

УДК 615.322

<https://www.doi.org/10.34907/JPQAI.2025.75.14.004>

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА ТРАВЫ ХРИЗАНТЕМЫ УВЕНЧАННОЙ И ХРИЗАНТЕМЫ КОРЕЙСКОЙ

Л.И. Магомедова, младший научный сотрудник отдела химии природных соединений Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений» (ФГБНУ ВИЛАР), г. Москва

e.liaa@bk.ru

О.Л. Сайбель, доктор фарм. наук, руководитель Центра химии и фармацевтической технологии Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений» (ФГБНУ ВИЛАР), г. Москва

olster@mail.ru

Т.Д. Даргаева, доктор фарм. наук, профессор, главный научный сотрудник отдела химии природных соединений Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений» (ФГБНУ ВИЛАР), г. Москва

Л.Д. Раднаева, доктор хим. наук, профессор, заведующая кафедрой фармации Медицинского института Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения «Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова», Республика Бурятия, г. Улан-Удэ

radld@mail.ru

Проведено сравнительное изучение жирнокислотного состава травы хризантемы увенчанной и хризантемы корейской методом газовой хроматографии с хромато-масс-спектрометрическим детектированием. В результате проведенного исследования было установлено наличие насыщенных и ненасыщенных (мононенасыщенных и полиненасыщенных) жирных кислот (ЖК). Наибольшее количество насыщенных ЖК, среди которых доминирует пальмитиновая кислота, обнаружили в траве хризантемы корейской. Содержание полиненасыщенных ЖК в 1,79 раза больше в траве хризантемы увенчанной. Полиненасыщенные ЖК данного сырья представлены линолевой и линоленовой кислотами. Полученные нами данные свидетельствуют о перспективности дальнейших исследований травы хризантемы увенчанной в качестве источника биологически активных веществ для разработки на ее основе профилактических и лечебных средств.

Ключевые слова: хризантема увенчанная, хризантема корейская, хромато-масс-спектрометрия, жирные кислоты

На протяжении многих лет растения используются человеком в качестве источника питательных веществ, а также сырья для получения

лечебных средств. Примером таких растений могут служить представители рода Хризантема (*Chrysanthemum* L.). Родиной данных видов считается Китай, где они со времен Конфуция выращиваются не только как декоративные, но и как ценные пищевые и лекарственные культуры [1,2].

Род Хризантема относится к семейству астровые (*Asteraceae*) и насчитывает более 70 видов. Наряду с этим в результате многовековой селекции, проводимой в Китае, Японии, странах Европы и Америки, было выведено более 10 тыс. сортов [1,3]. Растения рода *Chrysanthemum* и близкородственные ему виды являются ценными источниками разнообразных биологически активных соединений, благодаря которым они проявляют широкий спектр фармакологической активности [4].

Хризантема шелковицелистная (*Chrysanthemum morifolium* Ramat.) и хризантема индийская (*Chrysanthemum indicum* L.) включены в фармакопеи Китая и Японии и наиболее широко применяются с лечебной целью в странах Азии [5,6]. Однако на территории Российской Федерации успешно культивируются другие виды: хризантема увенчанная (или хризантема овощная) — *Glebionis coronaria* L. Cass. ex Spach syn. *Chrysanthemum coronarium* L. и хризантема корейская (*Chrysanthemum xkoreanum* hort.).

Хризантема увенчанная — однолетнее травянистое растение, которое больше известно как пищевая культура. Вместе с тем в работах зарубежных авторов представлены результаты, свидетельствующие о наличии противомикробных, противовоспалительных, антиоксидантных и антимутагенных свойств экстрактов, полученных на ее основе [6,7].

Хризантема корейская — многолетнее травянистое растение. Ввиду недостаточной изученности химического состава и фармакологического действия данное растение широко культивируется на территории нашей страны больше как декоративное растение [8,9]. Однако немногочисленные опубликованные данные показывают, что извлечения из ее цветков обладают гипотензивной, антигипоксической и актопротекторной активностью [8,10].

