

Исследование жирнокислотного состава растительных масел

Анастасия В. Терёхина¹ gorbato.nastia@ya.ru  0000-0003-4433-9615
Михаил Н. Щербakov¹ wenkheim@mail.ru  0000-0001-7299-7039

¹ Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Аннотация. Эмульсионные жировые продукты являются перспективным направлением для обогащения жирными кислотами ненасыщенных групп. Это возможно с помощью внесения в рецептуры этих продуктов редко используемых видов растительных масел. Ввиду того что жирнокислотный состав растительных масел отличается в зависимости от свойств сырья из которого его производят, существует необходимость его анализа для более точного составления рецептуры эмульсионного продукта. В результате проведенных исследований в тыквенном масле обнаружено 17,3 % насыщенных жирных кислот и 83 % ненасыщенных соответственно. Тыквенное масло богато мононенасыщенными жирными кислотами, например олеиновой кислотой (47 %). Хроматографическое исследование жирнокислотного состава показало, что в рыжиковом масле находятся 9,7 % насыщенных жирных кислот и около 90,3 % ненасыщенных кислот. Больше всего в масле оказалось линоленовой кислоты (32,6%). Установлено, что образце масла чёрного тмина содержится 21,9 % насыщенных и 78,1 % ненасыщенных жирных кислот. Больше всего в масле линолевой кислоты (56,9 %). Исследуемые масла богаты ненасыщенными жирными кислотами и могут быть использованы как добавки в майонезные соусы для насыщения ненасыщенными жирными кислотами определенных групп, каждое из исследуемых масел будет насыщать определенной группой. Тыквенное масло – как источник мононенасыщенных жирных кислот (олеиновая жирная кислота), рыжиковое – как источник омега-3 жирных кислот (линоленовая жирная кислота), масло черного тмина – источник жирных кислот группы омега – 6 (линолевая жирная кислота).

Ключевые слова: жирнокислотный состав, хроматограмма, тыквенное масло, рыжиковое масло, масло из чёрного тмина, полиненасыщенные жирные кислоты.

Investigation of the fatty acid composition of vegetable oils

Anastasia V. Terekhina¹ gorbato.nastia@ya.ru  0000-0003-4433-9615
Mikhail N. Shcherbakov¹ wenkheim@mail.ru  0000-0001-7299-7039

¹ Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Abstract. Emulsion fat products are a promising direction for the enrichment of unsaturated groups with fatty acids. This is possible by introducing rarely used types of vegetable oils into the formulations of these products. Due to the fact that the fatty acid composition of vegetable oils differs depending on the properties of the raw materials from which it is produced, there is a need for its analysis for a more accurate formulation of the emulsion product. As a result of the conducted studies, 17.3% saturated fatty acids and 83% unsaturated, respectively, were found in pumpkin oil. Pumpkin oil is rich in monounsaturated fatty acids, such as oleic acid (47%). Chromatographic study of the fatty acid composition showed that ginger oil contains 9.7% saturated fatty acids and about 90.3% unsaturated acids. Linolenic acid turned out to be the most in the oil (32.6%). It was found that the sample of black cumin oil contains 21.9% saturated and 78.1% unsaturated fatty acids. Most of all in linoleic acid oil (about 56.9%). The studied oils are rich in unsaturated fatty acids and can be used as additives in mayonnaise sauces to saturate certain groups with unsaturated fatty acids, each of the studied oils will saturate a certain group. Pumpkin oil is a source of monounsaturated fatty acids (oleic fatty acid), ginger oil is a source of omega-3 fatty acids (linolenic fatty acid), black cumin oil is a source of omega-6 fatty acids (linoleic fatty acid).

Keywords: fatty acid composition, chromatogram, pumpkin oil, ginger oil, black cumin oil, polyunsaturated fatty acids..

Введение

Важнейшим путем создания продуктов, обеспечивающих здоровое питание (продуктов функционального назначения), является обогащение базовых продуктов недостающими физиологически функциональными ингредиентами (витаминами, минеральными веществами, полиненасыщенными жирными кислотами, пищевыми волокнами и др.) и разработка новых технологий получения этих продуктов [1, 2, 5, 8]. Наличие

разных жирных кислот в составе жировых продуктов могут, как увеличить срок жизни, так и значительно сократить, поэтому разумное и сбалансированное использование способно положительно сказывается на здоровье человека [3, 4, 9–11].

