

УДК 615.322

3.4.2 Фармацевтическая химия, фармакогнозия

DOI: 10.37903/vsgma.2022.1.23

**ИЗУЧЕНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА КОРНЕЙ ЛОПУХА ОБЫКНОВЕННОГО**

© Дьякова Н.А.

*Воронежский государственный университет, Россия, 394006, Воронеж, Университетская площадь, 1**Резюме***Цель.** Изучить макро- и микроэлементного состава корней лопуха обыкновенного.**Методика.** Заготовку лекарственного растительного сырья осуществляли осенью в Воронежском государственном природном биосферном заповеднике. Микроэлементный состав лекарственного растительного сырья определяли методом масс-спектропии с индуктивно связанной плазмой на приборе «ELAN-DRC».**Результаты.** Выявлено, что содержание микроэлементного комплекса составляет 4,8% в пересчете на абсолютно сухое сырье, определено 59 элементов. Макроэлементы составляют 94,67% всего элементного состава корней лопуха обыкновенного. Основу макроэлементов составляет калий (около 32 мг/г), а также кальций (более 6 мг/г). Эссенциальные микроэлементы составляют 2,67% общего минерального комплекса корней лопуха обыкновенного. Среди них наибольшее содержание отмечено для кремния (более 0,6 мг/г), железа (более 0,5 мг/г). Содержание нормируемых тяжелых металлов и мышьяка в корнях лопуха обыкновенного соответствует требованиям нормативной документации. Доля токсичных и малоизученных элементов в общем минеральном комплексе корней лопуха обыкновенного составляет 2,67%. Наибольшее содержание отмечено для алюминия (1036,8 мкг/г), стронция (157,9 мкг/г), бария (38,36 мкг/г), титана (36,75 мкг/г), рубидия (7,36 мкг/г), олова (2,86 мкг/г).**Заключение.** Результаты исследования показали богатый макро- и микроэлементный состав корней лопуха обыкновенного, что может быть использовано в медицинской и фармацевтической практике создания лекарственных препаратов и биологически активных добавок для коррекции физиологических норм содержания элементов в организме человека.*Ключевые слова:* корни лопуха обыкновенного, микроэлементы, макроэлементы.

## STUDY OF MINERAL COMPLEX OF ROOTS OF COMMON ROOP

Dyakova N.A.

*Voronezh State University, 1, University Square, 394006, Voronezh, Russia**Abstract***Objective.** To study the macro- and microelement composition of the roots of the common bladder.**Methods.** The preparation of medicinal plant raw materials was carried out in the fall in the Voronezh State Natural Biosphere Reserve. The microelement composition of the vegetable drug was determined by inductively coupled plasma mass spectroscopy on an ELAN-DRC device.**Results.** It was revealed that the content of the microelement complex is 4.8% in terms of absolutely dry raw materials, 59 elements were determined. Macroelements make up 94.67% of the total elemental composition of the roots of the common bladder. The macronutrients are based on potassium (about 32 mg/g), as well as calcium (more than 6 mg/g). Essential trace elements make up 2.67% of the total mineral complex of the roots of the common bladder. Among them, the highest content was noted for silicon (more than 0.6 mg/g), iron (more than 0.5 mg/g). The content of regulated heavy metals and arsenic in the roots of the bladder complies with the requirements of regulatory documentation. The share of toxic and little-studied elements in the total mineral complex of the roots of the common bladder is 2.67%. The highest content was observed for aluminum (1036.8 µg/g), strontium (157.9 µg/g), barium (38.36 µg/g), titanium (36.75 µg/g), rubidium (7.36 µg/g), tin (2.86 µg/g).

**Conclusion.** The results of the study showed a rich macro- and microelement composition of the roots of ordinary burdock, which can be used in the medical and pharmaceutical practice of creating drugs and biologically active additives for correcting physiological norms of the content of elements in the human body.

*Keywords:* roots of common burdock, trace elements, macroelements.