По литературным данным и нашим предварительным исследованиям установлено, что в траве хризантемы увенчанной преобладают вещества фенольного характера [7,11]. Травя и цветки хризантемы увенчанной содержат фенольные соединения (фенолокислоты и флавоноиды) и вещества терпеновой природы (монотерпены, сесквитерпены) [4,7]. Цветки хризантемы корейской содержат аминокислоты и фенольные соединения, представленные флавоноидами (гесперидином, гиперозидом, рутином, кверцетином), фенолокислотами (хлорогеновой, кофейной, феруловой) [8]. Известно, что хризантема увенчанная и хризантема корейская содержат эфирное масло, которое накапливается во всех частях растения, но наибольшее его количество отмечается в цветках [7,8,12]. Однако сведения о составе жирных кислот (ЖК) данных видов ограничены или отсутствуют вовсе.

ЖК являются неотъемлемой частью питания человека и играют важнейшую роль в различных процессах организма: входят в состав фосфолипидов; являются частью нейтральных липидов, которые служат источником энергии для клеток; выступают в качестве сигнальных соединений в ряде метаболических путей [13,14].

В связи с этим **целью** настоящего исследования явилось сравнительное изучение жирнокислотного состава травы хризантемы увенчанной и хризантемы корейской для выявления наиболее ценных источников данных соединений.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования служила высушенная надземная часть (травя) хризантемы корейской

и хризантемы увенчанной. Заготовку хризантемы увенчанной проводили в сентябре 2023 года в фазе массового цветения на опытном поле ФГБНУ ВИЛАР (г. Москва), сорт «Мираж»; хризантемы корейской — в 2023 году в ГБОУ ВПО БашГМУ (г. Уфа), сорт «Уральская Осень».

Для определения жирнокислотного состава высушенное сырье измельчали до размера частиц, проходящих сквозь сито с диаметром отверстий 1 мм. Измельченное сырье экстрагировали смесью хлороформ — метанол в соотношении (1:2 по объему) при комнатной температуре на встряхивателе. Извлечение фильтровали, сырье промывали на фильтре смесью хлороформ — метанол, фильтрат переносили в делительную воронку, добавляли эквивалентное количество хлороформа и воды. Хлороформный слой (липидная фракция) отделяли и упаривали досуха на ротационном испарителе. К аликвоте липидной фракции добавляли раствор 2 М соляной кислоты в метаноле и выдерживали 2 ч при температуре 90°C. Полученный раствор упаривали, к остатку добавляли равное количество воды очищенной и гексана. Верхний слой (гексановый) отделяли и процедуру повторяли трехкратно. Гексановые извлечения объединяли и использовали для анализа.

Жирнокислотный состав исследовали методом хромато-масс-спектрометрии на газовом хроматографе Agilent Packard HP 6890 с квадрупольным масс-спектрометром (HP MSD 5973 N). Идентификацию ЖК проводили путем сравнения времен удерживания и полных масс-спектров соответствующих чистых соединений с использованием библиотеки данных NIST14 и стандартных смесей Bacterial Acid Methyl Esters (CP Mix, Supelco, Bellefonte, PA, USA) и Fatty Acid Methyl Esters (Supelco 37 comp. FAME Mix 10 mg/ml in CH₂Cl₂). Содержание ЖК вычисляли по площадям хроматографических пиков.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Определение жирнокислотного состава проводили методом хромато-масс-спектрометрии в хлороформном извлечении из сырья после предварительного гидролиза и метилирования. При обработке данных фиксировали следующие показатели: время удерживания; величины количественного вклада в смесь; индекс сходства NIST14 библиотечного и полученного спектров.

В результате анализа образцов травы хризантемы корейской и хризантемы увенчанной было

установлено, что в полученном извлечении присутствуют насыщенные и ненасыщенные ЖК. Результаты исследования представлены в **табл. 1**.

