



Научная статья  
4.3.3 – Пищевые системы (технические науки)  
УДК 664.34

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2023.01.009



## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА НЕРАФИНИРОВАННЫХ МАСЕЛ ЧИА РАЗНЫХ ТОРГОВЫХ МАРОК

Наталья Леонидовна Наумова<sup>1</sup>, Юлия Александровна Бец<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Южно-Уральский государственный университет (НИУ), Челябинск, Россия

<sup>1</sup> n.naumova@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0586-6359>

<sup>2</sup> bets.jul@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8206-3061>

**Аннотация.** Масло из семян чиа (*Salvia hispanica* L.) остается новинкой для российского рынка, реализуется в основном через систему интернет-продаж и зачастую не сопровождается документами о качестве. Целью исследования явилась сравнительная оценка качества и пищевой ценности нерафинированных масел чиа торговых марок «Ufeelgood» (проба 1) и «Сибирская клетчатка» (проба 2). Органолептические свойства образцов масла были идентифицированы как характерные для продукта данного вида. Фактические уровни ПЧ и КЧ, влаги и летучих веществ не превысили регламентированных норм ТР ТС 024/11 и Codex Alimentarius. Codex Stan 210-1999. Уровни жирных кислот входили в свойственные числовые интервалы, основные жирные кислоты были ранжированы в последовательности:  $\alpha$ -линоленовая > линолевая > пальмитиновая ~ олеиновая > стеариновая кислоты, соотношение  $\omega$ -6: $\omega$ -3 ПНЖК составило 1:3, что в совокупности было характерным для липидного профиля масла чиа. В пробе 1 выявлен более разнообразный состав ПНЖК семейства  $\omega$ -3 и  $\omega$ -6 за счет дополнительного содержания эйкозадиеновой, эйкозатриеновой, арахидоновой и докозагексаеновой кислот. При этом уровень транс-изомеров жирных кислот был на 15,8 % выше, но не превысил допустимого предела согласно ТР ТС 024/2011. Проба 2 отличалась преимуществом в количестве полифенолов (в 9,3 раза), стоимости товара (цена ниже в 3,4 раза), но уступала по величине АОА (на 21,2 %) образцу-конкуренту. Присутствие эруковой кислоты ( $0,040 \pm 0,001$  %) в пробе 1 и высокий уровень  $\alpha$ -токоферола ( $343,96 \pm 9,03$  мг/кг) в пробе 2 требуют проведения дополнительных исследований для исключения возможности фальсификации. Установлено несоответствие обеих проб нетрадиционного масла требованиям ТР ТС 024/2011 в части полноты потребительской маркировки, что является недопустимым и позволяет изъять их из товарооборота.

**Ключевые слова:** масло чиа, *Salvia hispanica*, качество, нутриентный состав, жирные кислоты.

**Для цитирования:** Наумова Н. Л., Бец Ю. А. Сравнительная оценка нерафинированных масел чиа разных торговых марок // Ползуновский вестник. 2023. № 1. С. 67–74. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2023.01.009. EDN: <https://elibrary.ru/VWPBTO>.

## COMPARATIVE ASSESSMENT OF UNREFINED CHIA OILS OF DIFFERENT BRANDS

Natalya L. Naumova <sup>1</sup>, Yulia A. Bets <sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> South Ural State University, Chelyabinsk, Russia

<sup>1</sup> n.naumova@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0586-6359>

<sup>2</sup> bets.jul@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8206-3061>

**Abstract.** Chia seed oil (*Salvia hispanica* L.) remains a novelty for the Russian market, it is sold mainly through the Internet sales system and is often not accompanied by quality documents. The aim of the study was a comparative assessment of the quality and nutritional value of unrefined chia oils of the trademarks "Ufeelgood" (sample 1) and "Siberian Fiber" (sample 2). The organoleptic properties of the oil samples were identified as characteristic of this type of product. The actual levels of PN and AN, moisture and volatile substances did not exceed the regulated norms of TR CU 024/11 and Codex Alimentarius. Codex Stan 210-1999. The levels of fatty acids were included in the characteristic numerical intervals, the main fatty acids were ranked in the sequence:  $\alpha$ -linolenic > linoleic > palmitic ~ oleic > stearic acid, the ratio  $\omega$ -6: $\omega$ -3 PUFA was 1:3, which in aggregate was characteristic of the lipid profile of chia oil. In sample 1, a more diverse composition of PUFAs of the  $\omega$ -3 and  $\omega$ -6 families was revealed due to the additional content of eicosadienoic, eicosatrienoic, arachidonic and docosahexaenoic acids. At the same time, the level of trans-fatty acids was 15.8% higher, but did not exceed the allowable limit according to TR CU 024/2011. Sample 2 had an advantage in the amount of polyphenols (by 9.3 times), the cost of goods (the price was 3.4 times lower), but was inferior in terms of AOA (by 21.2%) to the competitor sample. The presence of erucic acid ( $0.040 \pm 0.001\%$ ) in sample 1 and the high level of  $\alpha$ -tocopherol ( $343.96 \pm 9.03$  mg/kg) in sample 2 require additional testing to exclude the possibility of falsification. It was established that both samples of non-traditional oil did not comply with the requirements of TR CU 024/2011 in terms of the completeness of consumer labeling, which is unacceptable and allows them to be withdrawn from trade.

