



Научная статья

05.18.01 – Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства (технические науки)

УДК 665.35

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.03.002

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ КОРИЧНЕВЫХ И БЕЛЫХ СЕМЯН ЛЬНА

Мария Анатольевна Болгова <sup>1</sup>, Наталья Леонидовна Клейменова <sup>2</sup>,  
Инесса Николаевна Болгова <sup>3</sup>, Максим Васильевич Копылов <sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Воронежский государственный университет инженерных технологий, Воронеж, Россия

<sup>1</sup> masha14.bolgova@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7464-3883>

<sup>2</sup> klesha78@list.ru, <http://orcid.org/0000-0002-1462-4055>

<sup>3</sup> bolgovainessa@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0003-0915-8405>

<sup>4</sup> kopylov-maks@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0003-2678-2613>

**Аннотация.** Интерес в области питания к продуктам на растительной основе растет, особенно к таким, как льняное семя и льняное масло. Семена льна обладают полезными для здоровья свойствами благодаря своим ингредиентам, например, альфа-линолевой кислоте, лигнинам и т.п. Наличие этих составляющих способствует уменьшению количества разного рода заболеваний. Особый интерес вызывают исследования по химическому и витаминному составу льняного семени при рассмотрении его в контексте профилактического и здорового питания. Исследования различных семян льна проводились согласно требованиям нормативных документов, при этом определяли аминокислотный профиль, химический состав, а также содержание витаминов с учетом токоферолов. Установлено, что семена льна богаты такими белками, как аргинин, аспарагиновая кислота и глутаминовая кислота. Содержание аминокислот в коричневом семени выше, чем в белом. Анализ химического состава семян льна белого и коричневого цвета показал, что данное сырье характеризуется наличием протеина (до 25,4 мг/100 г), углеводами (до 32 мг/100 г), макроэлементом, таким как кальций. Из микроэлементов незначительно присутствует железо, а также имеются в наличии минеральные вещества до 3,2 мг/100 г. Количество витаминов группы В невелико, а витамин Е выступает в форме  $\gamma$ -токоферола и способствует защите полиненасыщенных жирных кислот в фосфолипидах клеточной мембраны. Благодаря относительно высокой концентрации биологически активных веществ льняное семя является привлекательным компонентом с точки зрения создания функциональных продуктов питания.

**Ключевые слова:** льняное семя, химический состав, аминокислотный состав, витамины, аминокислоты.

**Для цитирования:** Исследование питательных веществ коричневых и белых семян льна / М. А. Болгова [и др.] // Ползуновский вестник. 2021. № 3. С. 13–20. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.03.002.

## NUTRIENT STUDY OF BROWN AND WHITE FLAX SEEDS

Maria A. Bolgova <sup>1</sup>, Natalia L. Kleymenova <sup>2</sup>, Inessa N. Bolgova <sup>3</sup>,  
Maxim V. Kopylov <sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, Russia

<sup>1</sup> masha14.bolgova@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7464-3883>

<sup>2</sup> klesha78@list.ru, <http://orcid.org/0000-0002-1462-4055>

<sup>3</sup> bolgovainessa@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0003-0915-8405>

<sup>4</sup> kopylov-maks@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0003-2678-2613>

**Abstract.** Nutritional interest in plant-based foods is growing, especially in flaxseed and flaxseed oil. Flaxseeds have health benefits from ingredients such as alpha-linoleic acid, lignins, etc. The presence of these ingredients helps to reduce the number of various kinds of diseases. Research on the chemical and vitamin composition of flaxseed is interesting when viewed in the context of preventive and healthy nutrition. Studies of various flax seeds were carried out in accordance with the requirements of regulatory documents, while determining the amino acid profile, chemical composition, as well as the content of vitamins and tocopherols. It has been found that flax seeds are rich in proteins such as arginine, aspartic acid and glutamic acid. The amino acid content of brown seed is higher than that of white seed. Analysis of the chemical composition of flax seeds of different colors showed that the raw material is characterized by the presence of protein (up to 25.4 mg/100 g), carbohydrates (up to 32 mg/100 g), and calcium. As the trace elements, iron is slightly present, and there are also available minerals up to 3.2 mg/100 g. The amount of B vitamins is small, and vitamin E appears in the form of  $\gamma$ -tocopherol and contributes to the protection of polyunsaturated fatty acids in the phospholipids of the cell membrane. Due to the relatively high concentration of biologically active substances, flaxseed is an attractive component in terms of creating functional food products.

