

УДК 615.32

## ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ МАНЖЕТКИ ОБЫКНОВЕННОЙ (*ALCHEMILLA VULGARIS* L.S.L.) И МАНЖЕТКИ МЯГКОЙ (*ALCHEMILLA MOLLIS* (BUSER.) ROTHM.)

© В.Д. Бояришинов\*, Е.В. Зорина

Пермская государственная фармацевтическая академия, ул. Полевая, 2,  
Пермь, 614990 (Россия), e-mail: vitaly.boyarschinov@yandex.ru

Растения рода *Alchemilla* содержат комплекс макро- и микроэлементов и могут быть предложены в качестве источника сырья для получения субстанций-корректоров дисэлементозов. Дикорастущие представители рода манжетка относят к агамно-половому комплексу *Alchemilla vulgaris* L.s.l., который имеет высокую вариабельность в накоплении элементов, что может быть обусловлено различиями мест обитания. Расширение сырьевой базы за счет культуры манжетки мягкой *Alchemilla mollis* (Buser) Rothm предположительно позволит получать доброкачественное сырье со стабильным содержанием макро- и микроэлементов. Цель работы – сравнительный анализ содержания элементов в надземной части культивируемой манжетки мягкой и дикорастущей манжетки обыкновенной, а также настоях, полученных из данных сырьевых источников. Для исследования элементного состава использовали рентгенофлуоресцентный анализ (РФА). В результате проведенного исследования выявлены закономерности в содержании макро- и микроэлементов в надземной части *A. mollis* и *A. vulgaris* и настоях. Содержание тяжелых металлов в надземной части манжетки обыкновенной и манжетки мягкой не достигает концентраций, оказывающих токсическое действие на организм человека. Установлено, что надземная часть манжетки мягкой может быть использована для расширения сырьевой базы манжеток, с учетом особенностей накопления минеральных веществ и их перехода в настои. Высказано предположение о возможности использования настоев травы манжетки обыкновенной и манжетки мягкой для коррекции дисэлементозов.

**Ключевые слова:** манжетка мягкая, *Alchemilla mollis*, манжетка обыкновенная, *Alchemilla vulgaris*, культура манжетки, макроэлементы, микроэлементы, рентгенофлуоресцентный анализ.

### Введение

Сырье растительного происхождения в качестве одной из групп биологически активных веществ (БАВ) содержит комплекс макро- и микроэлементов, что делает перспективным создание корректоров минерального обмена растительного происхождения [1, 2]. Согласно литературным данным растения рода *Alchemilla* сем. розоцветных (*Rosaceae*) могут быть предложены в качестве источника сырья для получения субстанций-корректоров дисэлементозов (ишемическая болезнь сердца, сахарный диабет, остеопороз и др.), за счет содержания минерального комплекса БАВ [3–5].

Дикорастущие представители рода манжетка предложено относить к агамно-половому комплексу *Alchemilla vulgaris* L.s.l. [6]. Различие мест обитания микровидов включенных в комплекс обуславливает высокую вариабельность в накоплении элементов. Предположительно использование культуры манжеток позволит получать доброкачественное сырье со стабильным накоплением макро- и микроэлементов, поэтому расширение сырьевой базы возможно за счет декоративного вида манжетка мягкая *Alchemilla mollis* (Buser) Rothm., используемой в настоящее время в ландшафтном дизайне. Изучение элементного состава надземной части манжетки мягкой необходимо для оценки безопасности и возможности использования сырья в качестве источника макро- и микроэлементов.

---

Бояришинов Виталий Дмитриевич – ассистент кафедры фармакологии, e-mail: vitaly.boyarschinov@yandex.ru  
Зорина Елена Владимировна – кандидат фармацевтических наук, доцент кафедры фармакогнозии, e-mail: formularis@yandex.ru

Цель работы – сравнительный анализ содержания элементов в надземной части культивируемой манжетки мягкой и дикорастущей манжетки обыкновенной, а также настоях, полученных из данных сырьевых источников.

---

\* Автор, с которым следует вести переписку.

