

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА НАДЗЕМНЫХ ОРГАНОВ ПУСТЫРНИКА УМЕНЬШЕННОГО (*LEONURUS DEMINUTUS* V. KREZC.), ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО В ЦЕНТРАЛЬНОЙ СИБИРИ

© Мирович В.М.¹, Соколова Я.В.¹, Чебыкин Е.П.^{2,3}

¹ Иркутский государственный медицинский университет (ИГМУ)

Россия, 664003, Иркутская область, г. Иркутск, ул. Красного восстания, д. 1

² Лимнологический институт СО РАН (ЛИН СО РАН)

Россия, 664033, Иркутская область, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, д. 3, а/я 278

³ Институт земной коры СО РАН (ИЗК СО РАН)

Россия, 664033, Иркутская область, г. Иркутск, ул. Лермонтова, д. 128

Статья посвящена исследованию элементного состава в надземной части пустырника уменьшенного (*Leonurus deminutus* V. Krecz.), наиболее распространенного на территории Центральной Сибири. Данный вид относится к растениям народной медицины, используется в качестве седативного и гипотензивного средства в виде настоев, настоек и свежего сока.

Цель работы: изучить элементный состав надземной части *L. deminutus* флоры Центральной Сибири.

Материалы и методы. Объект исследования – надземные органы *L. deminutus*, заготовленные в период цветения в 2020 г. в Иркутской области. Для изучения состава элементов использовали метод масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ICP-MS) с помощью квадрупольного масс-спектрометра «Agilent 7500 се».

Результаты. В надземных органах *L. deminutus* было обнаружено 72 элемента, 9 из которых относятся к группе макроэлементов (Al, K, C, Si, Mg, Na, S, P, Cl), остальные к группе микро- и ультрамикроэлементов (наибольшую ценность представляют Fe, Mn, Zn, Cu, V, Cr). Содержание тяжелых металлов и мышьяка соответствует допустимым нормам, регламентируемым Государственной Фармакопеей Российской Федерации XIV.

Заключение. Впервые исследован состав элементов в надземных органах *L. deminutus*. Полученные данные свидетельствуют о перспективности применения исследуемого вида в качестве резервного источника минералов.

Ключевые слова: пустырник уменьшенный (*Leonurus deminutus* V. Krecz.); элементный состав; масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой.

Мирович Вера Михайловна – д-р фарм. наук, профессор, зав. кафедрой фармакогнозии и фармацевтической технологии, ИГМУ, г. Иркутск. ORCID iD: 0000-0003-2092-1547. E-mail: mirko02@yandex.ru

Соколова Яна Вадимовна – соискатель кафедры фармакогнозии и фармацевтической технологии, ИГМУ, г. Иркутск. ORCID iD: 0000-0003-1457-9060. E-mail: sokolovayana@mail.ru (автор, ответственный за переписку)

Чебыкин Евгений Павлович – канд-т хим. наук, ст. научный сотрудник, ЛИН СО РАН, г. Иркутск; ст. научный сотрудник, ИЗК СО РАН, г. Иркутск. ORCID iD: 0000-0002-7588-3886. E-mail: cheb@lin.irk.ru

Лекарственные препараты растительного происхождения относятся к динамично развивающемуся сегменту фармацевтического рынка [1]. Интерес к фитопрепаратам сформировался в результате поисков лекарственных средств, обладающих минимальными побочными эффектами по сравнению с синтетическими препаратами, в особенности, данный фактор играет важную роль при длительном курсе медикаментозного лечения и актуален для пациентов с хроническими заболеваниями [7]. Отмечаются другие достоинства растительных препаратов: широкий спектр биологической активности, низкая токсичность, щадящее воздействие на организм человека [7, 14]. В связи с этим изучение перспективных лекарственных растений и создание новых эффективных фитопрепаратов являются актуальными вопросами в рамках развития фармацевтической практики.