**Keywords:** flaxseed, chemical composition, amino acid composition, vitamins, tocopherols, amino acids.

**For citation:** Bolgova, M.A., Kleymenova, N.L., Bolgova, I.N. & Kopylov, M.V. (2021). Nutrient study of brown and white flax seeds. *Polzunovskiy vestnik*, (3), 13-20. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.03.002.

### ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время здоровое питание является частью жизни человека и может использоваться для профилактики заболеваний. В результате интерес в области питания к продуктам на растительной основе растет, особенно к таким, как льняное семя и льняное масло. Семена льна уникальны и необходимы для профилактики некоторых видов рака [1]. Таким образом, эти семена являются привлекательным пищевым ингредиентом.

Льняное семя является источником пищевых волокон, способствует снижению уровня глюкозы в крови, применяется для борьбы с ожирением мужчин и женщин [2].

Льняная культура полностью используется в различных областях: для производства краски линолеума, корма для скота, медицине, для получения клетчатки и т.п. [3–5]. Цельное льняное семя можно обжа-

рить, экструдировать, растянуть, чтобы улучшить его применимость в различных продуктах питания.

Существуют разновидности по цвету семени от желтого до коричневого, а также имеется разница в условиях выращивания, что отражается на химическом составе семени.

Благодаря своему уникальному природному составу, семена белого (золотистого или желтого) льна вызывают особый интерес как продукт функционального питания, содержащий в себе значительное количество биологически активных веществ, нацеленных на сохранение здоровья.

Около 42 % коричневого льняного семени составляет масло, 70 % из которого – полиненасыщенные жирные кислоты. Содержание незаменимой жирной кислоты (альфа-линоленовой кислоты) доходит до 57 %, пищевых волокон и лигнанов – 28 % [6]. Для наилучшего применения всех этих компонен-

тов семена рекомендуется перемолоть, чтобы повысить их биодоступность. Польза для здоровья лигнанов льняного семени заключается в их антиоксидантной способности, что связано с подавлением окислительных условий активных форм кислорода [7].

Анализ литературных источников показал, что семена коричневого льна содержат 41 % жира, 20 % белка, 29 % углеводов, из которых 28 % клетчатка, а остальные 10 % приходится на воду, минералы, витамины и т.п. [8]. Установлено, что в них содержится 9 % насыщенных, 18 % мононенасыщенных и 73 % полиненасыщенных жирных кислот [9].

Коричневые и белые сорта льняного семени практически идентичны по содержанию питательных веществ [10]. Цвет оболочки семян определяется количеством присутствующего пигмента. Эту особенность можно изменить с помощью обычных методов селекции растений. Питательная ценность коричневого и белого льна схожа, поэтому для потребителей большую роль будет играть при покупке пищевого продукта, содержащего льняное семя, цена и внешний вид.

Следует отметить, что установлена связь между потреблением молотого льняного семени и снижением уровня холестерина – основным фактором риска сердечных заболеваний [11].

Целью исследования являлось изучение аминокислотного, витаминного и химического состава в коричневых и белых семенах льна.

## МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Аминокислотный состав семени льна исследуемых образцов анализировали с помощью ионообменной хроматографии по ГОСТ 31480-2012, ГОСТ 33428-2015, ГОСТ Р 55569-2013 [12–14]. Проведено исследование витаминного состава по ГОСТ EN 12822-2014, ГОСТ 31483-2012, [15–16]. При этом исследуемые семена измельчали на бичевой семенорушке МНР.

Также определялся химический состав семени льна на основании стандартных методик: ГОСТ 26928-86, ГОСТ EN 12823-2-2014, ГОСТ ISO 658-2013 [17–19]. Содержание белка и углеводов определяли по стандартным методикам [20].

Полученные данные обрабатывались с помощью дисперсионного анализа с использованием пакета Statgraphic Plus. Различия считались статистически значимыми, если  $P < 0,05$ . Когда наблюдалось достоверное значение средних значений, различия между средними значениями оценивались с использованием процедуры LSD Фишера.

В результате проведенного эксперимента определены качественные характеристики семени льна – аминокислотный состав. Известно, что количество белков в исследуемой культуре может достигать 30 % [21–23]. Анализ различной литературы по содержанию аминокислотного состава коричневого и белого семени льна представлен на рисунке 1.