## Введение

В настоящее время накоплен большой фактический материал о высокой биологической активности отдельных химических элементов, их тесной связи с высокомолекулярными биологически активными веществами, а также об участии элементов в активизации фармакологического действия лекарственных препаратов в биосинтезе вторичных метаболитов лекарственных растений. Элементы, находящиеся в растениях, чаще всего связаны с биологически активными веществами органической природы и поэтому лучше усваиваются человеческим организмом, чем различные неорганические препараты химических элементов. В связи с этим при изучении элементного состава лекарственных растений особый интерес представляют те виды, которые используются в виде суммарных препаратов, так как лечебное действие содержащихся в них фармакологически активных веществ сочетается с действием элементов [5, 7].

Известно, что лекарственные растения содержат не только эссенциальные элементы, но и различные соединения антропогенного происхождения, среди которых наиболее распространенными являются тяжелые металлы [2, 8].

Анализ имеющихся данных литературы показал, что лекарственные растения Центрального Черноземья практически не исследованы на содержание элементов. Имеющиеся сведения о содержании элементов в лекарственных растениях региона показали, что эти исследования проводятся в основном по нескольким элементам, что не позволяет определить полный химический состав лекарственных растений и описать специфику накопления в них различных элементов, как отдельно существующей геосфере [2, 3, 9, 10]. Эти данные литературы диктуют необходимость исследования содержания элементов в лекарственных растениях, поэтому задачей нашей работы было изучение элементного состава корней лопуха обыкновенного.

Цель исследования – изучение макро- и микроэлементного состава корней лопуха обыкновенного.

## Методика

Заготовку лекарственного растительного сырья осуществляли по фармакопейным правилам [6] в экологически чистом месте в естественной заросли, вдали от крупных городов, транспортных магистралей и промышленных предприятий, в октябре 2020 года в Воронежском государственном природном биосферном заповеднике имени В. М. Пескова в Рамонском районе г. Воронежа. Корни лопуха обыкновенного выкапывали, очищали от земли, разрезали, сушили теньвым способом.

Из измельченного сырья отбирались образцы для анализа, которые подвергались кислотному разложению смесью кислот с использованием систем микроволновой пробоподготовки. Навеску образца помещали во фторопластовый вкладыш и добавляли 5 мл смеси азотной и плавиковой кислоты. Автоклав с пробой во вкладыше помещали в микроволновую печь и разлагали пробу, используя программу разложения, рекомендованную производителем печи. Растворенную пробу количественно переносили в пробирку объемом 15 мл, трехкратно встряхивая вкладыш с крышкой с 1 мл деионизованной воды и перенося каждый смыв в пробирку, доводили объем до 10 мл деионизованной водой, закрывали и перемешивали [9, 10]. Автоматическим дозатором со сменным наконечником отбирали аликвотную часть 1 мл и доводили до 10 мл 0,5%-ной азотной кислотой, закрывали защитной лабораторной пленкой. Микроэлементный состав лекарственного растительного сырья определяли методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой на приборе «ELAN-DRC». Для контроля правильности определения использовался метод добавок. Рабочие стандартные растворы для этого готовили путем смешивания нескольких опорных многоэлементных стандартных растворов для масс-спектрометрии («Perkin-Elmer»), содержащие разные группы элементов [3].

## Результаты исследования и их обсуждение

Результаты, полученные при изучении элементного состава корней лопуха обыкновенного приведены в табл. 1, 2 и на рис. 1,2,3.