**Keywords:** chia oil, *Salvia hispanica*, quality, nutrient composition, fatty acids.

**For citation:** Naumova, N.L. & Betz, Yu.A. (2023). Comparative evaluation of unrefined chia oils of different brands. *Polzunovskiy vestnik*, (1), 67-74. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2023.01.009. EDN: <https://elibrary.ru/VWPBTO>.

### ВВЕДЕНИЕ

Семена чиа (*Salvia hispanica* L.), исторически являющиеся продовольственной культурой коренных народов Мексики и Гватемалы, в настоящее время широко используются (с кашами, соусами, овощами, блюдами из риса, йогуртами, в составе напитков, батончиков, выпечки) не только в Австралии, Бразилии, Колумбии, Перу, Аргентине, Америке, Европе, но и в России, благодаря высокому содержанию  $\alpha$ -линоленовой кислоты и антиоксидантным свойствам [1, 2]. Они содержат белок (16–26 %), углеводы (37–45 %), липиды (31–34 %), пищевые волокна (22–40 %), минеральные элементы, мг/100 г – Ca (456–631), P (860–919), K (407–726) и Mg (335–449), витамины, мг/100 г – C (1,6), PP (8,8), B<sub>1</sub> (0,6), E (0,5), B<sub>2</sub> (0,2) и др., полифенолы – галловую, цеиновою, розмариновую, хлорогеновую, коричную и

феруловую кислоты, кверцетин, кемпферол, эпикатехин, рутин, апигенин и др. [3–5].

Многочисленные исследования липидной составляющей семян чиа не установили существенных отличий между белыми и чернопестрыми семенами в содержании жира и жирнокислотном составе, однако выявлены различия в этих показателях в зависимости от региона произрастания культуры. Так, определена значительная разница в количествах пальмитиновой, олеиновой, линолевой и  $\alpha$ -линоленовой жирных кислот в составах масел семян *Salvia hispanica* L., выращенных в разных географических районах Эквадора. Эквадорские семена, к примеру, имеют несколько большее содержание линоленовой кислоты (63,3–67,3 %), чем семена из Мичоакана, Оахаки, Чьяпаса и Пуэбла (59,9–63,4 %) [6]. К настоящему времени известно, что масло чиа из обжаренных семян содер-

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА НЕРАФИНИРОВАННЫХ МАСЕЛ ЧИА РАЗНЫХ ТОРГОВЫХ МАРОК

жит меньше  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -,  $\delta$ -токоферолов,  $\beta$ - и  $\gamma$ -токотриенолов [7].

До настоящего времени это масло все еще остается относительной новинкой для российского рынка, реализуется в основном через систему интернет-продаж и зачастую не сопровождается документами о качестве товара. В этой связи целью исследования явилась сравнительная оценка качества и пищевой ценности нерафинированных масел чиа разных торговых марок.

### МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами исследований явились масла чиа холодного отжима (рисунок 1) разной ценовой категории, приобретенные через систему интернет-заказов на официальных сайтах производителей:

- *проба 1*, ТМ «Ufeelgood», цена 2732 руб./л, <https://ufeelgood.ru>;

- *проба 2*, ТМ «Сибирская клетчатка», цена 810 руб./л, <https://tfzp.ru>.

Все испытания проводили в январе 2022 г. в пределах срока годности продукции. Органолептические показатели масел определяли по ГОСТ 5472-50, количество влаги и летучих веществ методом гравиметрии – по ГОСТ 11812-66, перекисное (ПЧ) и кислотное (КЧ) числа жира методом титриметрии – по ГОСТ 26593-85 и ГОСТ 31933-12 соответственно. Состав жирных кислот анализировали по ГОСТ 31663-12 и ГОСТ 31665-12, используя аппаратно-программный комплекс на базе хроматографа «Хроматэк-Кристалл 5000» («Хроматэк», Россия), в качестве стандартного образца применяли смесь метиловых эфиров жирных кислот в метиленхлориде (Cis/Trans FAME Vix) Cas 35079, Restek. Содержание  $\alpha$ -токоферола определяли по МВИ 43-08 на хроматографе жидкостном Prominence («Shimadzu», Япония), в качестве стандартного образца использовали  $\alpha$ -Tocopherol, CAS № 10191-41-0, Sigma-Aldrich. Антиоксидантную активность (АОА) масел изучали по [8], общее содержание полифенолов – по [9] на спектрофотометре UV-1800 («Shimadzu», США). Качество продукции сравнивали с нормами ТР ТС 024/11 и Codex Alimentarius. Codex Stan 210-1999, регламентированными для нерафинированных масел.

