

ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ЖИРНЫХ КИСЛОТ НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ *LEONURUS DEMINUTUS* V.I. KRECZ.

Я.В. Соколова¹, В.М. Минович¹, Н.В. Семенова², Л.В. Дударева²

¹ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Минздрава России (Иркутск, Российская Федерация)

²ФГБУН «Сибирский институт физиологии и биохимии растений» Сибирского отделения РАН (Иркутск, Российская Федерация)

Для цитирования: Соколова Я.В., Минович В.М., Семенова Н.В., Дударева Л.В. Исследование компонентного состава жирных кислот надземной части *Leonurus Deminutus* V.I. Krecz. *Аспирантский вестник Поволжья*. 2024;24(2):102-106.

DOI: <https://doi.org/10.35693/AVP611066>

■ Сведения об авторах

Соколова Я.В. – ассистент кафедры фармакогнозии и фармацевтической технологии.

ORCID: <https://doi.org/0000-0003-1457-9060> E-mail: sokolovayana@mail.ru

Минович В.М. – д-р фарм. наук, профессор, заведующая кафедрой фармакогнозии и фармацевтической технологии.

ORCID: <https://doi.org/0000-0003-2092-1547> E-mail: mirko02@yandex.ru

Семенова Н.В. – канд. биол. наук, ведущий технолог лаборатории физико-химических методов исследований.

ORCID: <https://doi.org/0000-0003-1076-3944> E-mail: tashasemyonova@mail.ru

Дударева Л.В. – канд. биол. наук, заведующая лабораторией физико-химических методов исследований.

ORCID: <https://doi.org/0000-0003-1185-7467> E-mail: laser@sifibr.irk.ru

■ Аннотация

Цель – изучение состава жирных кислот (ЖК) надземной части *L. deminutus*.

Материал и методы. Объектами для анализа являлись образцы надземной части *L. deminutus*, собранные на территории Иркутской области в период массового цветения (июль 2021 г.). Анализ жирнокислотного состава сырья *L. deminutus* проводили методом газовой хроматографии/масс-спектрометрией (ГХ/МС) на приборе Agilent Technologies 5973/6890N MSD/DS в трех повторениях. Относительное содержание каждой кислоты было установлено в массовых процентах от всей суммы ЖК в сырье (метод внутренней нормализации). Абсолютное содержание ЖК рассчитывали методом внутреннего стандарта.

Результаты. Исследован компонентный состав ЖК надземной части *L. deminutus*, идентифицировано 14 соединений, из них 8 насыщенных ЖК ($5,10 \pm 0,12$ мг/г) и 6 ненасыщенных ЖК ($13,41 \pm 0,25$ мг/г). Среди насыщенных ЖК преобладают пальмитиновая кислота – $3,41 \pm 0,07$ мг/г и стеариновая кислота – $0,88 \pm 0,02$ мг/г. Доминирующими соединениями среди ненасыщенных ЖК являются линолевая ($7,78 \pm 0,14$ мг/г), α -линоленовая ($2,21 \pm 0,04$ мг/г) и олеиновая ($2,19 \pm 0,04$ мг/г) кислоты.

Выводы. Впервые исследован качественный состав ЖК в надземной части *L. deminutus*, установлено их количественное содержание. *L. deminutus* является перспективным для использования в медицинской практике и может быть рекомендован в качестве дополнительного источника линолевой и α -линоленовой ЖК, незаменимых для человека.

Ключевые слова: пустырник уменьшенный, *Leonurus deminutus*, надземная часть, жирные кислоты; линолевая кислота, α -линоленовая кислота.

Конфликт интересов: не заявлен.

■ Список сокращений

ГХ/МС – газовая хроматография/масс-спектрометрия; ЖК – жирные кислоты; ЛРС – лекарственное растительное сырье; МЭЖК – метиловые эфиры жирных кислот.

Получено: 19.10.2023

Одобрено: 22.05.2024

Опубликовано: 08.11.2024

THE RESEARCH OF THE COMPONENT COMPOSITION OF FATTY ACIDS OF THE AERIAL PARTS OF *LEONURUS DEMINUTUS* V.I. KRECZ.