Таблица 1. Содержание макроэлементов и эссенциальных микроэлементов в корнях лопуха обыкновенного

Элемент	Содержание элемента, мкг/г
Макроэлементы	
Калий	31978,9
Кальций	6605,4
Натрий	3041,8
Магний	1896,4
Фосфор	1976,5
Всего	45499
Эссенциальные микроэлементы	
Ванадий	3,18
Железо	508,6
Кобальт	3,73
Кремний	686,4
Литий	0,929
Никель	2,29
Марганец	28,79
Медь	8,46
Молибден	0,754
Селен	0,32
Хром	3,07
Цинк	32,43
Всего	1278,95

Таблица 2. Содержание токсичных и малоизученных микроэлементов в корнях лопуха обыкновенного

Элемент	Содержание элемента, мкг/г
Нормируемые токсичные микроэлементы	
Кадмий	0,053
Мышьяк	0,281
Ртуть	0,0051
Свинец	0,61
Всего	0,95
Другие токсичные и малоизученные элементы	
Алюминий	1036,8
Барий	38,36
Бериллий	0,028
Вольфрам	0,023
Висмут	0,011
Гадолиний	0,069
Галлий	0,21
Гафний	0,018
Германий	0,021
Гольмий	0,01
Диспрозий	0,052
Европий	0,015
Золото	0,0021
Иттербий	0,024

Продолжение таблицы 2

Элемент	Содержание элемента, мкг/г
Иттрий	0,251
Лантан	0,346
Лютеций	0,004
Неодим	0,327
Ниобий	0,082
Олово	2,86
Празеодим	0,078
Рубидий	7,36
Самарий	0,069
Серебро	0,018
Скандий	0,62
Стронций	157,9
Сурьма	0,021
Таллий	0,015
Тантал	0,004
Теллур	0,033
Тербий	0,01
Титан	36,75
Торий	0,105
Тулий	0,004
Уран	0,073
Цезий	0,075
Церий	0,661
Цирконий	0,779
Эрбий	0,026
Всего	1284,11

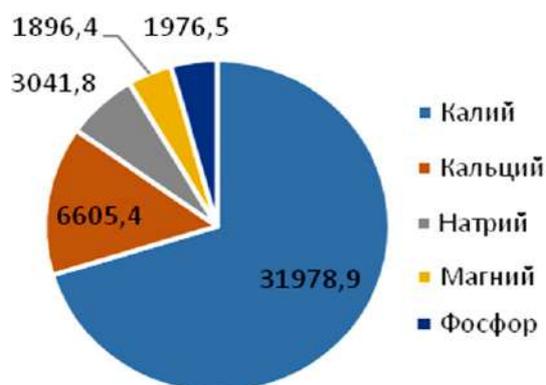


Рис. 1. Содержание макроэлементов в корнях лопуха обыкновенного, мкг/г

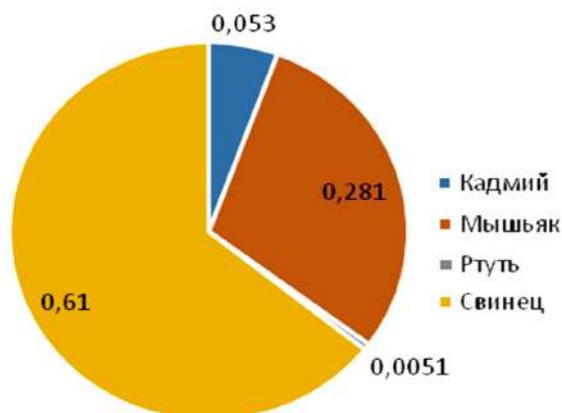


Рис. 2. Содержание нормируемых микроэлементов в корнях лопуха обыкновенного, мкг/г

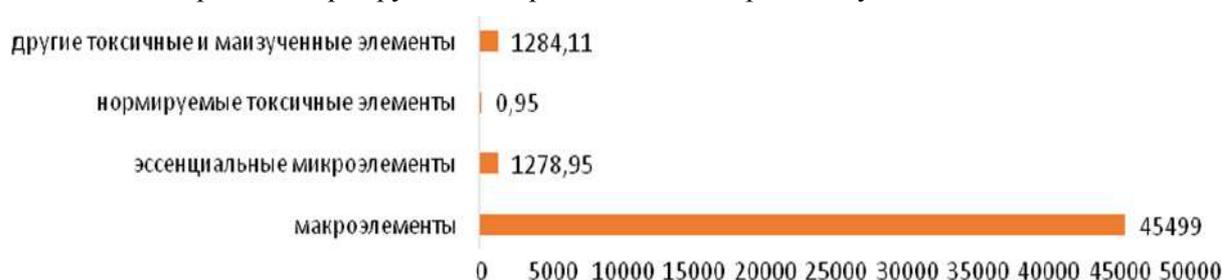


Рис. 3. Содержание основных групп биологически значимых элементов в корнях лопуха обыкновенного, мкг/г