Требования СТО 67008287.051-17 в свободном доступе интернет-пространства на время проведения исследований отсутствовали.



проба 1

проба 2

Рисунок 1 – Внешний вид упаковки и маркировки масел

Figure 1 - Appearance of packaging and labeling of oils

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Основными целями создания системы маркировки товаров считаются: контроль прослеживаемости продукции от производителя до потребителя, защита производителей от подделки их продукции, автоматизированный контроль и учет продукции со стороны государственных органов и защита здоровья конечных потребителей [10, 11]. В этой связи изучение реквизитов потребительской маркировки нетрадиционных масел приобретает особый смысл. Установлено (таблица 1), что из всех требований технических регламентов, предъявляемых к маркировке пищевой, в том числе масложировой продукции, *проба 1* не содержит сведений о документе, в соответствии с которым произведен и может быть идентифицирован товар; *проба 2* не имеет четкой информации об условиях хранения масла до и после вскрытия потребительской упаковки. Кроме того, в текстах маркировки обеих проб масла не указано о его «соответствии требованиям ТР ТС 024/2011», что является недопустимым.

Таблица 1 – Реквизиты маркировки масел

Table 1 - Details of the marking of oils

Обязательные реквизиты маркировки согласно ТР ТС 024/2011, ТР ТС 022/2011	Результаты исследований масла	
	<i>проба 1</i>	<i>проба 2</i>
Наименование продукции	масло чиа холодного отжима	масло чиа нерафинированное холодного отжима
Состав	масло чиа 100 %	отсутствует*
Пищевая ценность на 100 г	жиры – 99,5 г	жиры – 99 г
Энергетическая ценность на 100 г	884 ккал/3712,8 кДж	920 кКал/3850 кДж
Дата изготовления (розлива)	май 2021	23.11.2021 (26.11.2021)
Срок годности	12 мес.	12 мес.
Наименование и место нахождения изготовителя	ООО «Фабрика ЗОЖ», 129626, г. Москва, ул. 2-я Мытищинская, д. 2, стр. 2	ООО «Сибирская клетчатка», 634021, Томская обл., г. Томск, пр. Фрунзе, д. 109, оф. 107
Рекомендации и (или) ограничения по использованию	отсутствует*	не подвергать термической обработке
Сведения о документе, в соответствии с которым произведена и может быть идентифицирована продукция	отсутствует	СТО 67008287.051-17
Единый знак обращения продукции на рынке	присутствует	присутствует
Масса нетто и (или) объем	250 мл	200 мл
Условия хранения (после вскрытия потребительской упаковки)	хранить в темном месте при температуре от +3 до +28 °С и ОВВ не более 80 % (хранить не более 2 мес.)	хранить в темном прохладном месте (хранить в герметично закрытой таре)

Примечание: \* - допускается согласно ТР ТС 022/2011

Нормируемыми показателями безопасности для растительных масел являются кислотное (КЧ) и пероксидное (ПЧ) числа как показатели гидролитической и окислительной порчи. Они характеризуют степень свежести жира и отражают пригодность масла для пищевых целей. Выявлено (таблица 2) соответствие величин указанных показателей регламентированным нормам ТР ТС 024/11 и Codex Stan 210-1999, что согласуется с результатами органолептической оценки масла чиа, у которого были определены характерные [12, 13] для обеих проб потребительские свойства без прогорклых запаха и привкуса. Известно, что цвет масла обусловлен присутствием каротиноидов в диапазоне от 0,53 мг/кг до 1,21 мг/кг с преобладанием β-формы [12, 13].

Содержание влаги и летучих веществ в исследуемых образцах масла не превысило уровня, прописанного в международном стандарте. Несмотря на существенное превосходство пробы 2 в количествах α-токоферола и полифенолов (в 9,3 раза), обладающих выраженными антиоксидантными свойствами, АОА самого продукта несколько уступала (на 21,2 %) образцу-конкуренту. Общеизвестно, что с антиоксидант-

ными эффектами *S. hispanica* связаны фенольные (розмариновая, галловая, кофейная, хлорогеновая кислоты, даншенсу, кверцетин, мирицетин и кемпферол) и липофильные (каротиноиды, токоферолы, фосфолипиды, α-липоевая кислота) соединения [3, 5, 7]. В этой связи установленные результаты, скорее всего, связаны с дисбалансом других соединений, обладающих АОА, но не изученных в ходе данных исследований.