Yana V. Sokolova¹, Vera M. Mirovich¹, Natalya V. Semenova², Lubov V. Dudareva²

¹Irkutsk State Medical University (Irkutsk, Russian Federation)

²Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry (Irkutsk, Russian Federation)

Citation: Sokolova YaV, Mirovich VM, Semenova NV, Dudareva LV. The research of the component composition

of fatty acids of the aerial parts of *Leonurus Deminutus* V.I. Krecz. *Aspirantskiy vestnik Povolzhiya*. 2024;24(2):102-106.

DOI: <https://doi.org/10.35693/AVP611066>

■ Information about authors

Yana V. Sokolova – assistant of the Department of Pharmacognosy and Pharmaceutical Technology.

ORCID: <https://doi.org/0000-0003-1457-9060> E-mail: sokolovayana@mail.ru

Vera M. Mirovich – PhD, Professor, Head of the Department of Pharmacognosy and Pharmaceutical Technology.

ORCID: <https://doi.org/0000-0003-2092-1547> E-mail: mirko02@yandex.ru

Natalya V. Semenova – PhD, Leading Engineer of the Laboratory of Physical and Chemical Research Methods.

ORCID: <https://doi.org/0000-0003-1076-3944> E-mail: tashasemyonova@mail.ru

Lubov V. Dudareva – PhD, Head of the Laboratory of Physical and Chemical Research Methods.

ORCID: <https://doi.org/0000-0003-1185-7467> E-mail: laser@sifibr.irk.ru

■ Abstract

Aim – study of the fatty acid composition of the aerial parts of *L. deminutus*.

Material and methods. The objects of the study were samples of the aerial parts of *L. deminutus* harvested on the territory of the Irkutsk region during the mass flowering period (July 2021). The analysis of the fatty acid composition of raw materials of *L. deminutus* was carried out by Gas chromatography/Mass spectrometry (GC/MS) on the Agilent Technologies 5973/6890N MSD/DS device in 3 repetitions. The relative content of each fatty acid was determined as a percentage by weight of the total amount of fatty acids in the plant raw material (internal normalization method). The absolute content of fatty acids was calculated by the internal standard method.

Results. The component composition of the fatty acids of the aerial parts of *L. deminutus* was studied, 14 compounds were identified, of which 8 saturated fatty acids (5.10 ± 0.12 mg/g) and 6 unsaturated fatty acids (13.41 ± 0.25 mg/g). Palmitic acid (3.41 ± 0.07 mg/g) and stearic acid (0.88 ± 0.02 mg/g) prevail among saturated fatty acids. The dominant compounds among unsaturated fatty acids are linoleic (7.78 ± 0.14 mg/g), α -linolenic (2.21 ± 0.04 mg/g) and oleic (2.19 ± 0.04 mg/g) acids.

Conclusion. The qualitative composition of fatty acids in the aerial parts of *L. deminutus* has been studied for the first time, their quantitative content has been established. *L. deminutus* is promising for use in medical practice and can be recommended as an additional source of linoleic and α -linolenic acids essential for humans.

■ **Keywords:** *Leonurus deminutus*, the aerial parts, fatty acids, α -linolenic acid, linoleic acid.

■ **Conflict of Interest:** nothing to disclose.

Received: 19.10.2023

Accepted: 22.05.2024

Published: 08.11.2024

ВВЕДЕНИЕ

Многие представители рода пустырник (*Leonurus*) традиционно используются в медицинской практике [1–3]. На территории Российской Федерации разрешены к применению два фармакопейных вида рода *Leonurus* – пустырник сердечный (*Leonurus cardiaca*) и пустырник пятилопастной (*Leonurus quinquelobatus*)¹. Химический состав травы пустырника включает многие биологически активные соединения (БАС), из них основными являются иридоиды, флавоноиды, фенилпропаноиды и алкалоиды [3, 4]. *L. quinquelobatus* распространен в Европейской части России, Западной Сибири и части Восточной Сибири (Республика Саха), как заносный вид встречается в дальневосточном регионе [5–8]. Другой фармакопейный вид *L. cardiaca* на территории России не распространен, редко встречается на юге европейской части страны и в Калининградской области [8].