Род *Leonurus* L. относится к семейству Lamiales и представлен 24 видами, 7 из которых произрастают в Сибири [5, 23]. Фармако-

пейными видами являются *Leonurus cardica* L. – пустырник сердечный и *Leonurus quinquelobatus* Gilib. – пустырник пятилопастной. Данные растения встречаются в европейской части России, а *L. quinquelobatus* как заносный вид распространен в сибирском регионе благодаря своим высоким адаптивным свойствам [22]. К пустырникам местной флоры Центральной Сибири относятся: *Leonurus deminutus* V. Krecz. – пустырник уменьшенный, *Leonurus glaucescens* Bunge. – пустырник сизый, *Leonurus mongolicus* V. Krecz. et Kuprian. – пустырник монгольский, *Leonurus tataricus* L. – пустырник татарский, *Leonurus sibiricus* L. – пустырник сибирский [5, 17]. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о содержании в растениях рода *Leonurus* различных биологически активных веществ: фенольных кислот, флавоноидов, эфирного масла, тритерпеновых и азотсодержащих соединений [17, 18, 20, 22, 23].

Наиболее распространенным видом рода *Leonurus* в Центральной Сибири является

L. deminutus, который применяется в народной медицине в виде настоев, настоек и свежего сока в качестве седативного и гипотензивного средства [3, 4, 8]. Д.Н. Оленниковым и Н.К. Чириковой проводилось изучение фенолпропаноидов и флавоноидов *L. deminutus*, произрастающего в Республике Саха (Якутия) [17]. В химическом составе *L. deminutus* преобладают фенолпропаноидные соединения (2(или 5)-О-кофеилглюконовая кислота и лавандулилоксид). Авторами было установлено, что концентрация обнаруженных веществ сопоставима с количественными показателями фармакопейного вида *L. cardiaca* [17]. Для внедрения растения в научную медицину необходимо комплексное изучение всех компонентов с целью оценки перспективности его ценности.

Изучение элементов лекарственного растительного сырья позволяет решать важные задачи современной медицины, связанные с дефицитом нутриентов в питании человека [16, 19]. Альтернативными источниками, способными восполнить баланс необходимых для организма веществ, являются лекарственные растения. Отмечается, что элементы не только обладают определенным физиологическим действием при лечении и профилактике заболеваний, но и содержатся в растительных объектах в биологических концентрациях, что позволяет им легко усваиваться в организме человека [16, 19].

Цель исследования: изучить состав элементов надземной части *L. deminutus* флоры Центральной Сибири.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования являлись надземные органы *L. deminutus*. Сырье собирали в июле 2020 г (в период цветения) в Усть-Ордынском Бурятском округе Иркутской области. Ботаническая принадлежность вида была установлена заведующей отделом биоразнообразия и биологических ресурсов Сибирского института физиологии и биохимии растений СО РАН, к.б.н А.В. Верхозиной.

Анализ элементного состава надземной части *L. deminutus* проводили методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ICP-MS). Для этого измельченное сырье с размером частиц 1,0 мм в количестве 0,03 г помещали в закручивающиеся полипропиленовые пробирки, после чего добавляли 0,75 мл концентрированной азотной кислоты (72%). Азотная кислота была предварительно очищена с помощью суббойлинговой перегонки. Мокрое озоление осуществляли в ультразвуковой ванне (УЗ-ванне) в течение 30 минут при температуре

80-100°C. После этого в пробирки приливали 0,3 мл перекиси водорода 30% и продолжали озоление при тех же условиях. Через 30 минут к образцам добавляли воду очищенную до объема 15 мл, пробирки помещали в УЗ-ванну на 30 мин при аналогичной температуре. Далее образцы охлаждали, выдерживали в течение 12 ч при комнатной температуре и взвешивали на аналитических весах марки «Mettler Toledo AG104» (Швейцария).

