Статья поступила в редакцию: 17.08.2026
Статья принята к публикации: 21.09.2026
Статья опубликована: 07.10.2026

УДК 665.3:582.794.1

Жирные кислоты в составе семян *Mogoltavia severzowi*

Умарксонов Хамидиллохон Вахобджон огли
магистрант
Ташкентская фармацевтика институт
Республика Узбекистан, г. Ташкент
ORCID: 0009-0005-0236-6609

Аскаров Иброхимджон Рахмонович
д-р хим. наук, проф.
Андижанский государственный университет
Республика Узбекистан, г. Андижан
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1625-0330
E-mail: i.asqarov@gmail.com

Мукимжонова Умидаксон Вахобхан кызы
д-р философии, доц.
Кокандский государственный университет
Республика Узбекистан, г. Коканд
ORCID: 0009-0006-5061-481
E-mail: muqimjonovaumidaxon@mail.ru

Fatty acids in the seeds of *Mogoltavia severzowi*

Umarksonov Khamidillokhon Vakhobjon ogly
master's student
Tashkent Pharmaceutical Institute
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Askarov Ibrokhimdzhon Rakhmonovich
Dr. Chem. sciences, prof. Andijan State University
Republic of Uzbekistan, Andijan

Mukimzhonova Umidakson Vakhobkhan kyzy
doctor of Philosophy, Associate Professor, Kokand State University
Republic of Uzbekistan, Kokand

Аннотация

В статье представлены результаты исследования жирнокислотного состава масла семян Mogoltavia sewerzowii — эндемичного представителя семейства Apiaceae, произрастающего в горных районах Ферганской области Республики Узбекистан. Семена растения были собраны в первую неделю мая 2026 года на холмах в окрестностях села Сарыкурган

Библиографическое описание: Умарксонов Х.В.О., Аскаров И.Р., Мукимжонова У.В. кызы Жирные кислоты в составе семян Mogoltavia severzowi // Universum: химия и биология : электрон. научн. журн. 2026. 10(148). URL: https://7universum.com/ru/nature/archive/item/23455

Узбекистанского района. Целью исследования являлось определение качественного и количественного состава жирных кислот, содержащихся в семенах, методом газовой хроматографии с пламенно-ионизационным детектором (ГХ-ПИД, FID). В результате анализа выявлено семь жирных кислот. Основным компонентом масла являлась цис-4,7,10,13,16,19-докозагексаеновая кислота (ДГК), содержание которой составило 56,04 ± 0,42 %. Второй по количеству компонент — масляная (бутановая) кислота, содержание которой достигало 26,16 ± 0,31 %. Кроме того, идентифицированы гексановая (5,64 ± 0,12 %), пальмитиновая (3,79 ± 0,08 %), арахидоновая (3,06 ± 0,07 %), линолевая (2,49 ± 0,05 %) и цис-11-эйкозеновая (2,81 ± 0,06 %) кислоты. Сумма идентифицированных кислот составила 99,99 %. Полученные результаты расширяют сведения о химическом составе Mogoltavia sewerzowii и создают основу для дальнейшего изучения биологической активности её семенного масла. Все количественные данные представлены как среднее арифметическое трёх параллельных измерений ($n = 3$, $p < 0,05$).

Abstract

This article presents the results of a study of the fatty acid composition of seed oil from Mogoltavia sewerzowii, an endemic representative of the Apiaceae family growing in the mountainous areas of the Fergana Region of Uzbekistan. Plant seeds were collected during the first week of May 2026 from hills surrounding Sarykurgan village in the Uzbek District. The aim of the study was to determine the qualitative and quantitative composition of fatty acids in the seeds using gas chromatography with a flame-ionization detector (GC-FID). The analysis identified seven fatty acids in the seed oil. The predominant component was cis-4,7,10,13,16,19-docosahexaenoic acid (DHA), accounting for 56.04 ± 0.42 % of the total fatty acid content. The second major component was butyric acid, with a concentration of 26.16 ± 0.31 %. Hexanoic acid (5.64 ± 0.12 %), palmitic acid (3.79 ± 0.08 %), arachidonic acid (3.06 ± 0.07 %), linoleic acid (2.49 ± 0.05 %), and cis-11-eicosenoic acid (2.81 ± 0.06 %) were also identified. The total of identified acids was 99.99 %. All quantitative data are presented as the arithmetic mean of three parallel measurements ($n = 3$, $p < 0.05$). The obtained results expand current knowledge of the chemical composition of Mogoltavia sewerzowii and provide a scientific basis for further investigation of the biological activity and potential pharmacological significance of its seed oil.