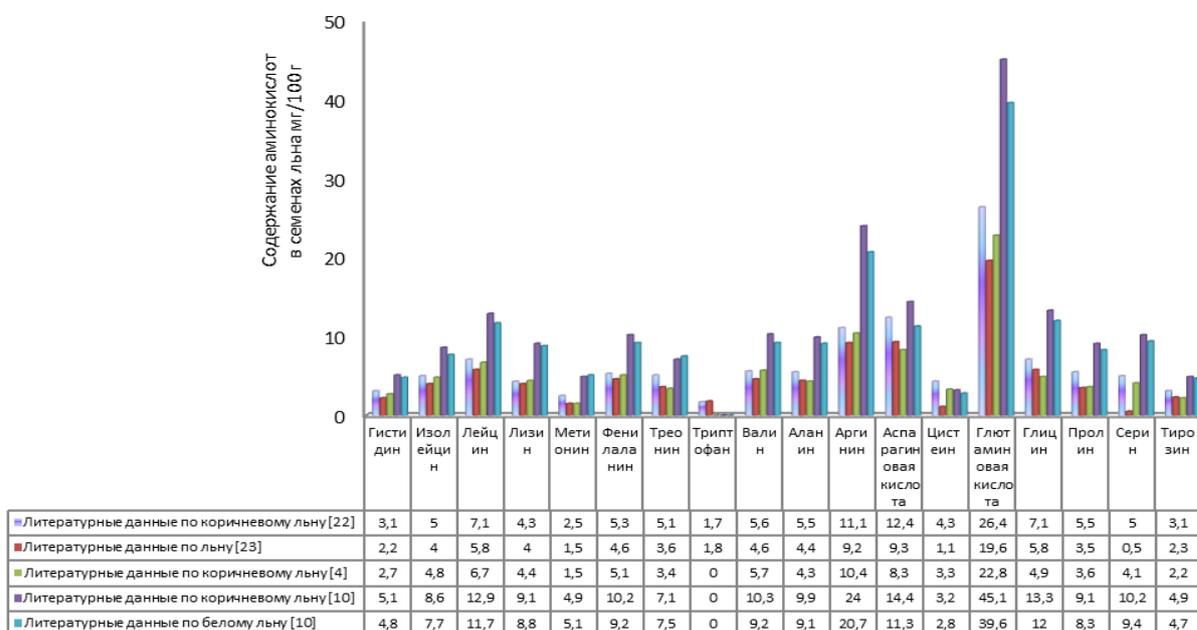


Рисунок 1 – Содержание аминокислот в коричневых и белых семенах льна

Figure 1 – Amino acid content in brown and white flax seeds

На рисунке 1 показано, что аминокислотный профиль в коричневых и белых семенах льна содержит большое количество питательных белков. Из рисунка видно, что в коричневых и белых семенах льна содержатся питательные белки: лейцин, аргинин, аспарагиновая кислота, глутаминовая кислота, глицин.

Высокое содержание растительного белка в льняном семени представляет интерес для сбалансированного питания.

Уникальность льняного семени состоит в высоком содержании линоленовой кислоты (Омега 3), которая, попадая в организм чело-

века, способствует выведению холестерина и поддерживает на необходимом уровне метаболизм белков и жиров.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Качественный и количественный состав компонентов льняного семени коричневого и белого зависит от генетики, условий выращивания, способов обработки и методов анализа. Получен аминокислотный профиль коричневого и белого семени льна (рисунок 2).