Дальнейшую пробоподготовку осуществляли на приборе «Mini Spin» (Германия) при следующих условиях: время центрифугирования – 10 минут, число оборотов – 13400 об/мин. Затем насадочную жидкость (1,8 мл) помещали в другие пробирки и добавляли внутренний стандарт в виде рабочего раствора индия (по 40 мкл). Концентрация внутреннего стандарта в измеряемых растворах составила 10 ppb. Также поступали при приготовлении проб, не содержащих аналита.

Исследование полученных растворов проводили на масс-спектрометре «Agilent 7500 se» (США). Ввод проб осуществляли с помощью концентрического кварцевого распылителя при следующих параметрах: скорость подачи – 400 мкл/мин, режим подачи – самораспыление. Для калибровки использовали стандартные растворы ICP-MS-68A-A (США), ICP-MS-68A-B (США), образцы бутилированной байкальской воды, растворы катионов (Na, Mg, K, Ca, Fe, Hg) и анионов (Si, P, S, Cl, Br, I), образованных путем смешения одноэлементных ICP-MS стандартных растворов производства «Inorganic Ventures» (США). Ошибки измерения оценивали с помощью показателя зависимости коэффициента вариации (RSD, %) от величины аналитического сигнала (N, имп/с), установленного экспериментально: $RSD\% = 125,71 \times N^{-0,33103}$, где N=20-20 000 имп/с.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При изучении надземных органов *L. deminutus* методом ICP-MS было идентифицировано 72 элемента. Для систематизации данных мы использовали общепринятую классификацию по количественному содержанию элементов в растительных объектах (макро-, микро- и ультрамикроэлементы) [16, 19].

Из макроэлементов были обнаружены: Al, K, Ca, Si, Mg, Na, S, P, Cl (табл. 1). Сравнительный ряд идентифицированных макроэлементов по мере снижения их концентрации в исследуемом сырье представлен следующим образом: K>Ca>P>Mg>S>Cl>Si>Al>Na.

Таблица 1

Table 1

Содержание макроэлементов в надземной части *L. deminutus*

The content of macroelements in the aerial part of *L. deminutus*

№	Название элемента Element name	Предел обнаружения Limit of detection	Содержание, мг/кг Content, mg/kg
1	Алюминий (Al) Aluminum	1	320
2	Калий (K) Potassium	0.8	42000
3	Кальций (Ca) Calcium	30	14500
4	Кремний (Si) Silicon	20	480
5	Магний (Mg) Magnesium	0.2	4300
6	Натрий (Na) Sodium	0.6	42
7	Сера (S) Sulfur	300	3700
8	Фосфор (P) Phosphorus	20	4400
9	Хлор (Cl) Chlorine	200	3600

Элементы К и Са в исследуемом растении содержатся в наибольшем количестве и составляют 42000 мг/кг и 14500 мг/кг соответственно.

Физиологическая роль К и Са существенна для обеспечения многих жизненных процессов в организме человека. Отмечается непосредственное участие калия в образовании электрических импульсов, являющихся основами активности всех возбудимых систем человеческого организма (функционирование нервной системы, сердца, мозга, сокращение мышечной ткани) [12]. Кроме того, калий выступает активатором некоторых ферментов, а также способствует установлению кислотно-щелочного баланса [12, 16]. Ионы кальция играют значительную роль в процессах синаптической передачи, участвуют в процессах свертываемости крови, формируют опорно-двигательную систему человека [15].