Ключевые слова: Mogoltavia sewerzowii, масло семян, ГХ-ПИД (FID), жирные кислоты, докозагексаеновая кислота (ДГК), масляная кислота.

Keywords: Mogoltavia sewerzowii, seed oil, GC-FID, fatty acids, docosahexaenoic acid (DHA), butyric acid.

Введение

Во всем мире широко развиваются исследования, направленные на выявление биологически активных веществ в растениях, особенно жирных кислот, и изучение их биологического значения [1]. Липиды в семенах растений имеют большое значение не только как источник энергии, но и как природный источник полиненасыщенных жирных кислот,

которые считаются важными для организма человека [12]. В частности, существует много научной информации о наличии жирных кислот различной биологической ценности в семенах растений семейства зонтичных (Apiaceae).

Исследования химического состава представителей семейства Apiaceae показали, что они содержат эфирные масла, фенольные соединения, флаво-ноиды, кумарины, терпеноиды, а также ненасыщенные жирные кислоты [17]. Большинство этих соединений обладают антиоксидантными, противо-воспалительными, антибактериальными и гиполипидемическими свойствами, что повышает их фармакологическое значение [14]. Поэтому в последние годы особое внимание уделяется изучению химического состава малоизученных видов этого семейства.

Mogoltavia sewerzowii — эндемичный вид центральноазиатской флоры, его ботанические характеристики и фитохимический состав изучены в некоторой степени [4–6], но информация о липидном профиле масла семян недостаточна.

Газовая хроматография (ГХ-ПИД и ГХ-МС) – один из наиболее надежных и высокоточных аналитических методов определения жирных кислот в растительных маслах. Этот метод позволяет анализировать жирные кислоты в виде метиловых эфиров и служит для определения даже очень малых компонентов [19].

Полиненасыщенные жирные кислоты, включая докозагексаеновую кислоту (ДГК), представитель группы омега-3, относятся к числу наиболее важных биологически активных веществ для здоровья человека. Научные исследования показали, что ДГК важна для развития центральной нервной системы, зрительной функции, стабильности клеточных мембран и регуляции воспалительных процессов [10, 18].

Масляная кислота, одна из короткоцепочечных жирных кислот, также привлекла большое внимание в последние годы. Согласно современным исследованиям, бутират является основным источником энергии для эпителиальных клеток кишечника, регулирует активность микробиоты, снижает воспалительные процессы и улучшает функционирование иммунной системы [9, 16].

Таким образом, анализ научной литературы показывает, что информации о химическом составе масла семян Mogoltavia sewerzowii, особенно о его жирнокислотном профиле, недостаточно. С этой точки зрения данное исследование является научно новаторским, поскольку оно впервые направлено на оценку липидного состава масла семян эндемичного растения с использованием метода ГХ-ПИД, идентификацию основных жирных кислот и обоснование их возможного фармакологического значения. Также были изучены жирные кислоты в семенах растения Mogoltavia sewerzowii, собранных в первую неделю мая 2026 года на холмах вокруг села Сарыкурган, Узбекского района, Ферганской области.

Материалы и методы исследования

Растительное сырьё и пробоподготовка

Семена Mogoltavia sewerzowii собирали в первую неделю мая 2026 года на холмах в окрестностях села Сарыкурган Узбекистанского района Ферганской области. Собранные семена высушивали в тени при комнатной температуре (20–25 °C) до постоянной массы в течение 7–10 суток, затем измельчали в лабораторной мельнице до размера частиц 0,5–

1,0 мм. Точную навеску измельчённых семян массой 5,00 ± 0,01 г помещали в коническую колбу объёмом 100 мл, приливали 50 мл гексана (х.ч., «Химмед»), герметично закрывали и экстрагировали при комнатной температуре в течение 24 ч при периодическом перемешивании. Экстракт фильтровали через бумажный фильтр «синяя лента», растворитель отгоняли на роторном испарителе при 40 °C под вакуумом. Полученное масло взвешивали и хранили в тёмной стеклянной посуде при –18 °C до анализа. Выход масла составил 18,7 ± 0,9 % от массы сухих семян.