Эмульсионные жировые продукты являются перспективным направлением для обогащения жирными кислотами ненасыщенных групп. Это возможно с помощью внесения в рецептуры

Для цитирования

Терёхина А.В., Щербakov М.Н. Исследование жирнокислотного состава растительных масел // Вестник ВГУИТ. 2023. Т. 85. № 1. С. 111–117. doi:10.20914/2310-1202-2023-1-111-117

For citation

Terekhina A.V., Shcherbakov M.N. Investigation of the fatty acid composition of vegetable oils. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2023. vol. 85. no. 1. pp. 111–117. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2023-1-111-117

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

этих продуктов редко используемых видов растительных масел. Ввиду того что жирнокислотный состав растительных масел отличается в зависимости от свойств сырья из которого его производят, существует необходимость его анализа для более точного составления рецептуры эмульсионного продукта.

Цель исследования – изучение жирнокислотного состава следующих растительных масел: тыквенного, рыжикового и масла черного тмина, с целью выбора ингредиентов для создания сбалансированных по жирнокислотному составу рецептур эмульсионных продуктов питания (например, майонезных соусов).

Материалы и методы

Для определения жирнокислотного состава выбранных растительных масел применялся метод газовой хроматографии. Использовали газовый хроматограф, колонка SP-2560 00m.×0,25 mm.×0,2 μ m. В процессе исследования и точного определения использовался метод процентной нормализации по площади.

Определение метиловых эфиров жирных кислот было проведено согласно ГОСТ 31665–2012. При высоких кислотных числах использовали другую методику. Для определения

жирных кислот в маслах с кислотным числом больше двух осуществляли подготовку образца следующим образом. В коническую колбу объемом 100 мл вносили 0,6 г исследуемого образца масла. Добавляли 1,5 мл метанола, 2 мл серной кислоты и метил-оранжевый. Полученную смесь размещали на водяной бане под обратный холодильник на 1 час. Далее остужали при комнатной температуре добавив 10 мл гексана. После этого использовали делительную воронку, нижний розовый слой сливали и отмывали дистиллированной водой. После отслоения водного слоя – сливали (кратность повтора 4 раза). Для проверки в стакан с водой добавляли метил-оранжевый, цвет должен быть оранжевым. Оставляли раствор в воронке на фильтрование, фильтровали в мерный стаканчик через водный осушитель. Затем проводили сушку под азотом. Перед вкалыванием пробу необходимо разбавить, добавляли гексан, метанол, после этого перемешивали и фильтровали.

Результаты и обсуждение

Был проведён расчет жирнокислотного состава растительных масел, результаты которого отражен на хроматограммах (рисунки 2–4) и в таблицах 1–3.