Кроме того, в надземной части *L. deminutus* обнаружено 59 микро- и ультрамикроэлементов (табл. 2). Следует отметить значительное содержание Fe (600 мг/кг), Mn (115 мг/кг), Zn (25 мг/кг), Cu (9,1 мг/кг) из группы микроэлементов, а также V (1,19 мг/кг) и Cr (0,78 мг/кг), относящихся к ультрамикроэлементам. Ряд содержания данной группы элементов в надземных органах *L. deminutus* представлен в порядке уменьшения концентрации: Fe>Mn>Sr>Ba>B>Br>Zn>Ti>Cu>Rb>Ce>V>Mo>Ni>Cr>La>Nd>Sc>

>Co>Li>Zr>Y>Ga>Pr>Th>Gd>Sm>Se>Dy>Sn>Cs>
>U>Be>Er>Eu>Nb>Yb>Sb>Ge>Tb>Ho>Te>Hf>Bi>
>W>Re>Tl>Ag>Tm>Rh>Lu>Pd>Ta>Au>I>Os>Pt>
>Ru>Ir.

Важнейшим микроэлементом является железо, большая часть которого содержится в гемоглобине, участвующем в окислительных реакциях организма. Отмечается необходимость железа для укрепления иммунной системы, метаболизма водорастворимых витаминов группы В, а также синтеза некоторых гормонов [10]. Значение марганца определяется его участием в жировом и углеводном обмене, кроме того, он способствует образованию соединительной и костной ткани, факторов свертывания крови, половых гормонов [9]. Цинк активно участвует в процессах роста и развития организма, формировании иммунного ответа, синтезе ДНК и белка, в реакциях ферментативного катализа, а также в регуляции нейротрансмиссии и когнитивных функций [13].

Есть сведения о том, что одновременное присутствие Zn, Cu и Fe способствует увеличению их фармакологической активности при лечении анемии. Данную эффективность связывают со взаимным влиянием элементов. Медь в данном комплексе участвует в двух процессах, а именно, способствует усвоению железа и усиливает воздействие цинка [6].

Из обнаруженных ультрамикроэлементов интерес представляют ванадий и хром. Ванадий

Таблица 2

Table 2

Содержание микро- и ультрамикроэлементов в надземной части *L. deminutus*The content of micro- and ultramicroelements in the aerial part of *L. deminutus*

№	Название элемента Element name	Предел обнаружения Limit of detection	Содержание, мг/кг Content, mg/kg
1	Барий (Ba) Barium	0.005	67
2	Бериллий (Be) Beryllium	0.0003	0.025
3	Бор (B) Boron	0.08	41
4	Бром (Br) Bromine	0.4	26
5	Ванадий (V) Vanadium	0.007	1.19
6	Висмут (Bi) Bismuth	0.0006	0.009
7	Вольфрам (W) Tungsten	0.0008	0.008
8	Гадолиний (Gd) Gadolinium	0.0003	0.098
9	Галлий (Ga) Gallium	0.0005	0.153
10	Гафний (Hf) Hafnium	0.0002	0.009
11	Германий (Ge) Germanium	0.0008	0.015
12	Гольмий (Ho) Holmium	0.00003	0.0103
13	Диспрозий (Dy) Dysprosium	0.0003	0.058
14	Европий (Eu) Europium	0.0004	0.024
15	Железо (Fe) Iron	0.3	600
16	Золото (Au) Gold	0.0002	0.0002
17	Иридий (Ir) Osmium	0.0002	<0.0002
18	Итрий (Y) Yttrium	0.0002	0.28
19	Иттербий (Yb) Itterbuis	0.0002	0.021
20	Йод (I) Iodine	0.2	<0.02
21	Кобальт (Co) Cobalt	0.0004	0.41
22	Лантан (La) Lanthanum	0.0004	0.61
23	Литий (Li) Lithium	0.01	0.33
24	Лютеций (Lu) Lutetium	0.00005	0.0027