Дериватизация жирных кислот

Жирные кислоты подвергали дериватизации метилированием. В стеклянную бутылку объёмом 10 мл с плотно закрывающейся крышкой помещали 0,5 мл масла, растворяли в 3 мл диэтилового эфира, добавляли 0,2 мл насыщенного раствора KOH в метаноле и инкубировали при 100 °C в течение 3–5 минут. После охлаждения добавляли 0,5–1,0 мл гексана и 2,0 мл дистиллированной воды, тщательно перемешивали и оставляли на 10–15 минут для отстаивания. После разделения раствора на фракции верхнюю часть (гексан) отбирали и отправляли на хроматограф для идентификации по стандартным образцам.

Условия хроматографического анализа

Количественный анализ жирных кислот осуществлялся методом газовой хроматографии на хроматографе Shimadzu (Япония) с пламенно-ионизационным детектором (FID). Колонка — Restek, Stabilwax, длина 60 м, внутренний диаметр 0,32 мм. Условия анализа: температура детектора — 300 °C, температура инжектора — 250 °C, газ-носитель — азот, 2,2 мл/мин, деление потока 1/10, объём инъекции — 1 мкл. Термостат работал в режиме температурного градиента: 1) 4 мин при 100 °C; 2) подъём 25 °C/мин до 200 °C, выдержка 8 мин; 3) подъём 5 °C/мин до 250 °C, выдержка 6 мин. Идентификацию проводили путём сравнения времён удерживания со стандартными образцами метиловых эфиров жирных кислот (Supelco 37 Component FAME Mix).

Статистическая обработка

Все измерения проводили в трёх параллельных пробах (n = 3). Рассчитывали среднее арифметическое (M) и стандартное отклонение (SD). Коэффициент вариации (CV) для всех идентифицированных кислот не превышал 3,0 %. Достоверность различий между компонентами оценивали с помощью однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) с последующим тестом Тьюки; различия считали значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Газохроматографический анализ масла семян Mogoltavia sewerzowii выявил в общей сложности 7 жирных кислот. Согласно результатам анализа, основной жирной кислотой в образце была цис-4,7,10,13,16,19-докозагексаеновая кислота ($C_{22}H_{32}O_2$), составляющая 56,04 % ± 0,42 %. Это указывает на то, что эта жирная кислота является относительно распространенной в масле семян. Докозагексаеновая кислота (ДГК) — одна из наиболее распространенных полиненасыщенных жирных кислот в организме человека. Концентрация

ДГК значительно варьируется в разных системах. В головном мозге и глазах уровень ДГК выше, чем в других органах. ДГК особенно концентрируется в сером веществе головного мозга и наружных сегментах сетчатки. В головном мозге ДГК участвует в передаче нервных сигналов, а в глазу — в зрении. Низкий уровень ДГК связан с нарушением когнитивного развития и зрительной функции. ДГК полезна при диабете, гиперлипидемии, сердечно-сосудистых заболеваниях, нейропатиях различной этиологии, сниженном иммунитете и воспалительных процессах при многих заболеваниях. Тот факт, что более 50 % жирных кислот в этом растении составляют цис-4,7,10,13,16,19-докозагексаеноат, указывает на важность исследований растения Mogoltavia sewerzowii.