Известно, что масла семян чиа содержат около 238–427 мг/кг токоферолов, преимущественно γ-токоферола (> 85 %) и δ-токоферола; α-токоферол обнаружен в концентрациях 0,4–9,9 мг/кг, а β-токоферол не обнаружен вовсе [12]. Это согласуется с другими научными результатами, где доминирующим соединением в масле чиа также выступает γ-токоферол с содержанием 422 мг/кг (при общем содержании 446 мг/кг) жира [14]. Предположительно относительно высокий уровень α-токоферола в пробе 2 может быть обусловлен как сортовой особенностью семян чиа, из которых получено данное масло, так и его дополнительным введением для ингибирования перекисного окисления липидов.

ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК № 1 2023

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА НЕРАФИНИРОВАННЫХ МАСЕЛ ЧИА РАЗНЫХ ТОРГОВЫХ МАРОК

Таблица 2 – Показатели качества и химический состав масел  
Table 2 - Quality indicators and chemical composition of oils

Показатель	Норма по ТР ТС 024/11 (Codex Stan 210-1999)**, не более	Результаты исследований масла	
		проба 1	проба 2
Прозрачность	не регламентируется	прозрачное, без осадка	
Цвет	не регламентируется	желтый	
Вкус и запах	(характерный для продукта данного вида)**	легкий травяной запах, обезличенный вкус	
ПЧ, мэкв/кг	10,0 (15,0)**	5,42 ± 0,05	4,50 ± 0,06
КЧ, мг КОН/г	4,0	0,71 ± 0,04	1,21 ± 0,08
М. д. влаги и летучих веществ, %	не регламентируется (0,2)**	0,103 ± 0,002	0,117 ± 0,002
Содержание витамина Е (α-токоферола), мг/кг	не регламентируется	< 25	343,96 ± 9,03
Антиоксидантная активность, %		24,93 ± 0,37	19,64 ± 0,44
Общее содержание полифенолов, ммоль/л экв. галловой кислоты		6,96 ± 0,25	64,59 ± 3,06

Описанный выше антиоксидантный комплекс обеспечивает определенную стабильность масла чиа к окислению, несмотря на высокое содержание в нем полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), недостаточное потребление которых приводит к развитию различных заболеваний, в том числе кожи и почек, нарушениям половой функции и т.д.

В последнее время значительный интерес отводится присутствию в рационах питания у различных групп населения ω-3 ПНЖК. Масло семян *S. hispanica* состоит, главным образом, из чистых или смешанных триглицеридов линоленовой (ω-3) и линолевой (ω-6) кислот [15]. При этом жирные кислоты семейства ω-3 наиболее дефицитны для диеты современного человека, а значит и наиболее важны, как эссенциальные микро-нутриенты. Они обладают способностью блокировать дисфункции кальциевых и натриевых каналов, снижая риск развития гипертонии, улучшать парасимпатический тонус, оказывать антиаритмическое, защитное, иммуномодулирующее и антиоксидантное действия [16].

По данным ряда исследователей, жирнокислотный состав семян чиа изменчив и зависит от региона произрастания и агротехнических приемов возделывания культуры, метода предварительной обработки, условий хранения и размера семян и др. [6, 17, 18]. Определено (таблица 3), что количественные уровни жирных кислот обеих проб масла входят в числовые интервалы, описанные в литературных источниках [19–22, 25–27]; основ-

ные жирные кислоты ранжированы в следующей последовательности: α-линоленовая > линолевая > пальмитиновая ~ олеиновая > стеариновая кислоты, что согласуется с результатами, описанными иностранными учеными [12, 14, 25–27]; соотношение ω-6:ω-3 ПНЖК составляет 1:3 и является свойственным для данного вида масла [12, 13, 23–27].

В пробе 1 выявлен более разнообразный состав ПНЖК семейств ω-3 и ω-6 за счет дополнительного содержания эйкозодиеновой, эйкозатриеновой, арахидоновой и докозагексаеновой кислот. Присутствие мононенасыщенной эруковой кислоты, характерной, в первую очередь, для масел из семян семейства крестоцветных (рапсового, горчичного, сурепового, рыжикового) и др., делает актуальным вопрос о подлинности этой пробы масла и требует проведения дополнительных исследований, поскольку в изученных литературных данных [12–14, 19–22, 25–27] не нашлось сведений о ее присутствии в профиле жирных кислот семян и масла чиа. Уровень транс-изомеров жирных кислот в пробе 1 был на 15,8 % выше, но не превысил регламентированной нормы (не более 2,0 %) согласно ТР ТС 024/2011.

Ценовой фактор во время совершения покупки является решающим при других идентичных свойствах товаров, в этой связи проба 2 (цена 810 руб./л) имеет существенное преимущество на фоне пробы 1 (цена 2732 руб./л).