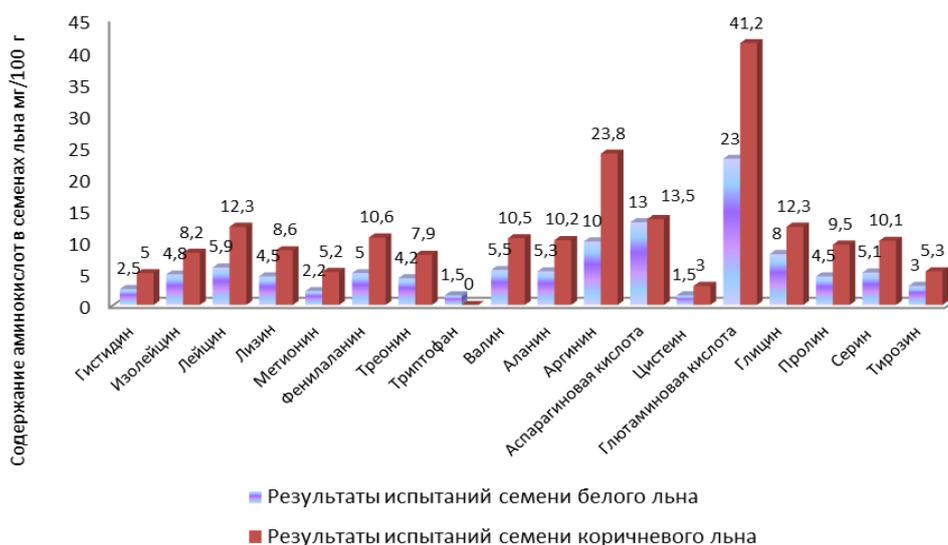


Рисунок 2 – Аминокислотный профиль в семени коричневого и белого льна

Figure 2 – Amino acid profile in brown and white flax seeds

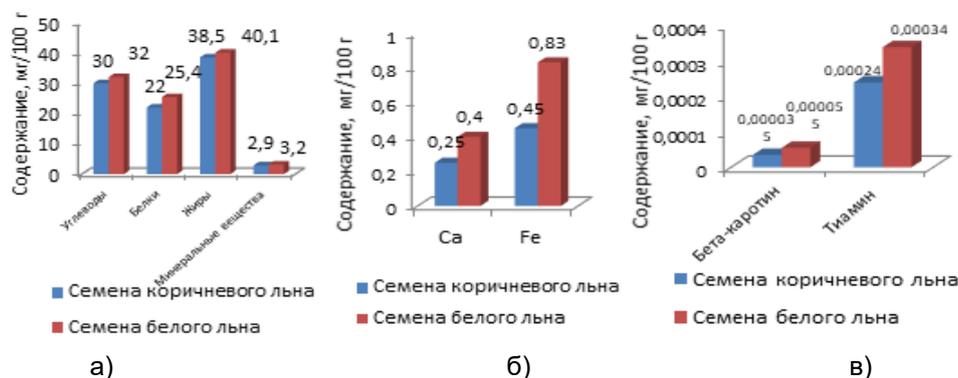


Рисунок 3 – Химический состав коричневого и белого семени льна: а – углеводы, белки, жиры, минеральные вещества; б – кальций, железо; в – бета-каротин, тиамин

Figure 3 – Chemical composition of brown and white flax seed:  
a – carbohydrates, proteins, fats, minerals; b – calcium, iron; c – carotene, thiamine

Анализ рисунка 2 показал, что аргинин, аспарагиновая и глутаминовая кислоты содержатся в относительно высоких количествах. Белок льна относительно богат аргинином, аспарагиновой и глутаминовой кислотами, а ли-

митирующими аминокислотами являются лизин, метионин и цистеин. Также анализ исследований семян льна показал, что содержание аминокислот коричневого семени выше, чем белого. Изучен химический состав коричневого

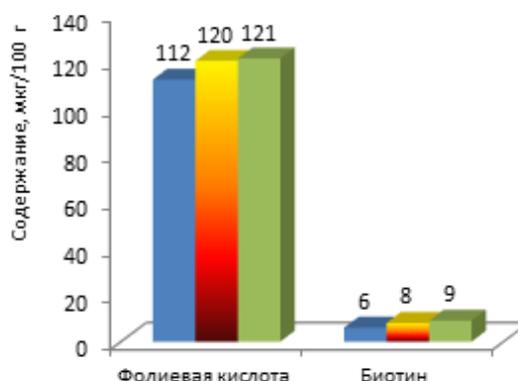
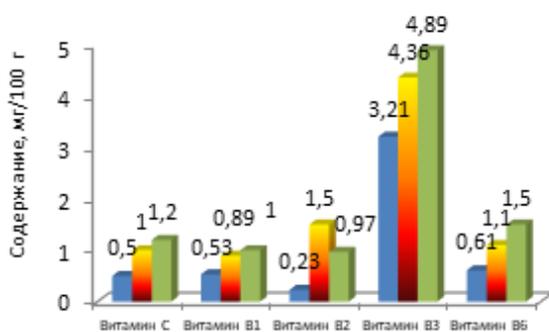
## ИССЛЕДОВАНИЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ КОРИЧНЕВЫХ И БЕЛЫХ СЕМЯН ЛЬНА

и белого семени льна, который определяет характеристику по основным пищевым веществам и предопределяет технологические и пищевые свойства льняного масла. Анализ химического состава коричневого и белого семени льна представлен на рисунке 3.