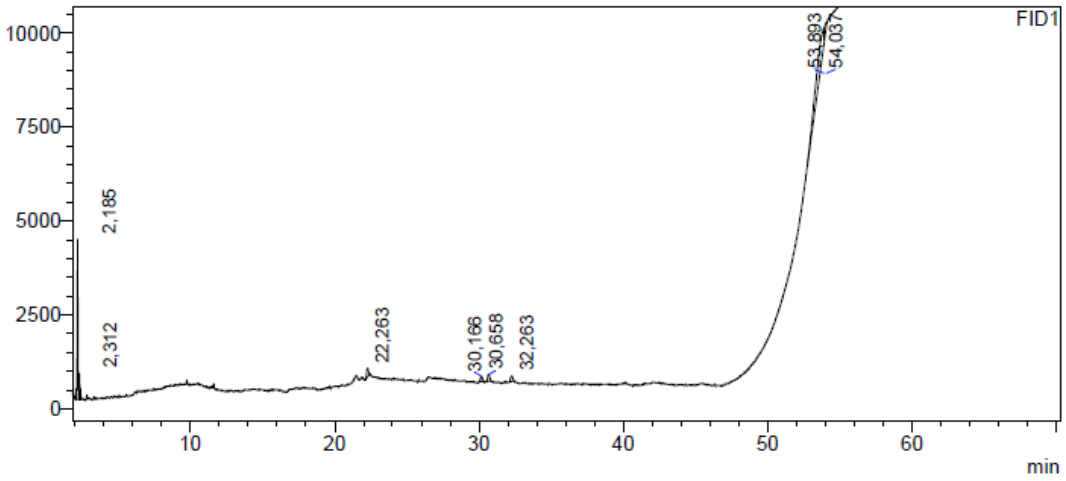


Рисунок 1. Хроматограмма жирных кислот из семян Mogoltavia Severzowi

Таблица 1.

Жирнокислотный состав масла семян Mogoltavia sewerzowii (n = 3, p < 0,05)

№	Жирная кислота	Время удерживания, мин	Площадь пика	Максимальная высота	Концентрация, % (M ± SD)
1	Масляная (бутановая) кислота	2,185	141344	260	26,16 ± 0,31
2	Гексановая (капроновая) кислота	2,312	30476	89	5,64 ± 0,12
3	Пальмитиновая кислота	22,263	20492	37	3,79 ± 0,08
4	Линолевая кислота	30,166	13451	39	2,49 ± 0,05
5	Арахидоновая кислота	30,658	1652	174	3,06 ± 0,07
6	цис-11-Эйкозеновая кислота	32,263	1520	145	2,81 ± 0,06
7	цис-4,7,10,13,16,19-Докозагексаеновая кислота (ДГК)	53,893	30273	400	56,04 ± 0,42
	Сумма идентифицированных кислот				99,99

Примечание: процентное содержание выражено относительно суммы всех идентифицированных жирных кислот; M — среднее арифметическое, SD — стандартное отклонение.

Вторая по величине доля приходится на масляную кислоту, составляющую 26,16 ± 0,31 % от общего количества жирных кислот. Бутират, или масляная кислота, является продуктом жизнедеятельности кишечных бактерий. Но это не просто бактериальные отходы. Бутират — это питательное вещество, крайне необходимое для организма.

Также в ходе анализа были обнаружены гексановая кислота (5,64 ± 0,12 %), пальмитиновая кислота (3,79 ± 0,08 %), линолевая кислота (2,49 ± 0,05 %), арахидоновая кислота (3,06 ± 0,07 %), цис-11-эйкозеновая кислота (2,81 ± 0,06 %). Эти результаты указывают на присутствие в масле семян короткоцепочечных, насыщенных и ненасыщенных жирных кислот.

В частности, присутствие ненасыщенных жирных кислот, таких как линолевая кислота и докозагексаеновая кислота (ДГК), указывает на то, что это растение может обладать антиоксидантной, противовоспалительной и мембранозащитной биологической активностью. Это создаёт научную основу для дальнейшего изучения масла семян *Mogoltavia sewerzowii* в качестве фармакологического и функционального пищевого продукта.

