/082020.

6. Ермош, Л.Г., Березовикова, И.П. Технология хлебобулочных изделий из замороженных полуфабрикатов с использованием муки из топинамбура // Техника и технология пищевых производств. 2012. № 4 (27). С. 11–17.

7. Зеленков, В.Н., Шаин, С.С. Многоликий топинамбур в прошлом и настоящем. Новосибирск : Концерн «ОИТ» – НТФ «АРИС», СО РАМН, 2000. 241 с.

8. Ермош, Л.Г., Фадеев, К.А. Овощные выжимки как источник биологически активных веществ // Проблемы современной аграрной науки: материалы международной научной конференции, Красноярск, 15 октября 2022 года. Красноярск : Красноярский государственный аграрный университет, 2022. С. 233–237.

9. Мусаева, Н.М. Повышение пищевой ценности хлебобулочных изделий на основе добавок из вторичных сырьевых ресурсов и дикорастущих ягод: дис. ... кандидата сельскохозяйственных наук: 05.18.01 / Мусаева Наира Магомедовна; [Ме-

сто защиты: Дагестан. гос. с.-х. акад.]. Махачкала, 2010. 184 с.

10. Фадеев, К.А., Ермош, Л.Г. Ягодные выжимки – дополнительные ресурсы повышения пищевой ценности продуктов питания // Матер. национальной науч. конф. «Научно-практические аспекты развития АПК». Красноярск, Красноярский ГАУ. 2023. С. 252–256.

11. Кольман, О.Я., Иванова, Г.В. Новые виды мучных кондитерских изделий для учащихся общеобразовательных учреждений Красноярского края // ЗДОРОВЬЕ ДЛЯ ВСЕХ. 2013. С. 259–262.

Информация об авторах

К. А. Фадеев – аспирант кафедры «Технологии хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств» Красноярского государственного аграрного университета.

Л. Г. Ермош – доктор технических наук, профессор кафедры «Технологии хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств» Красноярского государственного аграрного университета.

О. Я. Кольман – кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии и организации общественного питания» Сибирского федерального университета.

Information about the authors

K.A. Fadeev - Postgraduate student of the Department of "Technologies of bakery, Confectionery and Pasta Production" of the Krasnoyarsk State Agrarian University.

L.G. Ermosh - Doctor of Technical Sciences, professor of the Department of "Technologies of Bakery, Confectionery and Pasta Production" of the Krasnoyarsk State Agrarian University.

O.J. Kolman - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technology and Organization of Public Catering at the Siberian Federal University.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 12 марта 2024; одобрена после рецензирования 20 ноября 2024; принята к публикации 04 декабря 2024.

The article was received by the editorial board on 12 Mar 2024; approved after editing on 20 Nov 2024; accepted for publication on 04 Dec 2024.