Перспективным направлением в разработке эффективных лекарственных средств является изучение новых видов растений, являющихся близкородственными к лекарственным. На территории Сибири среди представителей рода *Leonurus* преобладает пустырник уменьшенный (*L. deminutus*) [5, 8]. Надземные органы этого вида в народной медицине рекомендуют в виде настоев, сока, настоев при бессонницах, горячках, состояниях нервного истощения [9]. По результатам фармакологического исследования травы *L. deminutus* установлена седативная и гипотензивная активность ЛРС² [11]. В ходе изучения химического состава надземной части *L. deminutus* идентифицированы иридоиды, флавоноиды, фенилпропаноиды, исследован минеральный состав сырья, установлены основные продукты гидроdistилляции [10, 11].

Жирные кислоты (ЖК) способны регулировать липидный обмен, восстанавливать функциональную активность клеточных мембран, оказывают противовоспалительное, иммуностимулирующее, антимикробное действие [12, 13]. Ранее проводились исследования жирнокислотного

состава надземных органов некоторых представителей рода *Leonurus*. В надземной части *L. japonicus* идентифицировали две насыщенные ЖК (α -линоленовая и линолевая) и 10 ненасыщенных ЖК, при этом их количественное содержание не определялось [14]. В траве *L. turkestanicus*, произрастающего на территории Узбекистана, установили содержание пальмитиновой кислоты – 1,47% от общей суммы выделенных соединений [15]. Исследования профиля ЖК фармакопейного вида *L. quinquelobatus* методом ГХ/МС показало наличие 3 ненасыщенных и 4 насыщенных ЖК, из них максимальное количество приходится на стеариновую кислоту (2,84%) и линолевую кислоту (2,56%) [16]. Сведения об изучении компонентного состава ЖК травы *L. deminutus* отсутствуют. Данное исследование позволит расширить возможность потенциального применения ЛРС в медицинской практике.

ЦЕЛЬ

Изучение жирнокислотного состава надземной части *L. deminutus*.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для анализа были собраны надземные органы *L. deminutus* в окрестностях Иркутска в период цветения (18.07.2021 г.). Фитомассу сушили в хорошо проветриваемых чердачных помещениях, сохраняя растительный материал от воздействия солнечного света. Образцы сырья измельчали до размера частиц 1 мм, навеску в количестве 0,1000 г помещали в ступку, фиксировали жидким азотом и гомогенизировали. На данном этапе для контроля экстрагирования липидов (в %) добавляли известное количество нонадекановой кислоты. Экстракцию проводили при следующих условиях: 10 мл экстрагента трихлорметан-метанол (2:1), продолжительность процесса 30 минут, температура 25°C. В качестве антиоксиданта добавляли ионол (из расчета 1,25 мг вещества на 100 мл указанного экстрагента). Полученное извлечение фильтровали

¹ Государственная фармакопея Российской Федерации XV издания. Доступно по: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/>

² Минович В.М., Соколова Я.В., Цыренжапов А.В., Оленников Д.Н. Патент «Способ получения растительного средства, обладающего седативным, гипотензивным и антиоксидантным действием» №RU 2792361 от 21.03.2023. Доступно по: <https://patents.google.com/patent/RU2792361C1/ru>

в колбу коническую, фильтр и ступку с остатками сырья трижды промывали экстрагентом и объединяли с извлечением. В делительную воронку помещали объединенный фильтрат, добавляли 2 мл воды очищенной для лучшего расслаивания фаз. Органический слой, содержащий сумму липидов, отделяли от водной фазы. Затем из полученного липидного экстракта отгоняли растворитель при помощи роторного испарителя RVO-64.

Сухой остаток растворяли в 2 мл 1% раствора H_2SO_4 в метаноле, затем нагревали смесь в течение 30 минут при температуре 80°C. Полученные метиловые эфиры жирных кислот (МЭЖК) экстрагировали 5 мл *n*-гексана в трехкратной повторности. Затем проводили дополнительную очистку вытяжки, используя высокоэффективные пластинки марки Sorbfil.