Из табл. 1, 2 видно, что содержание микроэлементного комплекса составляет 4,8% в пересчете на абсолютно сухое сырье. Масс-спектроскопически определено 59 элементов, условно разделенных на макроэлементы, содержащиеся в значительных количествах (более 0,1% массы тела); микроэлементы, содержание которых варьирует в пределах от 0,001 до 0,00001%. Среди микроэлементов особую группу составляют эссенциальные микроэлементы, которые постоянно присутствуют в организме и для которых установлена их исключительная роль в обеспечении жизнедеятельности. Токсичные и малоизученные микроэлементы не входят в число эссенциальных микроэлементов. К ним относится большая группа элементов, которые в микроколичествах постоянно присутствуют в организме, но их биологическая роль изучена ещё недостаточно, многие из этих элементов обладают относительно высокой токсичностью [5, 8].

Макроэлементы составляют 94,67% всего элементного состава корней лопуха обыкновенного (рис. 3). Основу макроэлементов составляет калий (около 32 мг/г), а также кальций (более 6 мг/г) (рис. 1). В целом, по содержанию макроэлементов можно выстроить следующий ряд убывания: калий > кальций > натрий > фосфор > магний.

Эссенциальные микроэлементы составляют 2,67% общего минерального комплекса корней лопуха обыкновенного. Среди них наибольшее содержание отмечено для кремния (более 0,6 мг/г), железа (более 0,5 мг/г). Ряд убывания содержания эссенциальных микроэлементов в сырье выглядит следующим образом: кремний > железо > цинк > марганец > медь > кобальт > ванадий > хром > никель > литий > селен > молибден.

Содержание нормируемых тяжелых металлов и мышьяка в корнях лопуха обыкновенного соответствует требованиям нормативной документации (рис. 2) [1]. На долю свинца, ртути, кадмия и мышьяка приходится 0,001% общего минерального комплекса сырья.

Доля токсичных и малоизученных микроэлементов в общем минеральном комплексе корней лопуха обыкновенного составляет 2,67%. Наибольшее содержание отмечено для алюминия (1036,8 мкг/г), стронция (157,9 мкг/г), бария (38,36 мкг/г), титана (36,75 мкг/г), рубидия (7,36 мкг/г), олова (2,86 мкг/г).

## Заключение

Результаты исследования показали богатый макро- и микроэлементный состав корней лопуха обыкновенного, заготовленных в Воронежской области. Полученные данные представляют интерес и могут служить основой для проведения дальнейших исследований с целью использования их результатов в медицинской и фармацевтической практике для создания лекарственных препаратов и биологически активных добавок для коррекции физиологических норм содержания элементов в организме человека. Выявлено, что содержание безусловно токсичных тяжелых металлов и мышьяка не превышает нормативов, установленных для оценки качества лекарственного растительного сырья. В целом, по содержанию макроэлементов можно выстроить следующий ряд убывания: калий > кальций > натрий > фосфор > магний. Ряд убывания содержания эссенциальных микроэлементов в сырье выглядит следующим образом: кремний > железо > цинк > марганец > медь > кобальт > ванадий > хром > никель > литий > селен > молибден. Отмечено относительно высокое содержание таких микроэлементов, как алюминий и стронций.