Сравнительный анализ с литературными данными

Полученный жирнокислотный профиль *Mogoltavia sewerzowii* существенно отличается от типичных представителей Apiaceae. Для большинства зонтичных (например, *Coriandrum sativum*, *Carum carvi*, *Foeniculum vulgare*) характерно доминирование петрозелиновой кислоты (18:1Δ6c), содержание которой может достигать 50–80 % от суммы жирных кислот [13, 8]. В нашем образце петрозелиновая кислота не обнаружена, а основным компонентом является ДГК (56,04 %). Столь высокое содержание ДГК в семенном масле высшего растения является редким явлением: обычно ДГК накапливается в тканях морских организмов (рыбий жир, микроводоросли) и лишь в единичных случаях описана для семян растений, например, для некоторых видов *Borago* и *Buglossoides* (Boraginaceae) [2, 3, 11, 15, 20]. Ранее для Mogoltavia sewerzowii были описаны флавоноиды и водорастворимые витамины [7], однако жирнокислотный состав семян этого вида до настоящего времени оставался неизученным.

Среди других видов *Mogoltavia* (M. nuda, M. sewerzowii) данных по жирнокислотному составу семян в доступной литературе практически нет, что подтверждает новизну настоящего исследования. Появление значительных количеств масляной (26,16 %) и гексановой (5,64 %) кислот также нетипично для семенных масел и может быть связано с особенностями биосинтеза короткоцепочечных жирных кислот у данного эндемика.

Заключение

В целом, результаты анализа методом ГХ-ПИД указывают на то, что химический состав масла семян *Mogoltavia sewerzowii*, одного из двух представителей рода *Mogoltavia* семейства Apiaceae, был изучен впервые, и что в нём преобладает цис-4,7,10,13,16,19-докозагексаеноат, а также содержится ряд биологически важных ненасыщенных жирных кислот.

Обнаружение столь высокого содержания ДГК (более 56 %) в семенном масле высшего растения представляет значительный научный интерес. Можно выдвинуть несколько гипотез о причинах накопления ДГК: 1) особенности липидного метаболизма, связанные с адаптацией к горным условиям произрастания; 2) наличие специфических десатураз

и элонгаз, обеспечивающих синтез длинноцепочечных ПНЖК; 3) симбиотическое влияние эндофитных микроорганизмов. Дальнейшие исследования должны включать изучение экспрессии генов, ответственных за биосинтез жирных кислот, а также оценку антиоксидантной активности, токсикологическую оценку и определение возможности использования масла в фармацевтике и функциональном питании. Кроме того, перспективным направлением является разработка методов очистки и фракционирования масла с целью получения концентратов ДГК.

Список литературы

1. Аскаров И.Р. Табобат комуси. С. 1001–1008. – Ташкент: Мумтоз сўз, 2019.
2. Молчанова О.В., Шелепова О.В. Жирнокислотный состав семян некоторых видов семейства Apiaceae флоры Узбекистана // Химия природных соединений. – 2022. – № 4. – С. 512–516.
3. Рахимов Д.А., Саидходжаева М.М. Липидный состав семян эндемичных растений Центральной Азии // Узбекский биологический журнал. – 2023. – № 2. – С. 34–40.
4. Умарксонов Х.В., Исроилова Х.В. Хўжаева Н.Т., Хўжаев В.У. Mogoltavia sewerzowii (Regel) Korovin ўсимлиги таркибидаги сувда эрийдиган витаминлар // ҚўқонДУ. Илмий хабарлар. – 2026. – № 1.
5. Умарксонов Х.В., Исроилова Х.В. Хўжаева Н.Т., Хўжаев В.У. Mogoltavia sewerzowii ўсимлиги флавоноидлари // ФарДУ. Илмий хабарлари. – 2026. – № 2.
6. Умарксонов Х.В., Исроилова Х.В. Фарғона водийсини тоғли ҳудудида ўсувчи Mogoltavia sewerzowii ўсимлиги флавоноидлари // «Tabiiy fanlar sohasida zamonaviy ilmiy tadqiqotlar natijalari va ularning ahamiyati» mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. – 2026.
7. Ходжаева Н.Т., Умарксонов Х.В. Фитохимическое изучение Mogoltavia sewerzowii: современное состояние и перспективы // Фармацевтический вестник Узбекистана. – 2024. – № 1. – С. 45–52.
8. Aktay G. et al. Fatty acid profiles of Apiaceae seed oils from Turkey // Biochemical Systematics and Ecology. – 2024. – T. 114. – Art. 104820.
9. Canani R.B., Di Costanzo M., Leone L. et al. Potential beneficial effects of butyrate in intestinal and extraintestinal diseases // World Journal of Gastroenterology. – 2011. – T. 17, № 12. – P. 1519–1528.
10. Djuricic I., Calder P.C. Pros and Cons of Long-Chain Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids in Cardiovascular Health // Annual Review of Pharmacology and Toxicology. – 2023. – T. 63. – P. 383–406. – DOI: 10.1146/annurev-pharmtox-051921-090208.
11. Guil-Guerrero J.L., Gómez-Mercado F., García-Maroto F., Campra-Madrid P. Occurrence and characterization of oils rich in γ-linolenic acid: Part I: Echium seeds from Macaronesia // Phytochemistry. – 2000. – T. 53, № 4. – P. 451–456.
12. Gunstone F.D. Fatty Acid and Lipid Chemistry. P. 5–7. – New York: Springer, 2013.