Анализируя химический состав семян льна разных сортов, можно сделать вывод о том, что

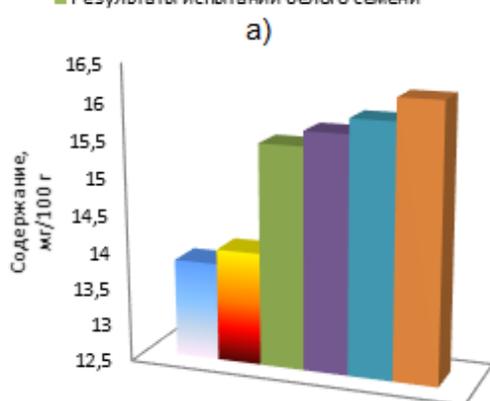
данное сырье характеризуется наличием протеина (до 25,4 мг/100 г), углеводами (до 32 мг/100 г), макроэлементом, таким как кальций.

Из микроэлементов незначительно присутствует железо, а также имеются в наличии минеральные вещества до 3,2 мг/100 г. В льняном семени было обнаружено присутствие токоферолов (рисунок 4).

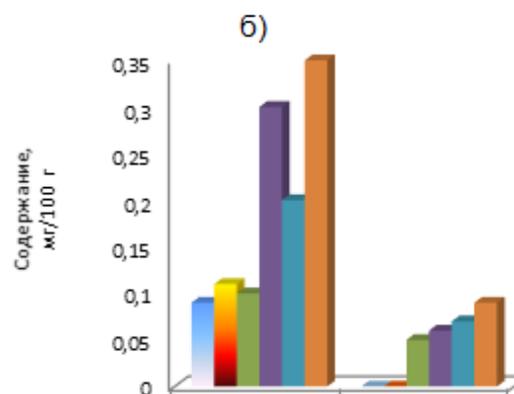


■ Литературные данные [24]  
 ■ Результаты испытаний коричневого семени  
 ■ Результаты испытаний белого семени

■ Литературные данные [24]  
 ■ Результаты испытаний коричневого семени  
 ■ Результаты испытаний белого семени



	γ токоферол
■ Нижняя граница [4]	13,83
■ Верхняя граница [4]	14,03
■ Нижняя граница коричневого семени	15,5
■ Верхняя граница коричневого семени	15,7
■ Нижняя граница белого семени	15,9
■ Верхняя граница белого семени	16,2



	α токоферол	δ токоферол
■ Нижняя граница коричневого семени [4]	0,09	0
■ Верхняя граница коричневого семени [4]	0,11	0
■ Нижняя граница коричневого семени	0,1	0,05
■ Верхняя граница коричневого семени	0,3	0,06
■ Нижняя граница белого семени	0,2	0,07
■ Верхняя граница белого семени	0,35	0,09

Рисунок 4 – Содержание витаминов и токоферолов в льняном семени: а – витамин С, витамины группы В; б – фолиевая кислота и биотин; в – γ-токоферол; г – α-токоферол и δ-токоферол

Figure 4 – Vitamins and tocopherols content in flaxseed: a – vitamin C, B-group vitamins; b – folic acid and biotin; c – γ-tocopherol; d – α-tocopherol and δ-tocopherol

Анализ рисунка показал, что полученные данные содержания витаминов фолиевой кислоты, биотина, токоферолов в льняном семени коричневого цвета согласуются с литературой [22, 23]. При исследовании количества витаминов С и группы В получены значения несколько выше по сравнению с литературными источниками, что может быть связано с разными условиями выращивания и сортов.

В исследуемых объектах установлено, что доля водорастворимых и жирорастворимых витаминов группы В невелика, а витамин Е выступает в форме  $\gamma$ -токоферола.

Содержание витаминов в семени белого цвета незначительно выше по сравнению с коричневым. Больше всего в льняном семени содержится  $\gamma$ -токоферола, следовательно, семя обладает высокой антиоксидантной активностью и способствует сохранению полиненасыщенных жирных кислот. Высокое содержание токоферолов является важным фактором, влияющим на стадии хранения и переработки семян.