Состав МЭЖК определяли методом газовой хроматографии/масс-спектрометрии (ГХ/МС) на приборе Agilent Technologies 6890N с масс-детектором 5973N и колонкой HP-INNOWAX. Анализ проводили при скорости потока для газа-носителя (гелия) – 1 мл/мин, объеме пробы для ввода – 1 мкл (режим деления потоков (5:1), температура испарителя = 250°C, температура источника ионов = 230°C, температура детектора = 150°C. Сканирование осуществлялось в диапазоне 41–450 а.е.м. Разделение смеси МЭЖК проводили в изотермическом режиме при температуре 200°C.

Идентификацию соединений проводили с использованием библиотеки масс-спектров NIST 08, смеси стандартов МЭЖК марки Sigma-Aldrich (Supelco F.A.M.E. Mix C8-C24 № LB43742), а также рассчитывали время удерживания по эквивалентной длине цепи. Относительное содержание каждой кислоты было установлено в массовых процентах от всей суммы ЖК в сырье (метод внутренней нормализации) [17]. Абсолютное содержание ЖК рассчитывали

методом внутреннего стандарта (нонадекановая кислота) по формуле:

$$C_x = \frac{(C_{св} \cdot S_x)}{S_{св}}$$

где C_x – содержание определяемого компонента, мг; $C_{св}$ – известное содержание внутреннего стандарта, мг; S_x – площадь пика искомого компонента, условные единицы (у.е); $S_{св}$ – площадь пика внутреннего стандарта, у.е.

Анализ жирнокислотного состава надземной части *L. deminutus* проводили в трех повторностях. Результаты обрабатывали статистически, определяли средние величины и их стандартные отклонения в соответствии с требованиями ОФС.1.1.0013 «Статистическая обработка результатов физических, физико-химических и химических испытаний» ГФ РФ XV издания [4]. Достоверность устанавливали с помощью *t*-критерия Стьюдента (доверительная вероятность 0,95).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе анализа профиля ЖК надземной части *L. deminutus* было идентифицировано 14 соединений с разным количеством атомов углерода от C14 до C23, из них 8 соединений являются насыщенными ЖК (таблица 1).

Доминирующими соединениями среди насыщенных ЖК в сырье *L. deminutus* являются пальмитиновая кислота – $3,41 \pm 0,07$ мг/г и стеариновая кислота – $0,88 \pm 0,02$ мг/г. Пальмитиновая кислота является наиболее распространенной среди насыщенных ЖК, входит в структуры фосфолипидов и гликопротеидов растительных мембран, также участвует в процессах адаптации растений в условиях изменения температуры воздуха и водного дефицита [18].

Содержание остальных насыщенных ЖК в траве *L. deminutus* незначительно и варьируется от $0,02 \pm 0,00$ мг/г до $0,33 \pm 0,01$ мг/г.

Таблица 1 / Table 1

Компонентный состав ЖК из надземных органов *L. deminutus*

Component composition of fatty acids from the aerial organs of *L. deminutus*

№ в-ва	Тривиальное название	Сокращенное обозначение ЖК	Время удерживания, мин	Содержание ЖК (мг/г)	Относительное содержание ЖК, %
Насыщенные жирные кислоты					
1	Миристиновая кислота	14:0	4,13	$0,08 \pm 0,00$	0,44
2	Пентадециловая кислота	15:0	5,25	$0,02 \pm 0,00$	0,09
3	Пальмитиновая кислота	16:0	6,783	$3,41 \pm 0,07$	18,41
4	Маргариновая кислота	17:0	8,833	$0,07 \pm 0,00$	0,36
5	Стеариновая кислота	18:0	11,722	$0,88 \pm 0,02$	4,76
6	Арахидиновая кислота	20:0	21,169	$0,25 \pm 0,01$	1,35
7	Бегеновая кислота	22:0	39,181	$0,33 \pm 0,01$	1,76
8	Трикозиловая кислота	23:0	53,406	$0,06 \pm 0,00$	0,33
Ненасыщенные жирные кислоты					
9	Пальмитолеиновая кислота (изомер)	16:1n-5	7,76	$0,12 \pm 0,00$	0,65
10	Олеиновая кислота	18:1n-9	12,534	$2,19 \pm 0,04$	11,82
11	Цис-вакценовая кислота	18:1n-7	12,743	$0,49 \pm 0,01$	2,65
12	Линолевая кислота	18:2n-6	14,489	$7,78 \pm 0,14$	42,03
13	α -Линоленовая кислота	18:3n-3	17,454	$2,21 \pm 0,04$	11,96
14	Гондоиновая кислота	20:1n-11	22,209	$0,62 \pm 0,02$	3,38
Σ насыщенных ЖК				$5,10 \pm 0,12$	27,5
Σ ненасыщенных ЖК				$13,41 \pm 0,25$	72,5