Анализ полученных хроматограмм показал наличие насыщенных и ненасыщенных (мононенасыщенных и полиненасыщенных) ЖК. В траве

хризантемы корейской идентифицировано 10 ЖК, в траве хризантемы увенчанной – 5, при этом в обоих образцах по содержанию преобладает пальмитиновая кислота. Наличие мононенасыщенной олеиновой кислоты установлено только в хризантеме корейской. В исследуемых ви-

Таблица 1

ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ТРАВЫ ХРИЗАНТЕМЫ УВЕНЧАННОЙ И КОРЕЙСКОЙ

№ п/п	Соединение	Хризантема корейская	Хризантема увенчанная
Насыщенные жирные кислоты			
1	Циклопентанундекановая кислота	0,4	—*
2	9-оксононановая кислота	—	—
3	Каприловая кислота	1,0	—
4	Лауриновая кислота	—	1,6
5	Азелаиновая кислота	—	—
6	Миристиновая кислота	4,8	—
7	Изомиристиновая кислота	—	2,3
8	Пентадекановая кислота	—	—
9	Пальмитиновая кислота	35,3	29,8
10	Пальмитиновая кислота, 2-гидроксиацетат	1,3	—
11	14-метил-пальмитиновая кислота	0,7	—
12	Стеариновая кислота	3,7	3,0
13	Арахидоновая кислота	3,4	2,7
14	Бегеновая кислота	4,2	—
15	Лигноцериновая кислота	6,6	—
	<i>Суммарное содержание</i>	<i>61,3</i>	<i>39,4</i>
Мононенасыщенные жирные кислоты			
16	Олеиновая кислота	4,8	—
	<i>Суммарное содержание</i>	<i>4,8</i>	<i>—</i>
Полиненасыщенные жирные кислоты			
17	Линолевая кислота	—	35,8
18	10,13-октадекадиеновая кислота	—	—
19	8,11-октадекадиеновая кислота	18,6	—
20	Линоленовая кислота	15,3	24,8
	<i>Суммарное содержание</i>	<i>33,9</i>	<i>60,6</i>

* Данная кислота не обнаружена в исследуемом извлечении.

дах обнаружены по две полиненасыщенные ЖК: в хризантеме корейской 8,11-октадекадиеновая и линоленовая, тогда как в хризантеме увенчанной — линолевая и линоленовая. Также стоит отметить, что суммарное содержание полиненасыщенных ЖК в хризантеме увенчанной в 1,79 раза превышает таковое в хризантеме корейской.

Пальмитиновая кислота является естественным продуктом синтеза ЖК, поступающих в организм человека, она используется клетками в качестве источника энергии, а также является предшественником сигнальных молекул и белков, перемещающихся через мембрану [15].

Линолевая (C 18:2; ω -6) и линоленовая (C 18:3; ω -3) кислоты не синтезируются в организме человека, поэтому относятся к незаменимым или эссенциальным ЖК [16,17]. Они участвуют в формировании фосфолипидов клеточных мембран и синтезе биологически активных веществ, тканевых гормонов (эйкозаноидов) — простагландинов, простациклинов, тромбоксанов, лейкотриенов, которые, в свою очередь, имеют существенное значение в становлении и регуляции функций всего организма, способствуя нормальному развитию и адаптации к неблагоприятным факторам окружающей среды и обеспечению иммунной защиты организма в целом [16–18]. Линолевая и линоленовая кислота участвуют в нормализации кровяного давления, агрегации тромбоцитов; влияют на обмен холестерина, стимулируя его окисление и выведение из организма, и оказывают нормализующее действие на стенки кровеносных сосудов [19]. Известно, что они способствуют улучшению чувствительности клеток к инсулину и нормализации митохондриальной дисфункции нейронов, ослабляют нейровоспаление, регулируя функцию микроглии, выработку воспалительных цитокинов и активацию воспалительных сигналов [20]. Также линолевая и линоленовая кислоты снижают риск развития кардиометаболических заболеваний [21,22]. Линолевая кислота проявляет антипролиферативную и антиинвазивную активность в клеточных линиях рака эндометрия и мышинной модели рака эндометрия [23].

ВЫВОДЫ

В результате проведенного исследования установлено, что в траве хризантемы увенчанной и хризантемы корейской присутствуют насыщенные и ненасыщенные ЖК. Наибольшее количество

насыщенных ЖК, среди которых доминирует пальмитиновая кислота, обнаружили в траве хризантемы корейской. Содержание полиненасыщенных ЖК в траве хризантемы увенчанной в 1,79 раза больше, чем в траве хризантемы корейской. Полиненасыщенные ЖК данного сырья представлены линолевой и линоленовой кислотами.