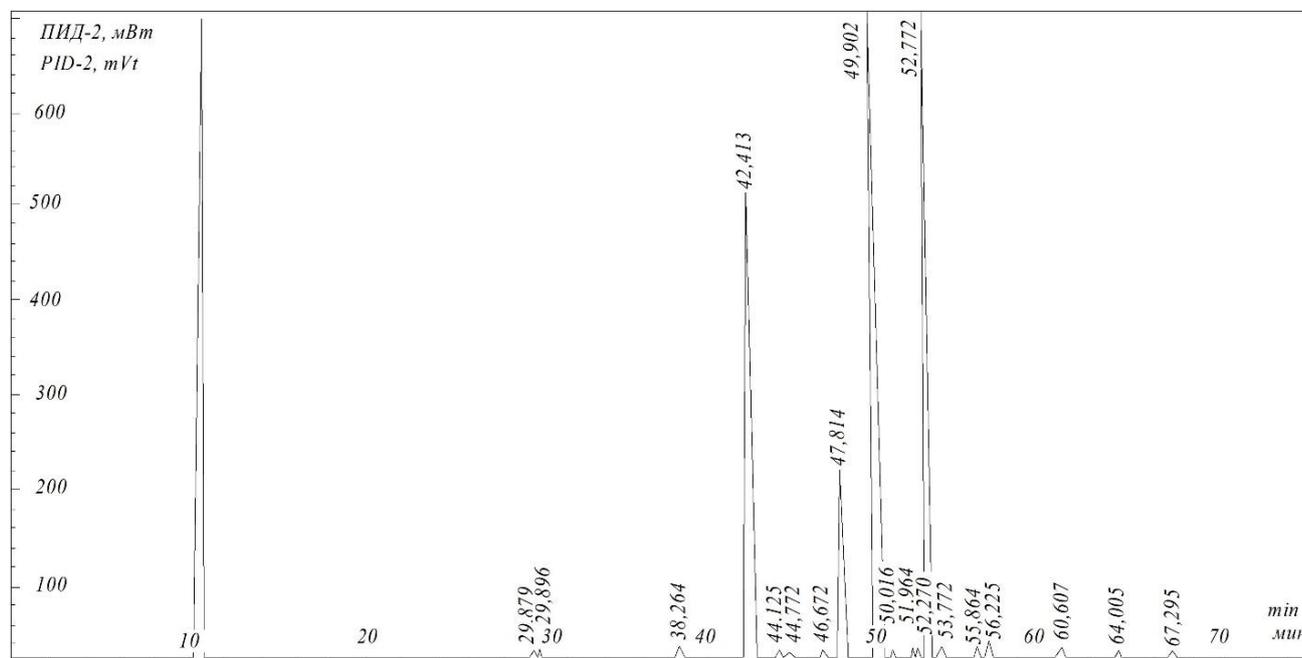


Рисунок 1. Хроматограмма тыквенного масла

Figure 1. Pumpkin oil chromatogram

Таблица 1.

Расчет по компонентам тыквенного масла

Table 1.

Calculation of pumpkin oil components

Время, мин Time, min	Компонент Component	Площадь Area	Высота Height	Концентрация Concentration
29,896	C 12:0	78,777	8,033	0,286
38,264	C 14:0	27,132	5,990	0,098
42,413	C 16:0	2826,726	486,534	10,254
44,125	C 16:1	33,199	6,803	0,120
44,772	C 16:1	14,416	2,612	0,052
46,672	C 16:1	7,309	1,351	0,027
47,814	C 18:0	1606,391	190,753	5,827
49,902	C 18:1	12759,944	965,044	46,286
50,016	C 18:1	220,206	42,036	0,799
51,964	C 18:2	19,225	2,838	0,070
52,270	C 18:2	11,667	1,848	0,042
52,772	C 18:2	9472,521	950,746	34,361
53,772	C 20:0	114,642	21,741	0,416
55,864	C 18:3	33,842	5,917	0,123
56,225	C 20:1	114,589	18,328	0,416
60,607	C 18:3	45,824	9,257	0,166
64,005	C 22:0	76,441	12,960	0,277
67,295	C 24:0	25,692	4,628	0,093