Таблица 3 – Жирнокислотный состав масел  
Table 3 - Fatty acid composition of oils

Наименование кислоты	Литературные данные	Результаты исследований масла, %	
		проба 1	проба 2
Насыщенные кислоты:			
миристиновая С 14:0	0,04 [19]	0,050 ± 0,001	0,060 ± 0,001
пентадекановая С 15:0	0,02 [19]	–	–
пальмитиновая С 16:0	5,80–7,47 [19–22, 25–27]	6,68 ± 0,21	7,13 ± 0,24
маргариновая С 17:0	0,05 [19]	0,050 ± 0,001	0,060 ± 0,001
стеариновая С 18:0	0,29–4,30 [19–21, 25–29]	2,55 ± 0,09	3,39 ± 0,11
арахиновая С 20:0	0,15 [19]	0,24 ± 0,01	0,27 ± 0,01
бегеновая С 22:0	0,06 [19]	0,080 ± 0,003	0,080 ± 0,004
лигноцериновая С 24:0	нет данных	0,080 ± 0,002	0,080 ± 0,003
Мононенасыщенные кислоты:			
пальмитолеиновая С 16:1	< 0,2 [19, 20]	0,14 ± 0,01	0,22 ± 0,01
олеиновая С 18:1	2,43–10,70 [19–22, 25–27]	6,45 ± 0,20	7,22 ± 0,19
гадолеиновая С 20:1	0,03 [19]	–	–
гондоиновая С 20:1	нет данных	0,14 ± 0,01	0,15 ± 0,01
эруковая С 22:1		0,040 ± 0,001	–
Полиненасыщенные кислоты:			
линолевая С 18:2ω6	18,90–20,56 [19–22, 25–27]	18,71 ± 0,63	18,81±0,09
γ-линоленовая С 18:3ω6	0,31 [19]	0,40 ± 0,02	0,33±0,01
α-линоленовая С 18:3ω3	59,63–68,52 [19–22, 25–27]	64,00 ± 1,37	62,01±2,05
эйкозодиеновая С 20:2ω6	нет данных	0,050 ± 0,002	–
эйкозатриеновая С 20:3ω3	0,01 [19]	0,050 ± 0,003	–
арахидоновая С 20:4ω6	0,13 [19]	0,020 ± 0,001	–
докозагексаеновая С 22:6ω3	0,05 [19]	0,050 ± 0,002	–
Соотношение ω-6:ω-3	1:(3–4) [12, 13, 23–27]	1:3	1:3
Транс-изомеры жирных кислот:			
линолелаидиновая-транс	нет данных	0,22 ± 0,01	0,19 ± 0,01

## ВЫВОДЫ

Органолептические показатели исследуемых образцов масла чиа были определены как характерные для продукта данного вида. Количественные характеристики физико-химических показателей не превысили регламентированных норм ТР ТС 024/11 и Codex Alimentarius. Codex Stan 210-1999. Состав основных жирных кислот соответствовал липидному профилю масла чиа. В пробе 1 в пределах 0,050 % дополнительно выявлено содержание эйкозодиеновой, эйкозатриеновой, докозагексаеновой, 0,020 % – арахидоновой, 0,040 % – эруковой кислот и несколько больший (на 15,8 %) уровень транс-изомеров. Проба 2 имела преимущества в содержании α-токоферола, полифенолов (в 9,3 раза), фитановой составляющей (цена ниже в 3,4 раза), но уступала (на 21,2 %) по величине АОА.

Установлено несоответствие обеих проб нетрадиционного масла требованиям ТР ТС 024/2011 в части полноты потребительской

маркировки, что дает основание для изъятия их из товарооборота.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Попова А.В. Семена чиа как источник незаменимых полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) омега-3 / А.В. Попова // Высокие технологии и инновации в науке: сборник избранных статей Международной научной конференции. Санкт-Петербург: Национальный исследовательский университет ИТМО, 2019. С. 42–45.
2. Chia Seeds (*Salvia hispanica* L.): an overview-phytochemical profile, isolation methods, and application / M. Knez Hrnčič [and al.] // Molecules. 2019. 25(1). P. 11. doi 10.3390/molecules25010011.
3. Natural antioxidants of chia seeds / R. Castro-Martinez [and al.] // Proceedings of the world conference on emerging technologies in the fats and oils industry. American oil chemists society, 1986. P. 392–396.
4. Katarzyna, M. Chia seeds (*Salvia hispanica*): health promoting properties and therapeutic applications – a review / M. Katarzyna, K. Zbigniew // Rocz Panstw Zakl Hig. 2017. 68(2). P. 123–129.
5. Characterization of phenolic compounds in chia (*Salvia hispanica* L.) seeds, fiber flour and oil / S.C. Oliveira-Alves [and al.] // Food Chemistry. 2017. 232. P. 295–305. doi 10.1016/j.foodchem.2017.04.002.