## Литература (references)

1. Государственная фармакопея Российской Федерации. Издание XIV. Том 4. – М.: ФЭМБ, 2018. – 1883 с. [*Gosudarstvennaya farmakopeya Rossijskoj Federacii. Izdanie XIV, Tom 4. State Pharmacopoeia of the Russian Federation. Edition XIV. V. 4. Moscow: FEMB, 2018. – 1883 p. (in Russian)*]
2. Гравель И.В., Иващенко Н.В., Самылина И.А. Микроэлементный состав спазмолитического сбора и его компонентов // Фармация. – 2011. – №1. – С. 9-11. [Gravel' I.V., Ivashchenko N.V., Samylina I.A. *Farmaciya. Pharmacy. – 2011. – N1. – P. 9-11. (in Russian)*]
3. Гудкова А.А., Чистякова А.С., Сливкин А.И., Сорокина А.А. Сравнительное изучение минерального комплекса травы горца почечуйного (*Polygonum persicaria* L.) и горца войлочного (*Persicaria tomentosa* (Schrank) E.P. Bicknell) // Микроэлементы в медицине. – 2019. – № 1. – С. 35-42. [Gudkova A.A., Chistyakova A.S., Slivkin A.I., Sorokina A.A. *Mikroelementy v medicine. Trace elements in medicine. – 2019. – N1. – P. 35-42. (in Russian)*]
4. Куркин В.А. Фармакогнозия / А.В. Куркин. – Самара: Офорт, 2004. – 1179. [Kurkin V.A. *Farmakognosiya. Pharmakognosiya. Samara: Ofort, 2004. – 1179 p. (in Russian)*]
5. Медицинская элементология / А.В. Скальный, М.Г. Скальная, А.А. Киричук, А.А. Тиньков. – Москва: Наука, 2021. – 199 с. [Skal'nyj A.V., Skal'naya M.G., Kirichuk A.A., Tin'kov A.A. *Medicinskaya elementologiya. Medical elementology. – Moscow: Nauka, 2021. – 199 p. (in Russian)*]
6. Пецуха В.С., Чебыкин Е.П., Федосеева Г.М. Изучение элементного состава крапивы коноплевой // Сибирский медицинский журнал. – 2008. – №6. – С. 88-90. [Pecuha V.S., Chebykin E.P., Fedoseeva G.M. *Sibirskij medicinskij zhurnal. Siberian Medical Journal. – 2008. – N6. – P. 88-90. (in Russian)*]
7. Скальный А.В. Микроэлементы: бодрость, здоровье, долголетие. – Москва: Перо, 2019. – 294 с. [Skal'nyj A.V. *Mikroelementy: bodrost', zdorov'e, dolgoletie. Trace elements: vigor, health, longevity. – Moscow: Pero, 2019. – 294 p. (in Russian)*]
8. Скальный А.В., Рудаков И.А. Биоэлементология – новый термин или новое научное направление? // Вестник ОГУ. – 2005. – №2. – С. 4-8. [Skal'nyj A.V., Rudakov I.A. *Vestnik OGU. Vestnik OSU – 2005. – N2. – P. 4-8. (in Russian)*]
9. Тринеева О.В., Сливкин А.И. Исследование микроэлементного состава листьев крапивы двудомной // Научные ведомости БелГУ. Серия: Медицина. Фармация. – 2015. – №22. – С. 169-174 [Trineeva O.V., Nauchnye vedomosti BelGU. Seriya: Medicina. Farmaciya. Scientific statements of BelSU. Series: Medicine. Pharmacy. – 2015. – N22. – P. 169-174. (in Russian)]
10. Тринеева О.В., Сливкин А.И., Дортгулыев Б. Исследование микроэлементного состава плодов облепихи крушиновидной // Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2015. – №2. – С. 124-128. [Trineeva O.V., Slivkin A.I., Dortgulyev B. *Vestnik VGU. Seriya: Himiya. Biologiya. Farmaciya. Bulletin of VSU. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy. – 2015. – N2. – P. 124-128. (in Russian)*]

## Информация об авторе

Дьякова Нина Алексеевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет». E-mail: Ninochka\_V89@mail.ru

**Конфликт интересов:** автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.