### Экспериментальная часть

Образцы надземной части заготавливали от манжетки мягкой *A. mollis*, культивируемой на территории Пермского края (Пермский район, 7 км от п. Кукуштан; Пермь, питомник ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ), и сборного вида манжетки обыкновенной *A. vulgaris* произрастающей в Пермском крае (Пермский район, 7 км от п. Кукуштан, суходольный луг; Чернушинский район, 3 км от д. Ракино суходольный луг; Чернушинский район, окрестности д. Калиновка злаково-разнотравный луг; Чердынский район, разнотравный луг; Красновишерский район, разнотравный луг у смешанного леса) с 2015 по 2020 г. Растительное сырье собирали в период массового цветения, высушивали воздушно-теневым способом согласно правилам заготовки травы манжетки обыкновенной [7]. Из сырья получали настой травы манжетки обыкновенной (НМО) и настой манжетки мягкой (НММ), полученные по стандартной технологии согласно ОФС.1.4.1.0018.15 «Настои и отвары».

Для определения элементного состава использовали рентгенофлуоресцентный анализ (РФА), на энергодисперсионном рентгенофлуоресцентном спектрометре марки QUANT'X компании Thermo Scientific. В соответствии с методикой РФА для изучения был подготовлен растительный материал (16 образцов надземной части манжетки мягкой и 15 образцов надземной части манжетки обыкновенной) и настои (13 образцов НММ и 12 образцов НМО). Степень перехода элемента рассчитывалась как отношение содержания элемента в настое к содержанию в сырье, выраженное в процентах.

Результаты исследований обрабатывали статистически: для каждой группы рассчитывали среднее значение и стандартное отклонение, сравнение групп проводили с помощью t-теста, рассчитывали коэффициент корреляции [8].

### Обсуждение результатов

Методом рентгенофлуоресцентного анализа в надземной части манжетки мягкой и манжетки обыкновенной выявлено 22 элемента (табл.). Для исследуемых образцов манжеток характерно следующее распределение макроэлементов  $K > Ca > Na > P, S > Mg$ . Выявлено, что в надземной части *A. vulgaris* накапливается достоверно большее количество кальция, а в *A. mollis* натрия и серы. Распределение микроэлементов в надземной части манжетки обыкновенной следующее  $Al > Si > Fe > Mn > Zn > Ti > Cu > Ni > Ba > Cr > Pb > Co > Sn > Mo$ , а для манжетки мягкой –  $Si > Fe > Al > Ti > Mn > Zn > Cu > Ni > Cr > Ba > Pb > Co > Mo > Sn$ . Выявлено, что в надземной части *A. vulgaris* накапливается достоверно большее количество марганца, бария, свинца, кобальта, а в *A. mollis* железа, кремния, титана. Содержание элементов в надземной части манжетки обыкновенной и манжетки мягкой характеризовалось высоким варьированием (Квар > 20%), что, по-видимому, обусловлено не видовыми особенностями, а влиянием других факторов, что требует дальнейшего изучения.

Для травы *A. vulgaris*, произрастающей в Московской области выявлено меньшее накопление макроэлементов K, Ca, Mg, P, S, Na, и микроэлементов Si, Mn, Al, Cu, Ni, Ti, Cr, Co, Pb, Mo, Fe [3]. Для травы *A. velebica*, произрастающей в национальном парке «Северный Велебит» Хорватии описано меньшее накопление элементов Ca, Mg, K, Na, Al, Fe, Mn и большее накопление микроэлементов Pb, Co, Ni, Cr, Mo [9].

Микровиды манжеток *A. tredecimloba* и *A. dura*, произрастающие на Северном Кавказе, характеризовались меньшим накоплением макроэлементов K, Ca, Mg, Na, P и микроэлементов Al, Fe, Si, Pb, Co, Ni, Cr, Ba, по содержанию Mn и Ti соответствовали пермским манжеткам [4].

В траве манжетки обыкновенной Томской области выявлено большее содержание Ca и Na, и соответствие по содержанию Co и Cr манжеткам Пермского края [7, 10]. Содержание Cu в надземной части *A. vulgaris* и *A. mollis* соответствовало интервалу варьирования концентрации меди в манжетках не только России, но и Хорватии [3, 4, 7, 9, 10]. Подобная особенность в накоплении данного элемента, описана и для других родов семейства *Rosaceae* [11–14].