## ВЫВОДЫ

Таким образом, употребление льняного семени в пищу имеет большие преимущества, поскольку помогает в подавлении болезней и укреплении здоровья. Учитывая большое количество исследований, проведенных относительно пользы для здоровья в сочетании с безопасностью употребления льняного семени, можно сказать, что это семя может быть эффективным пищевым ингредиентом для улучшения здоровья людей. Рекомендуемая суточная норма составляет от 1 до 3 столовых ложек молотого зерна в день. В льняном семени присутствуют белки, жиры, углеводы, минеральные вещества, кальций, железо; бета-каротин, тиамин, витамин С, витамины группы В, антиоксиданты. Эти характеристики делают семена льна привлекательными для приготовления различных функциональных пищевых продуктов в коммерческом секторе пищевой промышленности.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Fu, Y.-Q., Zheng, J.-S., Yang, B., Li, D. Effect of individual omega-3 fatty acids on the risk of prostate cancer. A systematic review and dose-response meta-analysis of prospective cohort studies // *Journal of epidemiology*. 2015. Vol. 25 (4). P. 261–274.
2. He, J., Wang, S., Zhou, M., Yu, W., Zhang, Y., He, X. Phytoestrogens and risk of prostate cancer. A meta-analysis of observational studies // *World journal of surgical oncology*. 2015. Vol. 13. P. 231.
3. Marambe, H.K., Wanasundara, J.P.D. Protein From Flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) In: Nadathur, S.R.; Wanasundara, J.P.D., Scanlin, L. (Hrsg.). *Sustainable Protein Source*. Tokyo: Academic Press. 2017. P. 133–144.
4. Krishna, B., Gutte, A.K., Sahoo, Rahul C. Ranveer Bioactive Components of Flaxseed and its Health Benefits // *Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res.* 2015. Vol. 31(1). P. 42–51.
5. Конева, С.И. Особенности использования продуктов переработки семян льна при производстве хлебобулочных изделий // *Ползуновский вестник*. 2016. № 3. С. 35–38.
6. Goyal, A., Sharma, V., Upadhyay, N., Gill, S., Sihag M. Flax and flaxseed oil. An ancient medicine & modern functional food // *Journal of food science and technology*. 2014. Vol. 51 (9). P. 1633–1653.
7. FAO (2017). FAOSTAT-Crops. Food and Agricultural Organization of the United Nations <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (date of request 18.05.2021).
8. Kajla, P., Sharma, A., Sood, D.R. Flaxseed-a potential functional food source // *Journal of food science and technology*. 2015. Vol. 52 (4). P. 1857–1871.
9. Ganorkar, P.M. and Jain, R.K. Flaxseed – a nutritional punch // *International Food Research Journal*. 2013. Vol. 20(2). P. 519–525.
10. Nitrayová, S., Brestenský, M., Heger, J., Patráš, P., Rafay, J. and Sirotkin, A. Aminoacids and fatty acids profile of chia (*Salvia hispanica* L.) and flax (*Linum usitatissimum* L.) seed // *Potravinárstvo Scientific Journal for Food Industry*. 2014. Vol. 8(1). P. 72–76.
11. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAOSTAT. (2015). <https://www.scribd.com/doc/217139078/Organizacion-de-las-Naciones-Unidas-para-la-agricultura> (date of request 18.05.2021).
12. ГОСТ 31480-2012. Комбикорма, комбикормовое сырье. Определение содержания аминокислот (лизина, метионина, треонина, цистина и триптофана) методом капиллярного электрофореза (с Поправкой): дата введения 2013-07-01. Москва : Стандартинформ, 2020. 16 с.
13. ГОСТ 33428-2015 (ISO 17180:2013). Корма, премиксы. Определение содержания лизина, метионина и треонина: дата введения 2017-01-01. Москва : Стандартинформ, 2020. 16 с.
14. ГОСТ Р 55569-2013. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Определение протеиногенных аминокислот методом капиллярного электрофореза: дата введения 2015-07-01. Москва : Стандартинформ, 2014. 18 с.
15. ГОСТ EN 12822-2014. Продукты пищевые. Определение содержания витамина Е ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -,  $\sigma$ -токоферолов) методом высокоэффективной жидкостной хроматографии : дата введения 2016-01-01. Москва : Стандартинформ, 2019. 16 с.
16. ГОСТ 31483-2012. Премиксы. Определение содержания витаминов: В1 (тиаминхлорида), В2 (рибофлавина), В3 (пантотеновой кислоты), В5 (никотиновой кислоты и никотиамида), В6 (пиридоксина), Вс (фолиевой кислоты), С (аскорбиновой)

кислоты) методом капиллярного электрофореза: дата введения 2013-07-01. Москва : Стандартиформ, 2012. 21 с.