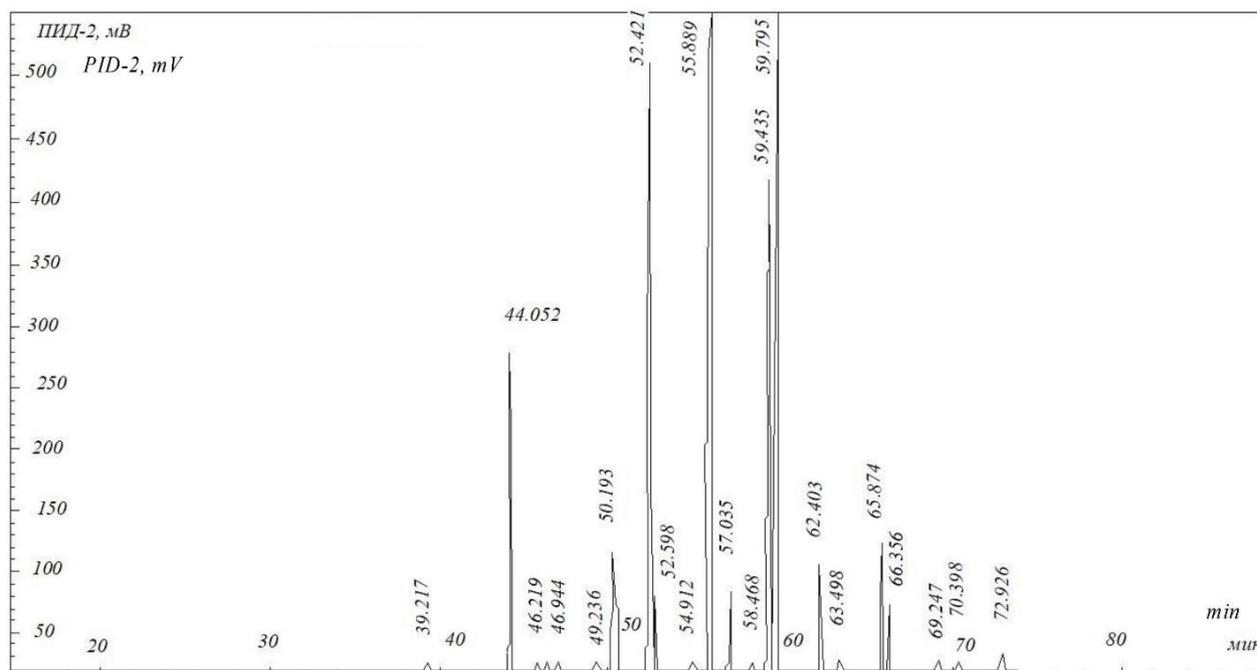


Рисунок 2. Хроматограмма рыжикового масла

Figure 2. Chromatogram of ginger oil

Таблица 2.

Расчет по компонентам рыжикового масла

Table 2.

Calculation by components of ginger oil

Время, мин Time, min	Компонент Component	Площадь Area	Высота Height	Концентрация Concentration
1	2	3	4	5
39,217	C 14:0	15,523	3,864	0,059
44,052	C 16:0	1433,706	260,892	5,449
45,911	C 16:1	10,322	1,825	0,039
46,219	C 16:1	28,142	5,426	0,107
46,944	C 17:0	12,207	1,768	0,046
49,236	C 17:1	8,147	1,583	0,032
50,193	C 18:0	672,632	97,404	2,556
52,421	C 18:1	4138,951	493,379	15,730

Продолжение таблицы 2 | Continuation of table 2

1	2	3	4	5
52,598	C 18:1	256,088	55,130	0,973
54,912	C 18:2	11,784	1,472	0,045
55,889	C 18:2	5228,966	561,804	19,872
57,035	C 20:0	418,185	65,626	1,589
58,468	C 18:3	37,772	6,990	0,144
59,435	C 20:1	3657,309	396,654	13,899
59,795	C 18:3	8556,143	905,720	32,517
62,403	C 20:2	470,490	82,375	1,788
63,498	C 22:0	88,849	15,821	0,338
65,874	C 22:1	700,286	103,252	2,661
66,356	C 20:3	306,610	52,335	1,165
69,247	C 20:4	49,311	7,184	0,187
70,398	C 24:0	50,921	8,314	0,194
72,926	C 24:1	160,376	24,547	0,609