Корреляционный анализ показал взаимосвязи в накоплении магния и кальция, железа и кремния для дикорастущей *A. vulgaris* (рис. 1) и для культивируемой *A. mollis* (рис. 2). Предположительно, данные зависимости характерны для рода манжетка в целом. Кроме того, в траве манжетки мягкой выявлены взаимосвязи между накоплением железа, титана, кремния, марганца и никеля, а для травы манжетки обыкновенной – кальция с марганцем и никелем, калия с магнием и кобальтом.

## Содержание элементов в надземной части манжетки обыкновенной и манжетки мягкой

Элемент	Концентрация элемента в надземной части, мкг/г		Концентрация элемента в настое надземной части, мг/100 мл	
	<i>A. vulgaris</i>	<i>A. mollis</i>	<i>A. vulgaris</i>	<i>A. mollis</i>
K	51203±4078 (44324–57968)	49977±9897 (35326–72428)	331±12 (307–345)	230±20 * (198–257)
Ca	23210±3652 (18223–29580)	19583±3837 * (13146–27351)	48±9 (36–63)	47±13 (29–68)
S	517±125 (365–740)	1427±286 * (828–1830)	2±1 (1–5)	5±2 (2–9) *
P	844±258 (506–1534)	740±207 (483–1313)	7±4 (4–14)	3.6±0.9 * (3–6)
Mg	420±140 (254–786)	494±87 (310–668)	2.3±1.1 (1.4–5.1)	1.5±0.5 (0.9–2.3)
Na	3994±1678 (2249–8080)	6273±1944 * (2187–11210)	7±8 (0–20)	10±10 (0–33)
Si	339±442 (19–1181)	913±245 * (397–1447)	0.03±0.01 (0–0.04)	0.6±0.8 * (0–2) *
Fe	292±106 (167–545)	870±279 * (374–1559)	0.09±0.04 (0.04–0.17)	0.5±0.4 * (0–1)
Al	459±116 (235–631)	540±153 (161–774)	1.8±0.9 (0.8–3.5)	1.5±0.6 (0–3)
Ti	55±12 (38–74)	134±29 * (69–182)	0.06±0.03 (0.02–0.1)	0.1±0.1 (0–0.3)
Mn	266±132 (134–613)	105±24 * (50–139)	0.3±0.2 (0–0.6)	0.2±0.1 (0–0.6)
Cu	10±3.3 (5.2–15.4)	8.1±2.6 (4.4–14.3)	0.010±0.003 (0.003–0.016)	0.01±0.01 (0–0.03)
Zn	72±21 (43–108)	40±11 * (26–66)	0.13±0.06 (0.08–0.23)	0.08±0.03 * (0.05–0.16)
Ni	10±4 (1–15)	8±4 (3–15)	0.007±0.006 (0–0.02)	0.007±0.005 (0–0.01)
Cr	4.7±4 (0–12)	6.4±4.2 (0–14.2)	0.008±0.007 (0–0.025)	0.01±0.01 (0–0.03)
Ba	8.3±8.5 (0–30)	2.9±2.9 (0–9.2)	0.003±0.007 (0–0.025)	0.001±0.002 (0–0.008)
Pb	5.2±3.7 (1.5–15.1)	2.6±1.9 * (0–5.6)	0.005±0.005 (0–0.016)	0.005±0.007 (0–0.02)
Mo	1.3±1.5 (0–3.7)	0.6±0.6 (0–1.7)	0.001±0.001 (0–0.004)	0.001±0.001 (0–0.002)
Sn	1.1±1.9 (0–6.3)	0.7±1.1 (0–3.8)	0.002±0.004 (0–0.014)	0.001±0.001 (0–0.002)
Co	2.98±3.05 (0–7.58)	0.02±0.1 * (0–0.38)	0.004±0.003 (0–0.01)	0.002±0.003 (0–0.008)

Примечание: \*  $p < 0.05$  в сравнении с группой *A. vulgaris*.