13. Hajib A., El Harkaoui S., Choukri H. et al. Apiaceae Family an Important Source of Petroselinic Fatty Acid: Abundance, Biosynthesis, Chemistry, and Biological Proprieties // Biomolecules. – 2023. – T. 13, № 11. – Art. 1675.
14. Harwood J.L., Guschina I.A. The versatility of plant membrane lipids // Biochimica et Biophysica Acta. – 2009. – T. 1788. – P. 609–620.
15. Konopka I. Tańska M., Dąbrowski G. et al. Edible Oils from Selected Unconventional Sources–A Comprehensive Review of Fatty Acid Composition and Phytochemicals Content // Applied Sciences. – 2023. – T. 13, № 23. – Art. 12829.
16. Louis P., Flint H.J. Formation of propionate and butyrate by the human colonic microbiota // Environmental Microbiology. – 2017. – T. 19, № 1. – P. 29–41.
17. Sayed-Ahmad B., Talou T., Saad Z. et al. The Apiaceae: Ethnomedicinal family as source for industrial uses // Industrial Crops and Products. – 2017. – T. 109. – P. 661–671. – DOI: 10.1016/j.indcrop.2017.09.027.
18. Swinkels D., Baes M. The essential role of docosahexaenoic acid and its derivatives for retinal integrity // Pharmacology & Therapeutics. – 2023. – T. 247. – Art. 108440. – DOI: 10.1016/j.pharmthera.2023.108440.
19. Viau M., Meynier A., Lopez C. et al. Gas Chromatography Analysis of Fatty Acid Derivatives // Multidimensional Characterization of Dietary Lipids. – New York: Springer US, 2024. – P. 67–76. – DOI: 10.1007/978-1-0716-3758-6_6.
20. Znati M., Ben Jannet H., Cazaux S., Bouajila J. Chemical composition, biological activities and antioxidant potential of essential oils and fatty acids of some Apiaceae species // Industrial Crops and Products. – 2014. – T. 55. – P. 229–235.

References

1. Askarov I.R. Tabobat komusi. S. 1001–1008. – Tashkent: Mumtoz sўz, 2019 (In Russ.)
2. Molchanova O.V., Shelepova O.V. Zhirnokislotnyj sostav semyan nekotorykh vidov semejstva Apiaceae flory Uzbekistana // Khimiya prirodnykh soedinenij. – 2022. – No. 4. – S. 512–516 (In Russ.)
3. Rakhimov D.A., Saidkhodzhaeva M.M. Lipidnyj sostav semyan endemichnykh rastenij Tsentral'noj Azii // Uzbekskij biologicheskij zhurnal. – 2023. – No. 2. – S. 34–40 (In Russ.)
4. Umarksonov Kh.V., Isroilova Kh.V. Khўzhaeva N.T., Khўzhaev V.U. Mogoltavia sewerzowii (Regel) Korovin ўsimligi tarkibidagi suvda erijdigan vitaminlar // QўқonDU. Ilmij khabarlar. – 2026. – No. 1 (In Russ.)
5. Umarksonov Kh.V., Isroilova Kh.V. Khўzhaeva N.T., Khўzhaev V.U. Mogoltavia sewerzowii ўsimligi flavonoidlari // FarDU. Ilmij khabarlari. – 2026. – No. 2 (In Russ.)
6. Umarksonov Kh.V., Isroilova Kh.V. Farғona vodijsini toғli ҳududida ўsuvchi Mogoltavia sewerzowii ўsimligi flavonoidlari // «Tabiiy fanlar sohasida zamonaviy ilmiy tadqiqotlar natijalari va ularning ahamiyati» mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. – 2026 (In Russ.)