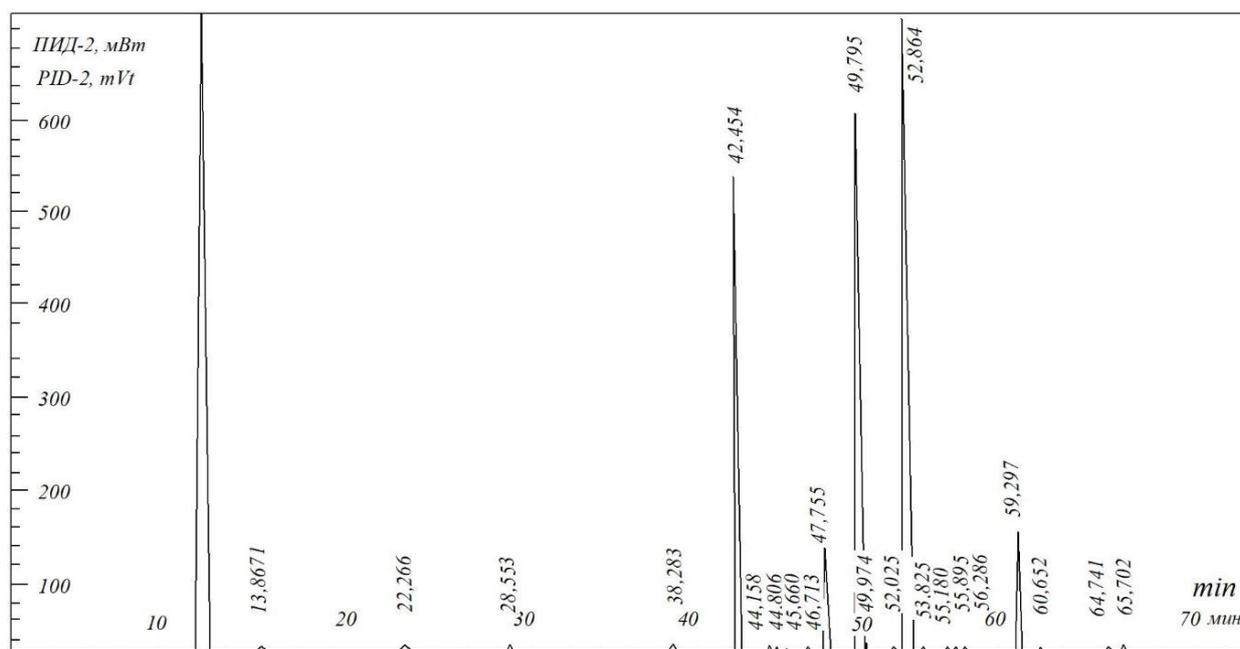


Рисунок 3. Хроматограмма масла из чёрного тмина

Figure 3. Chromatogram of black cumin oil

Таблица 3.

Расчет по компонентам масла из чёрного тмина

Table 3.

Calculation of components of black cumin oil

Время, мин Time, min	Компонент Component	Площадь Area	Высота Height	Концентрация Concentration
13,867	C 6:0	50,181	4,683	0,198
22,266	C 8:0	132,092	16,395	0,522
28,553	C 12:0	11,782	1,618	0,047
38,283	C 14:0	48,091	10,798	0,190
42,454	C 16:0	3146,975	518,628	12,435
44,158	C 16:1	54,457	11,185	0,215
44,806	C 16:1	14,005	2,651	0,055
45,660	C 16:1	5,380	1,019	0,021
46,713	C 16:1	8,910	1,639	0,035
47,755	C 18:0	720,214	106,953	2,846
49,795	C 18:1	5526,361	586,903	21,838
49,974	C 18:1	265,958	49,161	1,051
52,025	C 18:2	20,390	2,706	0,081
52,864	C 18:2	14396,297	1183,932	56,887
53,825	C 20:0	45,111	7,801	0,178
55,180	C 18:3	30,092	2,231	0,119
55,895	C 20:1	85,366	14,953	0,337
56,286	C 18:3	64,278	9,824	0,254
59,297	C 22:0	635,520	116,437	2,511
64,741	C 24:0	28,756	4,504	0,114

В результате проведенных исследований в тыквенном масле обнаружено 17,3% насыщенных жирных кислот и 83% ненасыщенных соответственно. Тыквенное масло богато мононенасыщенными жирными кислотами, например олеиновой кислотой (47%). Также в большом количестве присутствует линолевая кислота (34,47%), пальмитиновая (10,2%), стеариновая (5,8%). Содержание других компонентов незначительно. Опираясь на полученные данные, можно говорить о том, что тыквенное масло является высокоолеиновым и может использоваться как альтернатива масел высокоолеиновых групп.

Хроматографическое исследование жирнокислотного состава показало, что в рыжиковом масле находятся 9,7% насыщенных жирных кислот и около 90,3% ненасыщенных кислот. Больше всего в масле оказалось линоленовой кислоты (32,6%). В довольно значительных пропорциях в своём составе присутствуют такие кислоты как: линолевая кислота (19,9%), олеиновая кислота (16,7%), гондоиновая (13,8%) и пальмитиновая кислоты (5,4%). Рыжиковое масло может рассматриваться как источник омега-3 полиненасыщенных жирных кислот.

Установлено, что образце масла чёрного тмина содержится 21,9% насыщенных и 78,1% ненасыщенных жирных кислот. Больше всего в масле линолевой кислоты (56,9%). Также

заметное влияние оказывает содержание олеиновой кислоты (22,8%) и пальмитиновой кислоты (12,4%). В масле черного тмина преобладают жирные кислоты группы Омега-6.