В настое травы манжетки обыкновенной было следующее распределение элементов:  $K > Ca > P, Na > S, Mg, Al > Mn > Zn > Cu > Fe, Ti > Cr, Ni, Pb > Co, Si, Ba, Sn, Mo$ ; в настое травы манжетки мягкой  $K > Ca > Na, S, P > Mg, Al > Si, Fe > Mn > Ti, Zn > Cu, Ni > Pb, Co, Ba, Sn, Mo$  (табл.). Выявлено, что в настое травы *A. vulgaris* содержится достоверно большее количество калия, фосфора и цинка, а в настое травы *A. mollis* – серы, железа, кремния. Содержание элементов в исследуемых настоях так же, как и в сырье, характеризовалось высоким варьированием (Квар > 20%). Выявлено большее содержание калия, фосфора, серы, железа и меньше – цинка, меди и кремния в настоях травы манжеток, произрастающих в Пермском крае, в сравнении с настоем надземной части манжетки обыкновенной, произрастающей в Московской области [3].

Корреляционный анализ показал различия во взаимосвязи элементов при переходе в настои из надземной части манжетки обыкновенной и манжетки мягкой, что может быть объяснено особенностями органического компонентного состава. Для НМО выявлена сильная положительная корреляция между титаном и кальцием, цинком и магнием (рис. 3). В НММ присутствуют сильная положительная взаимозависимость в содержании S, Si, Fe, Al, Ti, Mn, Zn, Ni, Cr, Cu, Ba, Pb и сильная отрицательная взаимосвязь для K с Pb, Ba, Cu, Cr, Ni, Zn, Mn, Ti, Al, Fe, Si (рис. 4).

Степень перехода макроэлементов в исследуемые настои составила более 20% за исключением натрия. В НМО степень перехода кремния, железа, никеля, бария, молибдена составила менее 10%, переход Ti, Mn, Cu, Zn, Cr, Pb, Co, Sn варьировал в интервале от 10 до 20%. Отличительной особенностью НММ является степень извлекаемости титана менее 10%, молибдена в интервале от 10 до 20% и более 20% для свинца, марганца, кобальта. Повышенная концентрация элемента в сырье приводит к увеличению его концентрации в настоях и снижению степени перехода, что согласуется с литературными данными [15].

Исследуемые образцы сырья и настоев соответствовали по содержанию свинца требованиям ГФ XIV, кроме того, содержание элементов было существенно ниже концентраций, проявляющих токсическое действие на организм человека [16]. Это объясняется высокой чувствительностью представителей рода манжетка к тяжелым металлам. Избыточное загрязнение (которое могло бы привести к накоплению токсических концентраций элементов) вызывает снижение общей фитомассы и выпадение растения из фитоценоза [17].

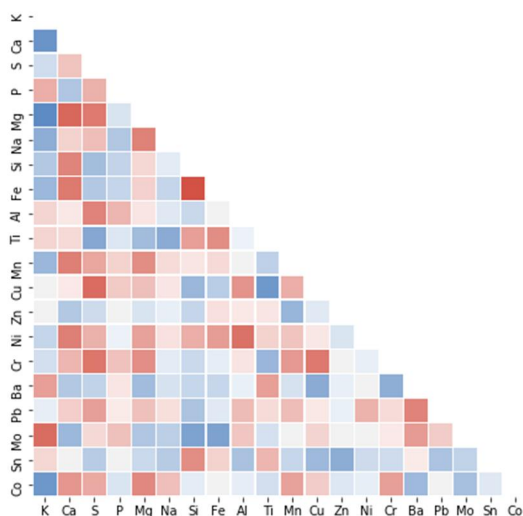


Рис. 1. Корреляционная матрица концентрации элементов в надземной части манжетки обыкновенной