Общее количество насыщенных ЖК в надземной части *L. deminutus* составляет $5,10 \pm 0,12$ мг/г, при этом в процентном соотношении их содержание – 27,5% от общей суммы ЖК.

Кроме того, были идентифицированы 6 соединений группы ненасыщенных ЖК, которые представлены моноеновыми (9–11, 14) и полиеновыми (12, 13) кислотами (таблица 1). Среди компонентов ненасыщенных ЖК в надземной части *L. deminutus* отмечается высокое содержание кислот линолевой – $7,78 \pm 0,14$ мг/г, α-линоленовой – $2,21 \pm 0,04$ мг/г и олеиновой – $2,19 \pm 0,04$ мг/г.

Суммарное содержание ненасыщенных ЖК в траве *L. deminutus* составляет $13,41 \pm 0,25$ мг/г, что практически в два раза превышает количество насыщенных ЖК.

При исследовании содержания ненасыщенных ЖК важно установить соотношение линолевой и α-линоленовой кислот в сырье. По данным литературы, избыток α-линоленовой кислоты над линолевой в соотношении 5:1 отрицательно влияет на нейронную активность мозга [19], при 10:1 происходит обострение бронхиальной астмы [20]. В надземных органах *L. deminutus* соотношение α-линоленовой и линолевой кислот находится в пределах 3:1, что считается

оптимальным для рекомендации сырья в качестве дополнительного источника полиеновых ЖК [20, 21].

ВЫВОДЫ

1. Впервые исследован компонентный состав ЖК надземной части *L. deminutus*. Идентифицировано 14 соединений, из них 8 относятся к насыщенным ЖК, 6 – к ненасыщенным ЖК.

2. Суммарное содержание насыщенных ЖК составляет $5,10 \pm 0,12$ мг/г (относительное содержание 27,5%). Преобладающими среди данной группы ЖК являются пальмитиновая кислота – $3,41 \pm 0,07$ мг/г и стеариновая кислота – $0,88 \pm 0,02$ мг/г.

3. Количественное содержание ненасыщенных ЖК в надземной части *L. deminutus* составляет $13,41 \pm 0,25$ мг/г (относительное содержание 72,5%). Преобладают кислоты линолевая – $7,78 \pm 0,14$ мг/г, α-линоленовая – $2,21 \pm 0,04$ мг/г и олеиновая – $2,19 \pm 0,04$ мг/г.