Среди исследованных видов сырья трава хризантемы увенчанной является более ценным источником полиненасыщенных ЖК — линолевой и линоленовой кислот, которые относятся к незаменимым для организма человека.

Полученные нами данные свидетельствуют о перспективности дальнейших исследований травы хризантемы увенчанной в качестве источника биологически активных веществ для разработки на ее основе профилактических и лечебных средств.

Исследования проведены в рамках темы научно-исследовательской работы ФГБНУ ВИЛАР «Разработка технологий рационального использования растительного сырья при создании новых лекарственных средств и функциональных пищевых продуктов» (FGUU-2025-0002).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тухватуллина Л.А., Миронова Л.Н. Результаты селекции хризантемы корейской в Республике Башкортостан // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. — 2016. — №2(58). — С. 37–39.
2. Шмыгун В.Н. *Хризантемы*. — М.: Наука. 1972. — 116 с.
3. WFO (2024): *Chrysanthemum L.* Published on the Internet; <http://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-4000008177>. Accessed on: 16 Sep 2024.
4. Jiang S., Wang M., Jiang Z. et al. Chemistry and Pharmacological Activity of Sesquiterpenoids from the Chrysanthemum Genus // *Molecules*. 2021 May 19; 26(10): 3038. DOI: 10.3390/molecules26103038.
5. Shao Y., Sun Y., Li D., Chen Y. *Chrysanthemum indicum L.: A Comprehensive Review of its Botany, Phytochemistry and Pharmacology* // *Am.J. Chin. Med.* 2020; 48(4): 871–897. DOI: 10.1142/S0192415X20500421
6. Hao D.C., Song Y., Xiao P., Zhong Y., Wu P., Xu L. The genus *Chrysanthemum*: Phylogeny, biodiversity, phytometabolites, and chemodiversity // *Front. Plant. Sci.* 2022; 11; 13: 973197. DOI: 10.3389/fpls.2022.973197