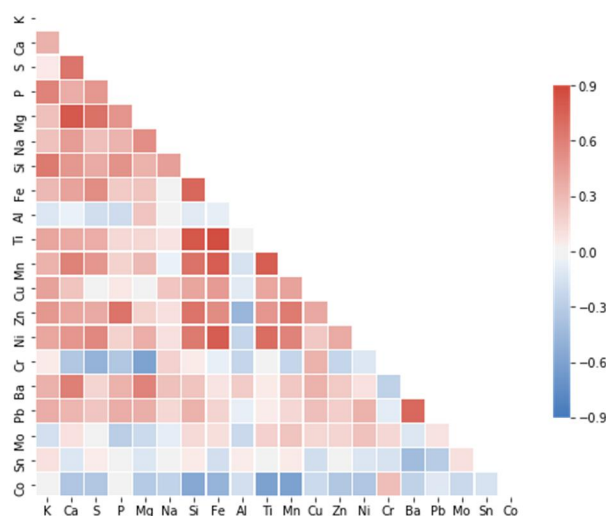


Рис. 2. Корреляционная матрица концентрации элементов в надземной части манжетки мягкой

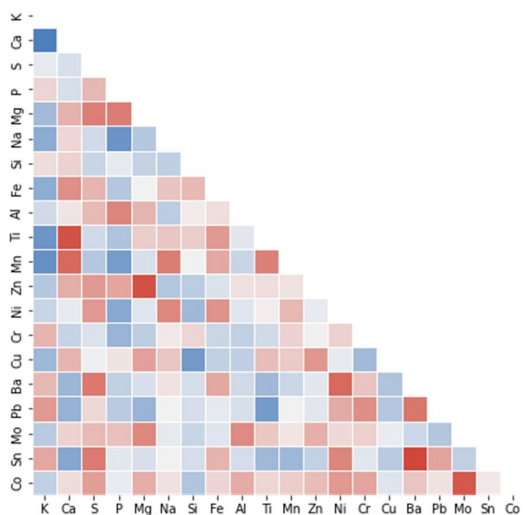


Рис. 3. Корреляционная матрица концентрации элементов в настое надземной части манжетки обыкновенной

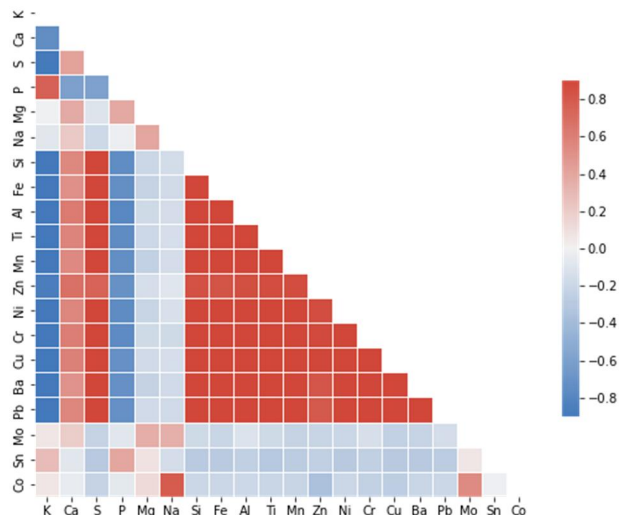


Рис. 4. Корреляционная матрица концентрации элементов в настое надземной части манжетки мягкой

В ряде исследований предложено использование настоя травы манжетки в качестве источника макро- и микроэлементов [3, 4]. Настои травы манжетки обыкновенной и манжетки мягкой содержат минеральные вещества в значительно меньших количествах от суточных норм потребления [16], что закономерно приводит к вопросу возможности использования данных настоев для восполнения элементов в организме. Однако выявленная ранее высокая биодоступность магния из НМО и НММ [18] позволяет предполагать аналогичное усвоение и других элементов и требует дополнительных исследований.

### Выводы

1. Надземная часть манжетки обыкновенной и манжетки мягкой накапливает сумму макро- и микро-элементов, распределение которых по концентрации характеризуется высоким варьированием.
2. В настои травы манжетки обыкновенной и манжетки мягкой выходит до 20% микро- и более 20% макроэлементов, содержащихся в сырье. Высказано предположение о возможности использования настоев для коррекции элементозов.
3. Содержание тяжелых металлов в надземной части манжетки обыкновенной и манжетки мягкой не достигает концентраций, оказывающих токсическое действие на организм человека.
4. Надземная часть манжетки мягкой может быть использована для расширения сырьевой базы манжеток, с учетом особенностей накопления минеральных веществ и их перехода в настои.
5. Установление норм содержания элементов для стандартизации сырья и настоев не целесообразно ввиду их высокого варьирования.