17. ГОСТ 26928-86 Продукты пищевые. Метод определения железа: дата введения 1988-07-01. Москва : Стандартиформ, 2010. 16 с.

18. ГОСТ EN 12823-2-2014 Продукты пищевые. Определение содержания витамина А методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Часть 2. Измерение содержания бета-каротина: дата введения 2017-07-01. Москва : Стандартиформ, 2019. 16 с.

19. ГОСТ Р ISO 658-2013 Семена масличных культур. Определение содержания примесей: дата введения 2017-07-01. Москва : Стандартиформ, 2019. 8 с.

20. Филиппова, Г.Г., Смолич, И.И. Биохимия растений. Методические рекомендации к лабораторным занятиям, задания для самостоятельной работы студентов. Минск: БГУ, 2004. 60 с.

21. Singh, K.K., Mridula, D., Rehal, J., Barnwal, P. Flaxseed. A potential source of food, feed and fiber // *Critical reviews in food science and nutrition*. 2011. Vol. 51 (3). P. 210–222.

22. Bhatti R.S. Nutrient Composition of Whole Flaxseed and Flaxseed Meal, in flaxseed in Human Nutrition, 1st edn. edited by Cunnane S.C.; Thompson L. U. (Hrsg.). Champaign: AOCS Press. 1995. P. 22–42.

23. Morris D.H. Flax - A Health and Nutrition Primer. Flax Council of Canada. <http://www.flaxcouncil.ca/resources/nutrition/technical-nutrition-information/flax-a-health-and-nutrition-primer/> 2007. (date of request 18.05.2021).

### Информация об авторах

*М. А. Болгова – студентка кафедры технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств Воронежского государственного университета инженерных технологий.*

*Н. Л. Клейменова – к.т.н., доцент кафедры управления качеством и технологии водных биоресурсов Воронежского государственного университета инженерных технологий.*

*И. Н. Болгова – к.т.н., доцент кафедры технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств Воронежского государственного университета инженерных технологий.*

*М. В. Копылов – к.т.н., доцент кафедры технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств Воронежского государственного университета инженерных технологий.*

### REFERENCES

1. Fu, Y.-Q., Zheng, J.-S., Yang, B., Li, D. (2015). Effect of individual omega-3 fatty acids on the risk of prostate cancer. A systematic review and dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *Journal of epidemiology*. 25 (4), 261–274.

2. He, J., Wang, S., Zhou, M., Yu, W., Zhang, Y., He, X. (2015). Phytoestrogens and risk of prostate cancer. A meta-analysis of observational studies. *World journal of surgical oncology*. 13, 231.

3. Marambe, H.K., Wanasundara, J.P.D. (2017). Protein From Flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) In: Nadathur, S.R; Wanasundara, J.P.D., Scanlin, L. (Hrsg.). Sustainable Protein Source. Tokyo: Academic Press. P. 133–144.

4. Krishna, B., Gutte, A.K., Sahoo, Rahul C. Ranveer. (2015). Bioactive Components of Flaxseed and its Health Benefits. *Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res*. 31(1), 42–51.

5. Koneva, S.I. (2016). Features of the use of flax seed processing products in the production of bakery products. *Polzunovsky vestnik*. 3, 35–38. (In Russ.).

6. Goyal, A., Sharma, V., Upadhyay, N., Gill, S., Sihag M. (2014). Flax and flaxseed oil. An ancient medicine & modern functional food. *Journal of food science and technology*. 51 (9), 1633–1653.

7. FAO (2017). FAOSTAT-Crops. Food and Agricultural Organization of the United Nations. Retrieved from <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.

8. Kajla, P., Sharma, A., Sood, D.R. (2015). Flaxseed-a potential functional food source. *Journal of food science and technology*. 52 (4), 1857–1871.

9. Ganorkar, P.M. and Jain, R.K. (2013). Flaxseed – a nutritional punch. *International Food Research Journal*. 20(2), 519–525.