7. Магомедова Л.И., Сайбель О.Л., Цицилин А.Н., Даргаева Т.Д. Перспективы использования некоторых видов хризантем в качестве источника получения биологически активных веществ // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. – 2025. – Т. 28. – №1. – С. 12–22.
8. Кодониди М.И. Химическое исследование цветков хризантемы корейской (*Chrysanthemum koreanum* Makai) с целью получения фармакологически активных суммарных фитокомплексов: автореф. дисс. ... канд. фарм. наук: спец. 15.00.02 «Фармацевтическая химия и фармакогнозия». – Пятигорск, 2009. – 24 с.
9. Тарасова М.И. Хризантема увенчанная – новое перспективное лекарственное растение // Плодоводство и ягодоводство России. – 2021. – №64. – С. 61 – 67.
10. Тухватуллина Л.А. Интродукция и селекция хризантемы корейской в Ботаническом саду-институте Уфимского научного центра РАН // Известия Уфимского научного центра РАН. – 2011. – №3–4. – С. 61–67.
11. Chen S., Liu J., Dong G., Zhang X., Liu Y., Sun W., Liu A. Flavonoids and caffeoylquinic acids in *Chrysanthemum morifolium* Ramat flowers: A potentially rich source of bioactive compounds // Food Chem. 2021; 344: 128733. DOI: 10.1016/j.foodchem.2020.128733
12. Zhou Z., Xian J., Wei W. et al. Volatile metabolic profiling and functional characterization of four terpene synthases reveal terpenoid diversity in different tissues of *Chrysanthemum indicum* L. // Phytochemistry. 2021 May; 185: 112687. DOI: 10.1016/j.phytochem.2021.112687
13. Guimarães A., Venâncio A. The Potential of Fatty Acids and Their Derivatives as Antifungal Agents: A Review // Toxins (Basel). 2022 Mar 3; 14(3): 188. DOI: 10.3390/toxins14030188. PMID: 35324685; PMCID: PMC8954725.
14. De Carvalho C.C. C. R., Caramujo M.J. The various roles of fatty acids // Molecules. – 2018. – V. 23. – №10. – С. 2583.
15. Vesga-Jiménez D.J., Martín C., Barreto G.E., Ariztábal-Pachón A.F., Pinzón A., González J. Fatty Acids: An Insight into the Pathogenesis of Neurodegenerative Diseases and Therapeutic Potential // Int.J. Mol. Sci. – 2022 Feb 25; 23(5): 2577. DOI: 10.3390/ijms23052577. PMID: 35269720; PMCID: PMC8910658.
16. Whelan J., Fritsche K. Linoleic acid // Advances in nutrition. – 2013. – V. 4. – № 3. – P. 311–312.
17. Боровик Т.Э. и др. Длинноцепочечные полиненасыщенные жирные кислоты и их роль в детском питании. Обзор литературы // Вопросы современной педиатрии. – 2012. – Т. 11. – №4. – С. 21–28.
18. Einerhand A.W.C., Mi W., Haandrikman A., Sheng X.Y., Calder P.C. The Impact of Linoleic Acid on Infant Health in the Absence or Presence of DHA in Infant Formulas // Nutrients. 2023 May 4; 15(9): 2187. DOI: 10.3390/nu15092187. PMID: 37432333; PMCID: PMC10180831.
19. Субботина М.А. Физиологические аспекты использования жиров в питании // Техника и технология пищевых производств. – 2009. – №4.
20. Kim O.Y., Song J. Important roles of linoleic acid and α -linolenic acid in regulating cognitive impairment and neuropsychiatric issues in metabolic-related dementia // Life Sci. 2024 Jan 15; 337: 122356. DOI: 10.1016/j.lfs.2023.122356. Epub 2023 Dec 18. PMID: 38123015.
21. Belury M.A. Linoleic acid, an omega-6 fatty acid that reduces risk for cardiometabolic diseases: premise, promise and practical implications // Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care. 2023 May 1; 26(3): 288–292. DOI: 10.1097/MCO.0000000000000919. Epub 2023 Mar 2. PMID: 37017716.
22. Bertoni C., Abodi M., D'Oria V., Milani G.P., Agostoni C., Mazzocchi A. Alpha-Linolenic Acid and Cardiovascular Events: A Narrative Review // Int.J. Mol. Sci. 2023 Sep 20; 24(18): 14319. DOI: 10.3390/ijms241814319. PMID: 37762621; PMCID: PMC10531611.
23. Qiu J., Zhao Z., Suo H., Paraghamian S.E., Hawkins G.M., Sun W., Zhang X., Hao T., Deng B., Shen X., Zhou C., Bae-Jump V. Linoleic acid exhibits anti-proliferative and anti-invasive activities in endometrial cancer cells and a transgenic model of endometrial cancer // Cancer. Biol. Ther. 2024 Dec 31; 25(1): 2325130. DOI: 10.1080/15384047.2024.2325130. Epub 2024 Mar 11. PMID: 38465855; PMCID: PMC10936646.

DETERMINATION OF THE FATTY ACID COMPOSITION OF CHRYSANTHEMUM CORONARIUM AND CHRYSANTHEMUM KOREANUM HORT

L.I. Magomedova¹, O.L. Saybel¹, T.D. Dargaeva¹, L. D Radnaeva²

¹ All-Russian Scientific Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants (FGBNU VILAR), Moscow, Russia

² Buryat State University named after Dorji Banzarov, Ulan-Ude, Russia

A comparative study of the fatty acid composition of Chrysanthemum coronarium and Chrysanthemum koreanum hort. was conducted using gas chromatography with chromatographic-mass spectrometric detection. The study found the presence of saturated and unsaturated (monounsaturated and polyunsaturated) fatty acids (FA). The highest amount of saturated FA, among which palmitic acid dominates, was found in Chrysanthemum coreanum hort. herb. The content of polyunsaturated FA is 1.79 times higher in crown chrysanthemum herb. Polyunsaturated FA in this raw material are represented by linoleic and linolenic acids. Our data indicate the promise of further research on Chrysanthemum coronarium herb as a source of biologically active substances for the development of preventive and therapeutic agents based on it.

Keywords: Chrysanthemum coronarium, Chrysanthemum koreanum hort., chromatography-mass spectrometry, fatty acids