Продолжение таблицы 2

Continuation of table 2

25	Марганец (Mn) Manganese	0.003	115
26	Медь (Cu) Copper	0.2	9.1
27	Молибден (Mo) Molybdenum	0.005	1.19
28	Неодим (Nd) Neodymium	0.0005	0.58
29	Никель (Ni) Nickel	0.02	1.07
30	Ниобий (Nb) Niobium	0.001	0.022
31	Олово (Sn) Tin	0.003	0.036
32	Осмий (Os) Osmium	0.004	<0.004
33	Палладий (Pd) Palladium	0.001	0.0018
34	Платина (Pt) Platinum	0.0007	<0.0007
35	Празеодим (Pr) Praseodymium	0.00004	0.145
36	Рений (Re) Rhenium	0.0005	0.0079
37	Родий (Rh) Rhodium	0.0003	0.0032
38	Рубидий (Rb) Rubidium	0.0008	6.5
39	Рутений (Ru) Ruthenium	0.0005	<0.0005
40	Самарий (Sm) Samarium (Sm)	0.0008	0.096
41	Селен (Se) Selenium	0.04	0.08
42	Серебро (Ag) Silver	0.0007	0.0037
43	Скандий (Sc) Scandium	0.03	0.52
44	Стронций (Sr) Strontium	0.005	91
45	Сурьма (Sb) Antimony	0.0006	0.02
46	Таллий (Tl) Thallium	0.0008	0.0053
47	Тантал (Ta) Tantalum	0.0001	0.0009
48	Теллур (Te) Tellurium	0.003	0.009
49	Тербий (Tb) Terbium	0.00005	0.012
50	Титан (Ti) Titanium	0.06	9.4

Окончание таблицы 2

End of table 2

51	Торий (Th) Thorium	0.0004	0.103
52	Тулий (Tm) Tulium	0.0001	0.0036
53	Уран (U) Uranium	0.0001	0.028
54	Хром (Cr) Chromium	0.01	0.78
55	Цезий (Cs) Cesium	0.0002	0.035
56	Церий (Ce) Cerium	0.0002	1.21
57	Цинк (Zn) Zinc	0.04	25
58	Цирконий (Zr) Zirconium	0.0006	0.31
59	Эрбий (Er) Erbium	0.0003	0.025

Таблица 3

Table 3

Содержание тяжелых металлов и мышьяка в надземной части *L. deminutus*The content of heavy metals and arsenic in the aerial part of *L. deminutus*

№	Название элемента Element name	Содержание, мг/кг Content, mg/kg	Предельно допустимые значения, мг/кг Maximum permissible values, mg/kg
1	Кадмий (Cd) Cadmium	0.018	1.0
2	Мышьяк (As) Arsenic	0.12	0.5
3	Ртуть (Hg) Mercury	0.007	0.1
4	Свинец (Pb) Lead	0.54	6.0

участвует в метаболизме углеводов и липидов, влияет на регуляцию сердечно-сосудистой системы, является эффектором многих биохимических процессов [21]. Хром активирует некоторые из ферментов эндокринной системы, поддерживает нормальный уровень глюкозы в крови человека и снижает высокий уровень холестерина [11].

В соответствии с требованиями безопасности к лекарственным средствам, принятым на территории РФ, обязательным является процедура определения содержания тяжелых металлов и мышьяка. Данный показатель регламентируется ОФС.1.5.3.0009.15 Государственной Фармакопеи Российской Федерации XIV издания, в которой изложены основные методики, параметры анализа и предельно допустимые значения для токсичных агентов (ПДК, мг/кг) [2]. В надземных органах *L. deminutus* содержание тяжелых

металлов и мышьяка соответствует допустимым нормам (табл. 3).

Полученные нами результаты согласуются с данными литературных источников по изучению элементного состава *L. deminutus*, произрастающего на территории Якутии, в котором также было обнаружено значительное содержание калия, кальция, магния [3].

Сравнительный анализ данных литературы и полученных нами результатов показал, что содержание таких важных элементов как К, Mg, Fe, Se и Mo в образцах *L. deminutus* из Центральной Сибири выше, чем в якутских экземплярах. Особенно стоит отметить железо, содержание которого в нашем образце превышает значение *L. deminutus* из Якутии в 2 раза (600 мг/кг и 300 мг/кг соответственно).