6. Ayerza, R. Effects of seed color and growing locations on fatty acid content and composition of two chia (*Salvia hispanica* L.) genotypes / R. Ayerza // Journal of the American oil chemists' society. 2010. 87(10). P. 1161–1165. doi 10.1007/s11746-010-1597-7.

7. Chia seed (*Salvia hispanica* L.) effects and their molecular mechanisms on unbalanced diet experimental studies: a systematic review / B.N. Enes [and al.] // Journal of Food Science. 2020. 85(2). P. 226–239. doi 10.1111/1750-3841.15003.

8. Öztürk, H. Antioxidant, anticholinesterase and antibacterial activities of *jurinea consanguinea* dc / H. Öztürk, U. Kolak, C. Meric // Records of Natural Products. 2011. 5(1). P. 43–51.

9. Characterization and fractionation of phenolic compounds extracted from olive oil mill waste-waters / E. De Marco [and al.] // Food Chemistry. 2007. 104(2). P. 858–867. doi 10.1016/j.foodchem.2006.10.005.

10. Кудинова, О.В. Проблемы идентификации и маркировки пищевых жиров / О.В. Кудинова, Л.В. Молоканова // Зеленый коридор. 2021. № 2 (16). С. 105–110.

11. Сидоров, С.А. Маркировка как инструмент повышения конкурентных преимуществ компаний и защиты интересов потребителей / С.А. Сидоров // Региональный экономический журнал. 2022. № 1 (32). С. 55–63.

12. Characterization of chia seed oils obtained by pressing and solvent extraction / V.Y. Ixtaina [and al.] // Journal of Food Composition and Analysis. 2011. 24. P. 166–174. doi 10.1016/j.jfca.2010.08.006.

13. Grancieri, M. Chia Seed (*Salvia hispanica* L.) as a source of proteins and bioactive peptides with health benefits: a review / M. Grancieri, H.S.D. Martino, E. Gonzalez de Mejia // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2019. 18(2). P. 480–499. doi 10.1111/1541-4337.12423.

14. Ciftci, O.N. Lipid components of flax, perilla, and chia seeds / O.N. Ciftci, R. Przybylski, M. Rudzińska // European Journal of Lipid Science and Technology. 2012. 114. P. 794–800. doi 10.1002/ejlt.201100207.

15. Панова, А.С. Фитохимическое исследование различных фракций семян *Salvia hispanica* (Lamiaceae) / А.С. Панова, Д.С. Дергачёв, М.А. Суботялов // Растительные ресурсы. 2020. Т. 56. № 4. С. 351–362. doi 10.31857/S0033994620030061.

16. Clinical evidence on dietary supplementation with chia seed (*Salvia hispanica* L.): a systematic review and meta-analysis / S.L. Teoh [and al.] // Nutrition Reviews. 2018. 76(4). P. 219–242. doi 10.1093/nutrit/nux071.

17. Mechanisms Involved in the Improvement of lipotoxicity and impaired lipid metabolism by dietary  $\alpha$ -linolenic acid rich *Salvia hispanica* L. (Salba) seed in the heart of dyslipemic insulin-resistant rats / A. Creus [and al.] // Journal of Clinical Medicine. 2016. 5(2). P. 18. doi 10.3390/jcm5020018.

18. Physical properties, chemical characterization and fatty acid composition of Mexican chia (*Salvia hispanica* L.) seeds / P. Porras-Loaiza [and al.] // International Journal of Food Science & Technology. 2014. 49. P. 571–77. doi 10.1111/ijfs.12339.

19. Samuel, J. Chia seed: a magical medicine / J. Samuel, V.Y. Hirma // Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 2018. 7(2). P. 1320–1322.

20. Бутова, С.В. Исследование показателей растительных масел из малораспространенного сырья / С.В. Бутова, М.Н. Шахова, Е.В. Панина // Технологии и товароведение сельскохозяйственной продукции. 2018. № 1 (10). С. 38–43.

21. Конь, И.Я. Медико-биологическое обоснование возможности использования муки из семян растения чиа в питании детей старше 3-х лет / И.Я. Конь // Отчет о научно-исследовательской работе. Москва, 2013. 22 с.

22. Skład kwasów tłuszczowych olejów zalecanych w profilaktyce chorób cywilizacyjnych / K. Łoźna [and al.] // Problemy Higieny i Epidemiologii. 2012. 93(4). P. 871–875.

23. The promising future of chia, *Salvia hispanica* L. / M.N. Ali [and al.] // Journal of Biomedicine and Biotechnology. 2012. P. 171956. doi 10.1155/2012/171956.

24. Fatty acids characterization, oxidative perspectives and consumer acceptability of oil extracted from pre-treated chia (*Salvia hispanica* L.) seeds / M. Imran [and al.] // Lipids in Health and Disease. 2016. 15(1). P. 162. doi 10.1186/s12944-016-0329-x.