4. Соотношение линолевой и α-линоленовой кислоты в надземной части *L. deminutus* составляет 3:1, поэтому сырье может быть рекомендовано в качестве дополнительного сбалансированного источника эссенциальных ЖК для человека.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Uritu CM, Mihai CT, Stanciu G-D, et al. Medicinal Plants of the Family *Lamiaceae* in Pain Therapy: A Review. *Pain Research and Management*. 2018;1-44.
DOI: <https://doi.org/10.1155/2018/7801543>
2. Zvezdina EV, Dayronas JV, Bochkareva II, et al. Members of the family *Lamiaceae* Lindl. as sources of medicinal plant raw materials to obtain neurotropic drugs. *Pharmacy & Pharmacology*. 2020;8(1):4-28. [Звездина Е.В., Дайронас Ж.В., Бочкарева И.И., и др. Представители семейства *Lamiaceae* Lindl. как источники лекарственного растительного сырья для получения нейротропных средств (обзор). *Фармация и фармакология*. 2020;8(1):4-8].
DOI: <https://doi.org/10.19163/2307-9266-2020-8-1-4-28>
3. Zhang R-H, Liu Z-K, Yang D-S, et al. Phytochemistry and pharmacology of the genus *Leonurus*: The herb to benefit the mothers and more. *Phytochemistry*. 2018;147:167-83.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2017.12.016>
4. Wojtyniak K, Szymanski M, Matlawska I. *Leonurus cardiaca* L. (Motherwort): A Review of its Phytochemistry and Pharmacology. *Phytotherapy Research*. 2012;27(8):1115-20.
DOI: <https://doi.org/10.1002/ptr.4850>
5. Malyshev LI. *Flora of Siberia*. Vol. 11, Novosibirsk, 1997. (In Russ.). [Малышев Л.И. *Флора Сибири*. Т. 11, Новосибирск, 1997].
6. Kharkevich SS. *Vascular plants of the Soviet Far East*. Vol. 7, SPb., 1995. (In Russ.). [Харкевич С.С. *Сосудистые растения советского Дальнего Востока*. Т. 7, Санкт-Петербург, 1995].
7. Krestovskaya TV. System and synopsis of the genus *Leonurus* L. (*Lamiaceae*). *Novitates Systematicae Plantarum Vascularium*. 1989;26:142-149. (In Russ.). [Крестовская Т.В. Система и конспект рода *Leonurus* L. (*Lamiaceae*). *Новости систематики высших растений*. 1989;26:142-149].
8. Plants of the World Online. Available at: <http://powo.science.kew.org/> (16 October 2023).
9. Danilova NS, Borisova SZ. The plant of the yakut folk medicine of *Leonurus deminutus*. *Yakut medical journal*. 2010;2(30):93-95. (In Russ.). [Данилова Н.С., Борисова С.З. Растение якутской народной медицины пустырник уменьшенный. *Якутский медицинский журнал*. 2010;2(30):93-95].
10. Mirovich VM, Sokolova IV, Chebykin EP. Research of the elemental composition of the aerial organs of *Leonurus deminutus* V. Krecz. growing in Central Siberia. *Humans and their health*. 2021;24(4):74-82. [Мирович В.М., Соколова Я.В., Чебыкин Е.П. Исследование элементного состава надземных органов пустырника уменьшенного (*Leonurus deminutus* V. Krecz.), произрастающего в Центральной Сибири. *Человек и его здоровье*. 2021;24(4):74-82].
DOI: <https://doi.org/10.21626/vestnik/2021-4/10>
11. Sokolova IV, Mirovich VM, Dudareva LV, et al. Research of the component composition of hydrodistillation products of *Leonurus deminutus* V.I. Krecz herb. *Bashkortostan Medical Journal*. 2022;17(5):73-76. (In Russ.). [Соколова Я.В., Мирович В.М., Дударева Л.В., и др. Исследование компонентного состава продуктов гидродистилляции *Leonurus deminutus* V.I. Krecz травы. *Медицинский вестник Башкортостана*. 2022;17(5):73-76].
12. Wrigley CW, Corke H, Seetharaman K, et al. *Encyclopedia of food grains*. Vol. 2. Oxford: Academic Press, 2015:257-267.
13. Coniglio S, Shumskaya M, Vassiliou E. Unsaturated Fatty Acids and Their Immunomodulatory Properties. *Biology*. 2023;12(2):279.
DOI: <https://doi.org/10.3390/biology12020279>
14. Wagner H, Bauer R, Melchar D, et al. Herba Leonuri – Yimucao. In: *Chromatographic Fingerprint Analysis of Herbal Medicines*. Springer: Vienna, 2011:707-717.
DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-7091-0763-8_59