Таким образом, нами был исследован элементный состав надземной части *L. deminutus*,

произрастающего в Центральной Сибири. В *L. deminutus* было обнаружено 72 элемента, наибольшую ценность из которых представляет группа макроэлементов Al, K, C, Si, Mg, Na, S, P, Cl и микро- и ультрамикроэлементов, в особенности, Fe, Mn, Zn, Cu, V, Cr.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что *L. deminutus* перспективен как резервный источник элементов для восполнения дефицита при различных патологиях, а также профилактики заболеваний.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Авторы заявляют об отсутствии финансирования.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Акамова А.В., Немятых О.Д., Наркевич И.А. Многовекторный маркетинговый анализ российского рынка фитопрепаратов. *Разработка и регистрация лекарственных средств*. 2017;4(21):276–280 [Akamova A.V., Nemyatykh O.D., Narkevich I.A. Multiple view marketing analysis of the russian plant-based drugs market. *Drug development & registration*. 2017;4(21):276–280 (in Russ.)].
2. Государственная Фармакопея Российской Федерации. XIV издание. Том II. Москва: Федеральная электронная медицинская библиотека [State Pharmacopoeia of the Russian Federation. XIV ed. Vol. II. Moscow: Federal electronic medical library (in Russ.)]. URL: <http://femb.ru/femb/pharmacopea.php>
3. Данилова Н.С., Борисова С.З. Растение якутской народной медицины пустырник уменьшенный. *Якутский медицинский журнал*. 2010;2(30):93–95 [Danilova N.S., Borisova S.Z. Herb of the yakut national medicine - *Leonurus deminutus*. *Yakut medical journal*. 2010;2(30):93–95. (in Russ.)]
4. Крестовская Т.В. Система и конспект рода *Leonurus* L. (Lamiaceae). *Новости систематики высших растений*. 1989;26:142–149 [Krestovskaya T.V. System and synopsis of the genus *Leonurus* L. (Lamiaceae). *Novitates Systematicae Plantarum Vascularium*. 1989;26:142–149. (in Russ.)]
5. Малышев Л.И., под ред. *Флора Сибири. Pyrolaceae – Lamiaceae*. Т.11. Новосибирск: Наука, 1997. 296 с. [Malyshev L.I., editor. *Flora of Siberia. Pyrolaceae – Lamiaceae*. Vol.11. Novosibirsk: Science, 1997. 296 p. (in Russ.)]
6. Попов А.И., Дементьев Ю.Н. Химические элементы минеральных веществ листьев голубики (*Vaccinium uliginosum* L.) из семейства вересковые (Ericaceae Juss.). *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2014;10(120):69–73 [Popov A.I., Dementyev Yu.N. Chemical elements of mineral substances in blueberry leaves (*Vaccinium uliginosum* L.) from the heath family (Ericaceae Juss.). *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2014;10(120):69–73 (in Russ.)]
7. Самбукова Т.В., Овчинников Б.В., Ганапольский В.П., Ятманов А.Н., Шабанов П.Д. Перспективы использования фитопрепаратов в современной фармакологии. *Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии*. 2017;15(2):56–63 [Sambukova T.V., Ovchinnikov B.V., Ganapolskii V.P., Yatmanov A.N., Shabanov P.D. Prospects for phytopreparations (botanicals) use in modern pharmacology. *Reviews on Clinical Pharmacology and Drug Therapy*. 2017;15(2):56–63 (in Russ.)] DOI: 10.17816/RCF15256-63
8. Чепинога В.В., Степанцова Н.В., Гребенюк А.В., Верхозина А.В., Виньковская О.П., Гнутиков А.А., Дулепова Н.А., Енущенко И.В. и др. *Конспект флоры Иркутской области (сосудистые растения)*. Под ред. Малышев Л.И. Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2008. 327 с. [Chepinoga V.V., Stepantsova N.V., Grebenyuk A.V., Verkhovina A.V., Vin'kovskaya O.P., Gnutikov A.A., Dulepova N.A., Enushchenko I.V. et al. *Check-list of the vascular flora of the Irkutsk region*. Malyshev L.I., editor. Irkutsk: Publishing House of Irkutsk State University, 2008. 327 p. (in Russ.)]
9. Al-Fartusie F.S., Mohssan S.N. Essential Trace Elements and Their Vital Roles in Human Body. *Indian Journal of Advances in Chemical Science*. 2017;5(3):127–136. DOI: 10.22607/IJACS.2017.503003
10. Briguglio M., Hrelia S., Malaguti M., Lombardi G., Riso P., Porrini M., Perazzo P., Banfi G. The Central Role of Iron in Human Nutrition: From Folk to Contemporary Medicine. *Nutrients*. 2020;12(6):1761. DOI: 10.3390/nu12061761
11. Cefalu W.T., Hu F.B. Role of chromium in human health and in diabetes. *Diabetes Care*. 2004;27(11):2741–2751. DOI: 10.2337/diacare.27.11.2741
12. Filippini T., Viola F., D'Amico R., Vinceti M. The effect of potassium supplementation on blood pressure in hypertensive subjects: A systematic review and meta-analysis. *Int J Cardiol*. 2017;230:127–135. DOI: 10.1016/j.ijcard.2016.12.048
13. Jafari F., Mohammadi H., Amani R. The effect of zinc supplementation on brain derived neurotrophic factor: A meta-analysis. *J Trace Elem Med Biol*. 2021;66:126753. DOI: 10.1016/j.jtemb.2021.126753
14. Kakorin P.A., Tereshkina O.I., Ramenskaya, G.V. Potential Biological Activity and Chemical Composition of *Caragana jubata* (Pall.) Poir. (Review). *Pharmaceutical Chemistry Journal*. 2018;52(6):531–535. DOI: 10.1007/s11094-018-1854-x
15. Kraft M.D. Phosphorus and calcium: a review for the adult nutrition support clinician. *Nutr Clin Pract*. 2015;30(1):21–33. DOI: 10.1177/0884533614565251
16. Nieder R., Benbi D.K., Reichl F.X. *Macro- and Secondary Elements and Their Role in Human Health*. In: Nieder R., Benbi D.K., Reichl F.X. *Soil Components and Human Health*. Dordrecht: Springer, 2018. P. 257–315
17. Olennikov D.N., Chirikova N.K. Caffeoylglucaric acids and other phenylpropanoids from siberian