### Список литературы

1. Отмахов В.И., Шилова И.В., Петрова Е.В., Логинова А.А., Рабцевич Е.С., Бабенков Д.Е. Исследование элементного состава растений флоры Сибири (*Alfredia cernua* и *Filipendula ulmaria*), экстрактов и фракций для создания лекарственных препаратов на их основе // Химия растительного сырья. 2019. №3. С. 205–216. DOI: 10.14258/jcpr.2019035355.
2. Тернинко И.И., Лёзина А.В., Генералова Ю.Э., Романова М.А. Анализ элементного состава отдельных видов *Sedum* (*Rhodiola*) spp. и *Orthilia secunda* // Разработка и регистрация лекарственных средств. 2022. №11(1). С. 132–139. DOI: 10.33380/2305-2066-2022-11-1-132-139.
3. Мурин И.И., Баева В.М. Элементный состав травы и настоя манжетки // Фармация. 2009. №7. С. 23–25.
4. Бабаян М.С., Коновалов Д.А. Элементный состав травы манжетки тринадцатипестной (*Alchemilla tredecimloba* В.) и травы манжетки твердой (*Alchemilla dura* В.), произрастающих на Северном Кавказе // Современная фармация: проблемы и перспективы развития. Владикавказ, 2015. С. 25–28.
5. Лобанова И.Е., Высочина Г.И., Мазуркова Н.А., Кукушкина Т.А., Филиппова Е.И. Виды рода *Alchemilla* L. (*Rosaceae*): химический состав, биологическая активность, использование в медицине (обзор) // Химия растительного сырья. 2019. №1. С. 5–22. DOI: 10.14258/jcpr.2019014032.
6. Жукова О.В., Иванов С.М., Глогов Н.В. Онтогенетические спектры ценопопуляций *Alchemilla vulgaris* L. S. L // Вестник Удмуртского университета. Серия «Биология. Науки о Земле». 2014. №2. С. 14–21.
7. Зорина Е.В. Фармакогностическое изучение видов рода *Alchemilla* L. Пермского края: дис. ... канд. фарм. наук. Пермь, 2009. 217 с.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): 5-е изд., доп. и перераб. М., 1985. 351 с.
9. Cindrić I.J., Zeiner M., Põzgjaj M., Šilić T., Stinger G. Elemental characterisation of the medical plant *Alchemilla velebitica* // Journal of trace elements in medicine and biology. 2014. Vol. 31. Pp. 274–278. DOI: 10.1016/j.jtemb.2014.09.008.
10. Андреева В.Ю., Ангаскиева А.С. Оценка элементного состава некоторых видов лекарственного растительного сырья, произрастающих на территории Томской области и предлагаемых к использованию в кардиологической практике // Химия растительного сырья. 2011. №2. С. 149–151.
11. Бубенчикова В.Н., Логутев С.В., Сухомлинов Ю.А., Малютина А.Ю. Сравнительная оценка макро- и микро-элементного состава некоторых видов растений семейств *Asteraceae* и *Rosaceae* // Вестник воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2011. №2. С. 181–184.
12. Краснов Е.А., Савельева Е.Е., Рыжакова Н.К., Решетов Я.Е., Гатауллина А.Р. Исследование содержания доминирующих групп БАВ и биоэлементов в некоторых растениях семейства *Rosaceae* // Химия растительного сырья. 2017. №4. С. 145–151. DOI: 10.14258/jcpr.2017041934.
13. Афанасьева Л.В., Аюшина Т.А. Особенности накопления и распределения микроэлементов в растениях *Rosa acicularis*, *Rosa davurica* и *Rosa rugosa* // Химия растительного сырья. 2021. №2. С. 209–216. DOI: 10.14258/jcpr.2021027440.
14. Ловкова М.Я., Бузук Г.Н. Лекарственные растения – концентраторы и сверхконцентраторы меди и ее роль в метаболизме этих видов // Прикладная биохимия и микробиология. 2011. Т. 47. №2. С. 209–216.