15. Mamadalieva NZ, Bobakulov KM, Vinciguerra V, et al. GC-MS and q-NMR based chemotaxonomic evaluation of two *Leonurus* species. *Phytochemical Analysis*. 2016;27(5):284-289.
DOI: <https://doi.org/10.1002/pca.2629>
16. Parfenov AA, Kolosova OA, Fursa NS. GC/MS determination of component composition of individual groups of natural compounds and pharmacological study of official tinctures *Valeriana officinalis* L.S.L., *Leonurus quinquelobatus* Gilib. and tincture of herb *Borago officinalis* L. *Proceedings of Voronezh State University. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy*. 2016;3:134-140. (In Russ.). [Парфенов А.А., Колосова О.А., Фурса Н.С. Хромато-масс-спектрометрическое определение компонентного состава отдельных групп природных соединений и фармакологическое изучение настоек официально-го сырья валерианы лекарственной, пустырника пятилопастного и травы бурачника лекарственного. *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация*. 2016;3:134-140].
URL: <http://www.vestnik.vsu.ru/pdf/chembio/2016/03/2016-03-24.pdf>
17. Semenova NV, Shmakov VN, Konstantinov YuM, et al. Phospholipids of Embryogenic and Non-embryogenic Cell Lines of *Larix sibirica* Ledeb. *Russian Journal of Plant Physiology*. 2020;67:1076-1082. [Семенова Н.В., Шмаков В.Н., Константинов Ю.М., и др. Фосфолипиды эмбриогенных и неэмбриогенных клеточных линий *Larix sibirica* Ledeb. *Физиология растений*. 2020;67:1076-1082].
DOI: <https://doi.org/10.1134/S1021443720060151>
18. Zhukov AV. Palmitic acid and its role in the structure and functions of plant cell membranes. *Russian Journal of Plant Physiology*. 2015;62(5):706-713. [Жуков А.В. Пальмитиновая кислота и ее роль в строении и функциях мембран растительной клетки. *Физиология растений*. 2015;62(5):706-713].
DOI: <https://doi.org/10.7868/S001533031505019X>
19. Dec K, Alsaqati M, Morgan J, et al. A high ratio of linoleic acid (n-6 PUFA) to alpha-linolenic acid (n-3 PUFA) adversely affects early stage of human neuronal differentiation and electrophysiological activity of glutamatergic neurons in vitro. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*. 2023;11:1166808.
DOI: <https://doi.org/10.3389/fcell.2023.1166808>
20. Morales P, Ferreira I, Carvalho A, et al. Fatty acids profiles of some Spanish wild vegetables. *Food Science and Technology International*. 2012;18(3):281-290.
DOI: <https://doi.org/10.1177/1082013211427798>
21. Bubenchikova VN, Stepnova IV. The fatty acid and mineral composition herbs *Picris hieracioides* L. *Chemistry of plant raw material*. 2018;1:113-119. [Бубенчикова В.Н., Степнова И.В. Жирнокислотный и минеральный состав травы горлоухи ястребинковой (*Picris hieracioides* L.). *Химия растительного сырья*. 2018;1:113-119].
DOI: <https://doi.org/10.14258/jcprm.2018011838>

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ	ADDITIONAL INFORMATION
Источник финансирования. Работа выполнена по инициативе авторов без привлечения финансирования.	Study funding. The study was the authors' initiative without external funding.
Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с содержанием настоящей статьи.	Conflict of Interest. The authors declare that there are no obvious or potential conflicts of interest associated with the content of this article.
Участие авторов. Я.В. Соколова – дизайн исследования, написание текста. В.М. Минович, Н.В. Семенова, Л.В. Дударева – дизайн исследования, редактирование статьи. Все авторы одобрили финальную версию статьи перед публикацией, выразили согласие нести ответственность за все аспекты работы, подразумевающую надлежащее изучение и решение вопросов, связанных с точностью или добросовестностью любой части работы.	Contribution of individual authors. Ya.V. Sokolova –research design, writing of the text. V.M. Mirovich, N.V. Semenova, L.V. Dudareva – research design, editing of the article. All authors gave their final approval of the manuscript for submission, and agreed to be accountable for all aspects of the work, implying proper study and resolution of issues related to the accuracy or integrity of any part of the work.
Автор для переписки Соколова Яна Вадимовна Адрес: Иркутский государственный медицинский университет, ул. Карла Маркса, 10, г. Иркутск, Россия, 664003. E-mail: sokolovayana@mail.ru	Corresponding Author Yana V. Sokolova Address: Irkutsk State Medical University, 10 Karl Marx st., Irkutsk, Russia, 664003. E-mail: sokolovayana@mail.ru