- Leonurus species. *Chemistry of Natural Compounds*. 2016;52(5):915–917. DOI:10.1007/s10600-016-1814-1
18. Sayed M.A., Alam M.A., Islam M.S., Ali M.T., Ullah M.E., Shibly A.Z., Ali M.A., Hasan-Olive M.M. Leonurus sibiricus L. (honeyweed): A review of its phytochemistry and pharmacology. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. 2016;6(12):1076–1080. DOI: 10.1016/j.apjtb.2016.10.003.
19. Skalnaya M.G., Skalny A.V. *Essential trace elements in human health: a physician's view*. Tomsk: Publishing House of Tomsk State University, 2018. 224 p.
20. Suwatronnakorn M., Issaravanich S., Palanuvej C., Ruangrunsi N. Standardization of Leonurus sibiricus L. aerial part and capillary electrophoresis quantitative analysis of its leonurine content. *Journal of Advanced Pharmaceutical Technology & Research*. 2021;12(3):291–297. DOI: 10.4103/japtr.JAPTR_243_21
21. Tripathi D., Mani V., Pal R.P. Vanadium in Biosphere and Its Role in Biological Processes. *Biol Trace Elem Res*. 2018;186(1):52–67. DOI: 10.1007/s12011-018-1289-y
22. Zagurskaya Y.V., Vasil'ev V.G., Kukina T.P., Bogatyrev A.L. Flavonoids and hydroxycinnamic acids from Leonurus quinquelobatus. *Chemistry of Natural Compounds*. 2015;51(1):156–157. DOI: 10.1007/s10600-015-1227-6
23. Zhang R.H., Liu Z.K., Yang D.S., Zhang X.J., Sun H.D., Xiao W.L. Phytochemistry and pharmacology of the genus Leonurus: The herb to benefit the mothers and more. *Phytochemistry*. 2018;147:167–183. DOI: 10.1016/j.phytochem.2017.12.016