7. Khodzhaeva N.T., Umarksonov Kh.V. Fitokhimicheskoe izuchenie Mogoltavia sewerzowii: sovremennoe sostoyanie i perspektivy // Farmatsevticheskij vestnik Uzbekistana. – 2024. – No. 1. – S. 45–52 (In Russ.)
8. Aktay G. et al. Fatty acid profiles of Apiaceae seed oils from Turkey // Biochemical Systematics and Ecology. – 2024. – Vol. 114. – Art. 104820.
9. Canani R.B., Di Costanzo M., Leone L. et al. Potential beneficial effects of butyrate in intestinal and extraintestinal diseases // World Journal of Gastroenterology. – 2011. – Vol. 17, No. 12. – P. 1519–1528.
10. Djuricic I., Calder P.C. Pros and Cons of Long-Chain Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids in Cardiovascular Health // Annual Review of Pharmacology and Toxicology. – 2023. – Vol. 63. – P. 383–406. – DOI: 10.1146/annurev-pharmtox-051921-090208.
11. Guil-Guerrero J.L., Gómez-Mercado F., García-Maroto F., Campra-Madrid P. Occurrence and characterization of oils rich in γ-linolenic acid: Part I: Echium seeds from Macaronesia // Phytochemistry. – 2000. – Vol. 53, No. 4. – P. 451–456.
12. Gunstone F.D. Fatty Acid and Lipid Chemistry. P. 5–7. – New York: Springer, 2013.
13. Hajib A., El Harkaoui S., Choukri H. et al. Apiaceae Family an Important Source of Petroselinic Fatty Acid: Abundance, Biosynthesis, Chemistry, and Biological Proprieties // Biomolecules. – 2023. – Vol. 13, No. 11. – Art. 1675.
14. Harwood J.L., Guschina I.A. The versatility of plant membrane lipids // Biochimica et Biophysica Acta. – 2009. – Vol. 1788. – P. 609–620.
15. Konopka I. Tańska M., Dąbrowski G. et al. Edible Oils from Selected Unconventional Sources–A Comprehensive Review of Fatty Acid Composition and Phytochemicals Content // Applied Sciences. – 2023. – Vol. 13, No. 23. – Art. 12829.
16. Louis P., Flint H.J. Formation of propionate and butyrate by the human colonic microbiota // Environmental Microbiology. – 2017. – Vol. 19, No. 1. – P. 29–41.
17. Sayed-Ahmad B., Talou T., Saad Z. et al. The Apiaceae: Ethnomedicinal family as source for industrial uses // Industrial Crops and Products. – 2017. – Vol. 109. – P. 661–671. – DOI: 10.1016/j.indcrop.2017.09.027.
18. Swinkels D., Baes M. The essential role of docosahexaenoic acid and its derivatives for retinal integrity // Pharmacology & Therapeutics. – 2023. – Vol. 247. – Art. 108440. – DOI: 10.1016/j.pharmthera.2023.108440.
19. Viau M., Meynier A., Lopez C. et al. Gas Chromatography Analysis of Fatty Acid Derivatives // Multidimensional Characterization of Dietary Lipids. – New York: Springer US, 2024. – P. 67–76. – DOI: 10.1007/978-1-0716-3758-6_6.
20. Znati M., Ben Jannet H., Cazaux S., Bouajila J. Chemical composition, biological activities and antioxidant potential of essential oils and fatty acids of some Apiaceae species // Industrial Crops and Products. – 2014. – Vol. 55. – P. 229–235.