Заключение

В ходе исследования был установлен жирнокислотный состав следующих растительных масел: тыквенного, рыжикового и масла черного тмина. Исследуемые масла богаты ненасыщенными жирными кислотами и могут быть использованы как добавки в майонезные соусы для насыщения ненасыщенными жирными кислотами определенных групп, каждое из исследуемых масел будет насыщать определенной группой. Тыквенное масло – как источник мононенасыщенных жирных кислот (олеиновая жирная кислота), рыжиковое – как источник омега-3 жирных кислот (линоленовая кислота), масло черного тмина – источник жирных кислот группы омега – 6 (линолевая кислота).

Влияние ненасыщенных жирных кислот на вредный холестерин, на сердечно-сосудистые заболевания, профилактика и снижение вероятности заболевания раком делает применение разных продуктов питания, содержащие ненасыщенные жирные кислоты, наиболее актуальным в XXI веке, в эпоху роста больных раком и увеличения числа людей с ожирением [6, 7].

Литература

- 1 Lehotay S.J. Food safety analysis // Analytical and bioanalytical chemistry. 2018. V. 410. P. 5329-5330. doi: 10.1007/s00216-018-1129-0
- 2 Górka-Warsewicz H., Rejman K., Laskowski W., Czeczotko M. Butter, margarine, vegetable oils, and olive oil in the average polish diet // Nutrients. 2019. V. 11. №. 12. P. 2935. doi: 10.3390/nu11122935
- 3 Bajželj B., Laguzzi F., Rööß E. The role of fats in the transition to sustainable diets // The Lancet Planetary Health. 2021. V. 5. №. 9. P. e644-e653. doi: 10.1016/S2542-5196(21)00194-7
- 4 Ogawa A., Tsujiguchi H., Nakamura M., Hayashi K. et al. Higher Intake of Vegetable Protein and Lower Intake of Animal Fats Reduce the Incidence of Diabetes in Non-Drinking Males: A Prospective Epidemiological Analysis of the Shika Study // Nutrients. 2023. V. 15. №. 4. P. 1040. doi: 10.3390/nu15041040
- 5 Marangoni A.G., Van Duynhoven J.P., Acevedo N.C., Nicholson R.A. et al. Advances in our understanding of the structure and functionality of edible fats and fat mimetics // Soft Matter. 2020. V. 16. №. 2. P. 289-306. doi: 10.1039/c9sm01704f
- 6 Larsson S.C., Spyrou N., Mantzoros C.S. Body fatness associations with cancer from recent epidemiologic studies // Metabolism. 2022. P. 155326. doi: 10.1016/j.metabol.2022.155326
- 7 Poljšak N., Kreft S., Kočevar Glavač N. Vegetable butters and oils in skin wound healing: Scientific evidence for new opportunities in dermatology // Phytotherapy research. 2020. V. 34. №. 2. P. 254-269. doi: 10.1002/ptr.6524
- 8 Shahidi F., Ambigaipalan P. Omega-3 polyunsaturated fatty acids and their health benefits // Annual review of food science and technology. 2018. V. 9. P. 345-381. doi: 10.1146/annurev-food-111317-095850
- 9 Elagizi A., Lavie C.J., O'keefe E., Marshall K. et al. An update on omega-3 polyunsaturated fatty acids and cardiovascular health // Nutrients. 2021. V. 13. №. 1. P. 204. doi: 10.3390/nu13010204.
- 10 Watanabe Y., Tatsuno I. Prevention of Cardiovascular Events with Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids and the Mechanism Involved // J Atheroscler Thromb. 2020. V. 27. №. 3. P. 183-198. doi: 10.5551/jat.50658
- 11 Cholewski M., Tomczykowa M., Tomczyk M. A Comprehensive Review of Chemistry, Sources and Bioavailability of Omega-3 Fatty Acids // Nutrients. 2018. V. 10. №. 11. P. 1662. doi: 10.3390/nu10111662
- 12 Терехина А.В., Желтоухова Е.Ю., Щербаков М.Н. Обоснование выбора рецептурных составляющих для производства майонезного соуса функционального назначения // Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство: VIII Международная научно-техническая конференция, Воронеж, 30 ноября 2022 года. Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2023. С. 49-52.