Поступила в редакцию 29.10.2021

Подписана в печать 20.12.2021

Для цитирования: Минович 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: 10.21626/vestnik/2021-4/10

RESEARCH OF THE ELEMENTAL COMPOSITION OF THE AERIAL ORGANS OF LEONURUS DEMINUTUS V. KREZC. GROWING IN CENTRAL SIBERIA

© Mirovich V.M.¹, Sokolova I.V.¹, Chebykin E.P.^{2,3}

¹ Irkutsk State Medical University (ISMU)

1, Krasnogo Vosstaniya St., Irkutsk, Irkutsk Region, 664003, Russian Federation

² Limnological Institute SB RAS (LI SB RAS)

3, Ulan-Batorskaya St., Irkutsk, Irkutsk Region, 664033, Russian Federation

³ Institute of the Earth's Crust SB RAS (IEC SB RAS)

128, Lermontov St., Irkutsk, Irkutsk Region, 664033, Russian Federation

The article is devoted to the research of the composition of elements in the aerial part of a poorly studied species of the genus *Leonurus* L. - *Leonurus deminutus* V. Krecz, the most common in Central Siberia. This species belongs to the plants of folk medicine and is used as a sedative and antihypertensive agent in the form of infusions, tinctures and fresh juice.

Objective: to study the composition of elements of the aerial part of *L. deminutus* of Central Siberian flora.

Materials and methods. The object of the study was the aerial organs of *L. deminutus* harvested during the flowering period in 2020 in the Irkutsk Region. To study the composition of elements we used the method of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) using a quadrupole mass spectrometer "Agilent 7500 ce".

Results. 72 elements were found in the aerial organs of *L. deminutus*, 9 of which belong to the group of macroelements (Al, K, C, Si, Mg, Na, S, P, Cl), the rest belong to the group of micro- and ultramicroelements (Fe, Mn, Zn, Cu, V, Cr are the most valuable). The content of heavy metals and arsenic complies with the permissible standards regulated by the XIV State Pharmacopoeia of the Russian Federation.

Conclusion. The composition of elements in the aerial organs of *L. deminutus* was studied for the first time. The data obtained indicate the promising use of the studied species as a reserve source of minerals.

Keywords: *Leonurus deminutus* V. Krecz.; elemental composition; inductively coupled plasma mass spectrometry.

Mirovich Vera M. – Dr. Sci. (Pharm.), Professor, Head of the Department of Pharmacognosy and Pharmaceutical technology, ISMU, Irkutsk, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0003-2092-1547. E-mail: mirko02@yandex.ru

Sokolova Iana V. – PhD applicant of the Department of Pharmacognosy and Pharmaceutical technology, ISMU, Irkutsk, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0003-1457-9060. E-mail: sokolovayana@mail.ru (correspondence author)

Chebykin Eugene P. – Cand. Sci. (Chem.), senior researcher, LI SB RAS, Irkutsk, Russian Federation; senior researcher, IEC SB RAS, Irkutsk, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0002-7588-3886. E-mail: cheb@lin.irk.ru

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

SOURCE OF FINANCING

The authors state that there is no funding for the study.

Received 29.10.2021

Accepted 20.12.2021

For citation: Mirovich V.M., Sokolova I.V., Chebykin E.P. 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. DOI: 10.21626/vestnik/2021-4/10