10. Nitrayová, S., Brestenský, M., Heger, J., Patráš, P., Rafay, J. and Sirotkin, A. (2014). Amino acids and fatty acids profile of chia (*Salvia hispanica* L.) and flax (*Linum usitatissimum* L.) seed. *Potravinárstvo Scientific Journal for Food Industry*. 8(1), 72–76.

11. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAOSTAT. (2015). Retrieved from <https://www.scribd.com/doc/217139078/Organizacion-de-las-Naciones-Unidas-para-la-agricultura>.

12. Mixed feed, feed raw materials. Determination of the content of amino acids (lysine, methionine, threonine, cystine and tryptophan) by capillary electrophoresis (with Correction). (2012). *HOST 31480-2012. from 1 July 2012*. Moscow: Standarts Publishing House. (In Russ.).

13. Feed, premixes. Determination of the content of lysine, methionine and threonine. (2015). *HOST 33428-2015 (ISO 17180:2013). from 1 January 2015*. Moscow: Standarts Publishing House. (In Russ.).

14. Feed, compound feed, feed raw materials. Determination of proteinogenic amino acids by capillary electrophoresis. (2013). *HOST R 55569-2013. from 1 July 2013*. Moscow: Standarts Publishing House. (In Russ.).

15. Food products. Determination of the content of vitamin E ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -,  $\sigma$ -tocopherols) by high-performance liquid chromatography. (2014). *HOST EN 12822-2014 from 1 January 2014*. Moscow : Standarts Publishing House. (In Russ.).

16. Premixes. Determination of the content of vitamins: B1 (thiamine chloride), B2 (riboflavin), B3 (pantothenic acid), B5 (nicotinic acid and nicotinamide), B6 (pyridoxine), Bc (folic acid), C (ascorbic acid) by capillary electrophoresis. (2012). *HOST 31483-2012. from 1 July 2012*. Moscow : Standarts Publishing House. (In Russ.).

17. Food products. Method for determining iron. (2010). *HOST 26928-86. from 1 July 1988*. Moscow : Standarts Publishing House. (In Russ.).

18. Food products. Determination of vitamin A content by high-performance liquid chromatography. Part 2. Measurement of beta-carotene content. (2017). *HOST EN 12823-2-2014. from 1 July 2017*. Moscow : Standarts Publishing House. (In Russ.).

19. Seeds of oilseeds. Determination of the impurity content. (2017). *HOST R ISO 658-2013. from 1 July 2017*. Moscow: Standarts Publishing House. (In Russ.).

20. Filippova, G.G., Smolich, I.I. (2004). Biochemistry of plants. Methodological recommendations for laboratory classes, tasks for independent work of students. Minsk: BSU. P. 60. (In Russ.).

21. Singh, K.K., Mridula, D., Rehal, J., Barnwal, P. (2011). Flaxseed. A potential source of food, feed and fiber. *Critical reviews in food science and nutrition*. 51 (3), 210–222.

22. Bhatti, R.S. Nutrient Composition of Whole Flaxseed and Flaxseed Meal, in Flaxseed in Human

Nutrition. (1995). 1stedn.edited by Cunnane S.C.; Thompson L.U. (Hrsg.). Champaign: AOCS Press. 22–42.

23. Morris D.H. Flax – A Health and Nutrition Primer. Flax Council of Canada. (2007). Retrieved from <http://www.flaxcouncil.ca/resources/nutrition/technical-nutrition-information/flax-a-health-and-nutrition-primer>.

### **Information about the authors**

*M. A. Bolgova – student of the Department of Fats Technologies, Processes and Apparatus for Chemical and Food Production, Voronezh State University of Engineering Technologies.*

*N. L. Kleymenova – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Quality Management and Technology of Aquatic Bioresources of the Voronezh State University of Engineering Technologies.*

*I. N. Bolgova – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Fats Technologies, Processes and Apparatus for Chemical and Food Production, Voronezh State University of Engineering Technologies.*

*M. V. Kopylov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Fats Technologies, Processes and Apparatus for Chemical and Food Production, Voronezh State University of Engineering Technologies.*

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

*Статья поступила в редакцию 25.07.2021; одобрена после рецензирования 15.09.2021; принята к публикации 17.09.2021.*

*The article was received by the editorial board on 25 July 21; approved after editing on 15 Sep 21; accepted for publication on 17 Sep 21.*