15. Гравель И.В. Региональные проблемы экологической оценки лекарственного растительного сырья и фитопрепаратов на примере Алтайского края: дис. ... докт. фарм. наук. Москва, 2005. 363 с.
16. Радыщ И.В., Скальный В.В., Умнова Т.Н. Основы медицинской элементологии. М., 2021. 250 с.
17. Безель В.С., Жуйкова Т.В. Роль травянистых растительных сообществ в формировании биогенных циклов химических элементов // Поволжский экологический журнал. 2010. №3. С. 219–229.
18. Бояршинов В.Д., Зорина Е.В., Юшкова Т.А. Изучение биодоступности магния настоев манжетки обыкновенной и манжетки мягкой // Современные технологии создания лекарственных средств: синтез, фармакологический скрининг, доклинические и клинические исследования, обеспечение качества и безопасности, лекарственные формы. Пермь, 2021. С. 13–17.

Поступила в редакцию 2 ноября 2022 г.

После переработки 14 декабря 2022 г.

Принята к публикации 7 сентября 2023 г.

**Для цитирования:** Бояршинов В.Д., Зорина Е.В. Изучение элементного состава надземной части манжетки обыкновенной (*Alchemilla vulgaris* L.s.l.) и манжетки мягкой (*Alchemilla mollis* (Buser.) Rothm.) // Химия растительного сырья. 2023. №4. С. 299–305. DOI: 10.14258/jcprm.20230412069.

*Boyarshinov V.D.\**, *Zorina E.V.* COMPARATIVE ANALYSIS OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF HERB CULTIVATED *ALCHEMILLA MOLLIS* AND WILD-GROWING *ALCHEMILLA VULGARIS*

*Perm State Pharmaceutical Academy, Poleyaya st., 2, Perm, 614990 (Russia), e-mail: vitya.boyarshinov@yandex.ru*

Plants of the genus *Alchemilla* contain a complex of macro- and microelements and can be offered as a source of raw materials for obtaining substances that correct dyselementosis. Wild representatives of the cuff genus belong to the agamic-sexual complex *Alchemilla vulgaris* L.s.l., which has high variability in the accumulation of elements, which may be due to differences in habitats. Expansion of the raw material base due to the culture of the soft cuff *Alchemilla mollis* (Buser) Rothm will presumably make it possible to obtain high-quality raw materials with a stable content of macro- and microelements. The purpose of the work is a comparative analysis of the content of elements in the aerial part of the cultivated mantle of soft and wild-growing mantle, as well as infusions obtained from these raw materials. X-ray fluorescence analysis (XRF) was used to study the elemental composition. As a result of the study, patterns were identified in the content of macro- and microelements in the aerial parts of *A. mollis* and *A. vulgaris* and infusions. The content of heavy metals in the aerial part of the common cuff and the soft cuff does not reach concentrations that have a toxic effect on the human body. It has been established that the aerial part of the soft cuff can be used to expand the raw material base of the cuffs, taking into account the peculiarities of the accumulation of minerals and their transition into infusions. It has been suggested that it is possible to use infusions of the herb cuff vulgare and soft cuff for the correction of dyselementosis.

**Keywords:** soft mantle, *Alchemilla mollis*, common mantle, *Alchemilla vulgaris*, mantle culture, macroelements, microelements, X-ray fluorescence analysis.

---

\* Corresponding author.