- 13 Dorni C., Sharma P., Saikia G., Longvah T. Fatty acid profile of edible oils and fats consumed in India // *Food chemistry*. 2018. V. 238. P. 9-15. doi: 10.1016/j.foodchem.2017.05.072
- 14 Kostik V., Memeti S., Bauer B. Fatty acid composition of edible oils and fats // *Journal of Hygienic Engineering and Design*. 2013. V. 4. P. 112-116.
- 15 Orsavova J., Misurcova L., Vavra Ambrozova J., Vicha R. et al. Fatty acids composition of vegetable oils and its contribution to dietary energy intake and dependence of cardiovascular mortality on dietary intake of fatty acids // *International journal of molecular sciences*. 2015. V. 16. №. 6. P. 12871-12890. doi: 10.3390/ijms160612871
- 16 Atabani A.E., da Silva César A. Calophyllum inophyllum L.—A prospective non-edible biodiesel feedstock. Study of biodiesel production, properties, fatty acid composition, blending and engine performance // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2014. V. 37. P. 644-655. doi: 10.1016/j.rser.2014.05.037
- 17 Reeves C.J., Menezes P.L., Jen T.C., Lovell M.R. et al. The influence of fatty acids on tribological and thermal properties of natural oils as sustainable biolubricants // *Tribology International*. 2015. V. 90. P. 123-134. doi: 10.1016/j.triboint.2015.04.021
- 18 Cao J., Li H., Xia X., Zou X.G. et al. Effect of fatty acid and tocopherol on oxidative stability of vegetable oils with limited air // *International Journal of Food Properties*. 2015. V. 18. №. 4. P. 808-820. doi: 10.1080/10942912.2013.864674
- 19 Sadaf S., Iqbal J., Ullah I., Bhatti H.N. et al. Biodiesel production from waste cooking oil: An efficient technique to convert waste into biodiesel // *Sustainable cities and society*. 2018. V. 41. P. 220-226. doi: 10.1016/j.scs.2018.05.037
- 20 Atabani A.E., Mahlia T.M.I., Masjuki H.H., Badruddin I.A. et al. A comparative evaluation of physical and chemical properties of biodiesel synthesized from edible and non-edible oils and study on the effect of biodiesel blending // *Energy*. 2013. V. 58. P. 296-304. doi: 10.1016/j.energy.2013.05.040

References

- 1 Lehotay S.J. Food safety analysis. Analytical and bioanalytical chemistry. 2018. vol. 410. pp. 5329-5330. doi: 10.1007/s00216-018-1129-0
- 2 Górska-Warsewicz H., Rejman K., Laskowski W., Czacotko M. Butter, margarine, vegetable oils, and olive oil in the average polish diet. *Nutrients*. 2019. vol. 11. no. 12. pp. 2935. doi: 10.3390/nu11122935
- 3 Bajželj B., Laguzzi F., Röss E. The role of fats in the transition to sustainable diets. *The Lancet Planetary Health*. 2021. vol. 5. no. 9. pp. e644-e653. doi: 10.1016/S2542-5196(21)00194-7
- 4 Ogawa A., Tsujiguchi H., Nakamura M., Hayashi K. et al. Higher Intake of Vegetable Protein and Lower Intake of Animal Fats Reduce the Incidence of Diabetes in Non-Drinking Males: A Prospective Epidemiological Analysis of the Shika Study. *Nutrients*. 2023. vol. 15. no. 4. pp. 1040. doi: 10.3390/nu15041040
- 5 Marangoni A.G., Van Duynhoven J.P., Acevedo N.C., Nicholson R.A. et al. Advances in our understanding of the structure and functionality of edible fats and fat mimetics. *Soft Matter*. 2020. vol. 16. no. 2. pp. 289-306. doi: 10.1039/c9sm01704f
- 6 Larsson S.C., Spyrou N., Mantzoros C.S. Body fatness associations with cancer from recent epidemiologic studies. *Metabolism*. 2022. pp. 155326. doi: 10.1016/j.metabol.2022.155326
- 7 Poljšak N., Kreft S., Kočevar Glavač N. Vegetable butters and oils in skin wound healing: Scientific evidence for new opportunities in dermatology. *Phytotherapy research*. 2020. vol. 34. no. 2. pp. 254-269. doi: 10.1002/ptr.6524
- 8 Shahidi F., Ambigaipalan P. Omega-3 polyunsaturated fatty acids and their health benefits. *Annual review of food science and technology*. 2018. vol. 9. pp. 345-381. doi: 10.1146/annurev-food-111317-095850
- 9 Elagizi A., Lavie C.J., O'keefe E., Marshall K. et al. An update on omega-3 polyunsaturated fatty acids and cardiovascular health. *Nutrients*. 2021. vol. 13. no. 1. pp. 204. doi: 10.3390/nu13010204.
- 10 Watanabe Y., Tatsuno I. Prevention of Cardiovascular Events with Omega 3 Polyunsaturated Fatty Acids and the Mechanism Involved. *J Atheroscler Thromb*. 2020. vol. 27. no. 3. pp. 183-198. doi: 10.5551/jat.50658
- 11 Cholewski M., Tomczykowa M., Tomczyk M. A Comprehensive Review of Chemistry, Sources and Bioavailability of Omega 3 Fatty Acids. *Nutrients*. 2018. vol. 10. no. 11. pp. 1662. doi: 10.3390/nu10111662
- 12 Terekhina A.V., Zheltoukhova E.Yu., Shcherbakov M.N. Justification of the choice of prescription ingredients for the production of functional mayonnaise sauce. Innovative technologies in the food industry: science, education and production: VIII International Scientific and Technical Conference, Voronezh, November 30, 2022. Voronezh, Voronezh State University of Engineering Technologies, 2023. pp. 49-52. (in Russian).
- 13 Dorni C., Sharma P., Saikia G., Longvah T. Fatty acid profile of edible oils and fats consumed in India. *Food chemistry*. 2018. vol. 238. pp. 9-15. doi: 10.1016/j.foodchem.2017.05.072
- 14 Kostik V., Memeti S., Bauer B. Fatty acid composition of edible oils and fats. *Journal of Hygienic Engineering and Design*. 2013. vol. 4. pp. 112-116.
- 15 Orsavova J., Misurcova L., Vavra Ambrozova J., Vicha R. et al. Fatty acids composition of vegetable oils and its contribution to dietary energy intake and dependence of cardiovascular mortality on dietary intake of fatty acids. *International journal of molecular sciences*. 2015. vol. 16. no. 6. pp. 12871-12890. doi: 10.3390/ijms160612871
- 16 Atabani A.E., da Silva César A. Calophyllum inophyllum L.—A prospective non-edible biodiesel feedstock. Study of biodiesel production, properties, fatty acid composition, blending and engine performance. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2014. vol. 37. pp. 644-655. doi: 10.1016/j.rser.2014.05.037