25. Chemical characterization of the lipid fraction of Mexican chia seed (*Salvia hispanica* L.) / L.M. Álvarez-Chávez [and al.] // International Journal of Food Properties. 2008. 11. P. 687–97.

26. Ayerza, R. Protein content, oil content and fatty acid profiles as potential criteria to determine the origin of commercially grown chia (*Salvia hispanica* L.). / R. Ayerza, W. Coates // Industrial Crops and Products. 2011. 34. P. 1366–71.

27. Khattab, R.Y. Quality evaluation of flaxseed oil obtained by different extraction techniques / R.Y. Khattab, MA. Zeitoun // Journal of Food Science and Technology. 2013. 53. P. 338–45.

### Информация об авторах

Н. Л. Наумова – доктор технических наук, профессор кафедры экологии и химической технологии, ведущий научный сотрудник лаборатории перспективных исследований молекулярных механизмов стресса Южно-Уральского государственного университета (НИУ).

Ю. А. Бец – аспирант кафедры экологии и химической технологии Южно-Уральского государственного университета (НИУ).

### REFERENCES

1. Popova, A.V. (2019). Chia seeds as a source of essential polyunsaturated fatty acids (PUFAs) omega-3. A collection of selected articles of the International Scientific Conference «High technologies and innovations in science». St. Petersburg: National Research University ITMO. (In Russ.).
2. Knez Hrnčič, M., Ivanovski, M., Cör, D. & Knez, Ž. (2019). Chia Seeds (*Salvia hispanica* L.): an overview-phytochemical profile, isolation methods, and application. *Molecules*, 25(1), 11. (In Poland). (In Switzerland). doi 10.3390/molecules25010011.
3. Castro-Martínez, R., Pratt, D.E. & Miller, E.E. (1986). Natural antioxidants of chia seeds. *Proceedings of the World Conference on Emerging Technologies in the Fats and Oils Industry*. American Oil Chemists' Society Champaign, IL., USA. (In United States).
4. Katarzyna, M. & Zbigniew, K. (2017). Chia seeds (*salvia hispanica*): health promoting properties and therapeutic applications – a review. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny*, 68(2). 123-129. (In Poland).