**References**

1. Otmakhov V.I., Shilova I.V., Petrova Ye.V., Loginova A.A., Rabtsevich Ye.S., Babenkov D.Ye. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2019, no. 3, pp. 205–216. DOI: 10.14258/jcprm.2019035355. (in Russ.).
2. Terninko I.I., Lozina A.V., Generalova Yu.E., Romanova M.A. *Razrabotka i registratsiya lekarstvennykh sredstv*, 2022, no. 11(1), pp. 132–139. DOI: 10.33380/2305-2066-2022-11-1-132-139. (in Russ.).
3. Murin I.I., Bayeva V.M. *Farmatsiya*, 2009, no. 7, pp. 23–25. (in Russ.).
4. Babayan M.S., Konovalov D.A. *Sovremennaya farmatsiya: problemy i perspektivy razvitiya*. [Modern pharmacy: problems and development prospects]. Vladikavkaz, 2015, pp. 25–28. (in Russ.).
5. Lobanova I.Ye., Vysochina G.I., Mazurkova N.A., Kukushkina T.A., Filippova Ye.I. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2019, no. 1, pp. 5–22. DOI: 10.14258/jcprm.2019014032. (in Russ.).
6. Zhukova O.V., Ivanov S.M., Glotov N.V. *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya «Biologiya. Nauki o Zemle»*, 2014, no. 2, pp. 14–21. (in Russ.).
7. Zorina Ye.V. *Farmakognosticheskoye izucheniye vidov roda Alchemilla L. Permskogo kraya: dis. ... kand. farm. nauk*. [Pharmacognostic study of species of the genus Alchemilla L. Perm region: dis. ...cand. pharm. Sci.]. Perm', 2009, 217 p. (in Russ.).
8. Dospikhov B.A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy): 5-ye izd., dop. i pererab.* [Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results): 5th ed., additional. and processed]. Moscow, 1985, 351 p. (in Russ.).
9. Cindrić I.J., Zeiner M., Pôzgaj M., Šilić T., Stingeder G. *Journal of trace elements in medicine and biology*, 2014, vol. 31, pp. 274–278. DOI: 10.1016/j.jtemb.2014.09.008.
10. Andreyeva V.Yu., Angaskiyeva A.S. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2011, no. 2, pp. 149–151. (in Russ.).
11. Bubenchikova V.N., Logutov S.V., Sukhomlinov Yu.A., Maljutina A.Yu. *Vestnik voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Khimiya. Biologiya. Farmatsiya*, 2011, no. 2, pp. 181–184. (in Russ.).
12. Krasnov Ye.A., Savel'yeva Ye.Ye., Ryzhakova N.K., Reshetov Ya.Ye., Gataullina A.R. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2017, no. 4, pp. 145–151. DOI: 10.14258/jcprm.2017041934. (in Russ.).
13. Afanas'yeva L.V., Ayushina T.A. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2021, no. 2, pp. 209–216. DOI: 10.14258/jcprm.2021027440. (in Russ.).
14. Lovkova M.Ya., Buzuk G.N. *Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya*, 2011, vol. 47, no. 2, pp. 209–216. (in Russ.).
15. Gravel' I.V. *Regional'nyye problemy ekologicheskoy otsenki lekarstvennogo rastitel'nogo syr'ya i fitopre-paratov na primere Altayskogo kraja: dis. ... dokt. farm. nauk*. [Regional problems of environmental assessment of medicinal plant raw materials and herbal preparations using the example of the Altai Territory: dis. ... doc. pharm. Sci.]. Moscow, 2005, 363 p. (in Russ.).
16. Radyshech I.V., Skal'nyy V.V., Umnova T.N. *Osnovy meditsinskoj elementologii*. [Fundamentals of medical elementology]. Moscow, 2021, 250 p. (in Russ.).
17. Bezel' V.S., Zhuykova T.V. *Povolzhskiy ekologicheskij zhurnal*, 2010, no. 3, pp. 219–229. (in Russ.).
18. Boyarshinov V.D., Zorina Ye.V., Yushkova T.A. *Sovremennyye tekhnologii sozdaniya lekarstvennykh sredstv: sintez, farmakologicheskij skrinig, doklinicheskiye i klinicheskiye issledovaniya, obespecheniye kachestva i bezopasnosti, lekarstvennyye formy*. [Modern technologies for the creation of medicines: synthesis, pharmacological screening, pre-clinical and clinical studies, quality and safety assurance, dosage forms]. Perm', 2021, pp. 13–17. (in Russ.).

Received November 2, 2022

Revised December 14, 2022

Accepted September 7, 2023

**For citing:** Boyarshinov V.D., Zorina E.V. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2023, no. 4, pp. 299–305. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.20230412069.