17 Reeves C.J., Menezes P.L., Jen T.C., Lovell M.R. et al. The influence of fatty acids on tribological and thermal properties of natural oils as sustainable biolubricants. *Tribology International*. 2015. vol. 90. pp. 123-134. doi: 10.1016/j.triboint.2015.04.021

18 Cao J., Li H., Xia X., Zou X.G. et al. Effect of fatty acid and tocopherol on oxidative stability of vegetable oils with limited air. *International Journal of Food Properties*. 2015. vol. 18. no. 4. pp. 808-820. doi: 10.1080/10942912.2013.864674

19 Sadaf S., Iqbal J., Ullah I., Bhatti H.N. et al. Biodiesel production from waste cooking oil: An efficient technique to convert waste into biodiesel. *Sustainable cities and society*. 2018. vol. 41. pp. 220-226. doi: 10.1016/j.scs.2018.05.037

20 Atabani A.E., Mahlia T.M.I., Masjuki H.H., Badruddin I.A. et al. A comparative evaluation of physical and chemical properties of biodiesel synthesized from edible and non-edible oils and study on the effect of biodiesel blending. *Energy*. 2013. vol. 58. pp. 296-304. doi: 10.1016/j.energy.2013.05.040

Сведения об авторах

Анастасия В. Терёхина к.т.н., доцент, кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, gorbato.nastia@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-4433-9615>

Михаил Н. Щербakov магистрант, кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, wenkheim@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-7299-7039>

Вклад авторов

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Anastasia V. Terekhina Cand. Sci. (Engin.), assistant professor, Technology of fats, processes and devices of chemical and food production department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, gorbato.nastia@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-4433-9615>

Mikhail N. Shcherbakov master's student, Technology of fats, processes and devices of chemical and food production department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, wenkheim@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-7299-7039>

Contribution

All authors participated equally in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 20/12/2022	После редакции 12/01/2023	Принята в печать 22/02/2023
Received 20/12/2022	Accepted in revised 12/01/2023	Accepted 22/02/2023