5. Oliveira-Alves, S.C., Vendramini-Costa, B.D., Bau Betim Cazarin, C., Marostica, M.R., Ferreira, J.P.B., Silva, A.B., Prado, M.A. & Bronze, M.R. (2017). Characterization of phenolic compounds in chia (*Salvia hispanica* L.) seeds, fiber flour and oil. *Food Chemistry*, 232, 295-305. (In Netherlands). doi 10.1016/j.foodchem.2017.04.002.
6. Ayerza, R. (2010). Effects of seed color and growing locations on fatty acid content and composition of two chia (*Salvia hispanica* L.) genotypes. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 87(10), 1161-1165. (In United States). doi 10.1007/s11746-010-1597-7.
7. Enes, B.N., Moreira, L.P.D., Silva, B.P., Grancieri, M., Lúcio, H.G., Venâncio, V.P., Mertens-Talcott, S.U., Rosa, C.O.B. & Martino, H.S.D. (2020). Chia seed (*Salvia hispanica* L.) effects and their molecular mechanisms on unbalanced diet experimental studies: a systematic review. *Journal of Food Science*, 85(2), 226-239. (In United States). doi 10.1111/1750-3841.15003.
8. Öztürk, H., Kolak, U. & Meric, C. (2011). Antioxidant, anticholinesterase and antibacterial activities of *jurinea consanguinea* dc. *Records of Natural Products*, 5(1), 43-51. (In United States).
9. De Marco, E., Savarese, M., Paduano, A. & Sacchi, R. (2007). Characterization and fractionation of phenolic compounds extracted from olive oil mill waste-waters. *Food Chemistry*, 104(2), 858-867. (In Netherlands). doi 10.1016/j.foodchem.2006.10.005.
10. Kudinova, O.V. & Molokanova, L.V. (2021). Problems of identification and labeling of edible fats. *Green corridor*, 2 (16), 105-110. (In Russ.).
11. Sidorov, S.A. (2022). Labeling as a tool to increase the competitive advantages of companies and protect the interests of consumers. *Regional economic journal*, 1 (32), 55-63. (In Russ.).
12. Ixtaina, V.Y., Martínez, M.L., Spotorno, V., Mateo, C.M., Maestri, D.M., Diehl, B.W.K., Nolasco, S.M. & Tomás, M.C. (2011). Characterization of chia seed oils obtained by pressing and solvent extraction. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24, 166-174. (In Ireland). doi: 10.1016/j.jfca.2010.08.006.
13. Grancieri, M., Martino, H.S.D. & Gonzalez de Mejia, E. (2019). Chia Seed (*Salvia hispanica* L.) as a source of proteins and bioactive peptides with health benefits: a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18(2), 480-499. (In United States). doi 10.1111/1541-4337.12423.
14. Ciftci, O.N., Przybylski, R. & Rudzińska, M. (2012). Lipid components of flax, perilla, and chia seeds. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 114, 794-800. (In Germany). doi 10.1002/ejlt.201100207.
15. Panova, A.S., Dergachev, D.S. & Subotyalov, M.A. (2020). Phytochemical study of various seed fractions of *Salvia hispanica* (Lamiaceae). *Plant resources*, 56, 4, 351-362. (In Russ.). doi 10.31857/S0033994620030061.
16. Teoh, S.L., Lai, N.M., Vanichkulpitak, P., Vuksan, V., Ho, H. & Chaiyakunapruk, N. (2018). Clinical evidence on dietary supplementation with chia seed (*Salvia hispanica* L.): a systematic review and meta-analysis. *Nutrition Reviews*, 76(4), 219-242. (In United States). doi 10.1093/nutrit/nux071.
17. Creus, A., Ferreira, M., Oliva, M. & Lombardo, Y. (2016). Mechanisms Involved in the Improvement of lipotoxicity and impaired lipid metabolism by dietary  $\alpha$ -linolenic acid rich *Salvia hispanica* L. (Salba) seed in the heart of dyslipemic insulin-resistant rats. *Journal of Clinical Medicine*, 5(2), 18. (In Switzerland). doi 10.3390/jcm5020018.
18. Porras-Loaiza, P., Jiménez-Munguía, M.T., Sosa-Morales, M.E., Palou, E. & López Malo, A. (2014). Physical properties, chemical characterization and fatty acid composition of Mexican chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. *International Journal of Food Science & Technology*, 49, 571-77. (In Czech Republic). doi 10.1111/ijfs.12339.
19. Samuel, J. & Hima, V.Y. (2018). Chia seed: a magical medicine. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(2), 1320-1322. (In India).
20. Butova, S.V., Shakhova, M.N. & Panina, E.V. (2018). Study of indicators of vegetable oils from rare raw materials. *Technologies and commodity science of agricultural products*, 1 (10), 38-43. (In Russ.).
21. Kon', I.Ya. (2013). Medical and biological substantiation of the possibility of using flour from the seeds of the chia plant in the nutrition of children over 3 years old. *Research report. Moscow*. (In Russ.).
22. Łoźna, K., Kita, A., Styczyńska, M. & Biernat, Ja. (2012). Skład kwasów tłuszczowych olejów zalecanych w profilaktyce chorób cywilizacyjnych. *Problemy Higieny i Epidemiologii*, 93(4), 871-875. (In Poland).
23. Ali, M.N., Yeap, S.K., Ho, W.Y., Beh, B.K., Tan, S.W. & Tan, S.G. (2012). The promising future of chia, *Salvia hispanica* L. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, 171956. (In United States). doi 10.1155/2012/171956.
24. Imran, M., Nadeem, M., Manzoor, M.F., Javed, A., Ali, Z. Akhtar, M.N., Ali, M. & Hussain, Ya. (2016). Fatty acids characterization, oxidative perspectives and consumer acceptability of oil extracted from pre-treated chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. *Lipids in Health and Disease*, 15(1), 162. (In United Arab Emirates). doi 10.1186/s12944-016-0329-x.
25. Álvarez-Chávez, L.M., Valdivia-López, M.A., Aburto-Juárez, M.L. & Tecante, A. (2008). Chemical characterization of the lipid fraction of Mexican chia seed (*Salvia hispanica* L.). *International Journal of Food Properties*, 11, 687-97. (In United States).
26. Ayerza, R. & Coates, W. (2011). Protein content, oil content and fatty acid profiles as potential criteria to determine the origin of commercially grown chia (*Salvia hispanica* L.). *Industrial Crops and Products*, 34, 1366-71. (In Netherlands).
27. Khattab, R.Y. & Zeitoun, M.A. (2013). Quality evaluation of flaxseed oil obtained by different extraction techniques. *Journal of Food Science and Technology*, 53, 338-45. (In Germany).

#### Information about the authors

N.L. Naumova - Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Ecology and Chemical Technology, Leading Researcher, Laboratory for Advanced Studies of Molecular Mechanisms of Stress, South Ural State University (NRU).

Yu.A. Betz - Post-graduate student of the Department of Ecology and Chemical Technology, South Ural State University (NRU).

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.  
The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 02.11.2022; одобрена после рецензирования 13.03.2023; принята к публикации 21.03.2023.

The article was received by the editorial board on 02 Nov 2022; approved after editing on 13 Mar 2023; accepted for publication on 21 Mar 2023.