
БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 581.5

DOI 10.25587/2222-5404-2024-21-2-7-13

Экспериментальные исследования по изучению макро- и микроэлементного состава мяты перечной (*Méntha piperita*), произрастающей в Горисском регионе Армении

Л. Р. Варданян , С. А. Айрапетян

Государственный университет Гориса, Армения

 luizavardanyan211@gmail.com

Аннотация. Целью нашей работы явилось изучение качественного и количественного состава минеральных элементов листьев мяты перечной (*Méntha piperita*). Актуальность исследования является в том, что несмотря на то, что некоторые микроэлементы в низких концентрациях необходимы для роста растений, их избыточное количество может привести к гибели растения. Этот эффект зависит как от природы элемента, так и от вида растения. Для достижения поставленной цели использовали метод оптико-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой на приборе Agilent 5110 ICP-OES. Объектом исследований являлась высушенная надземная часть мяты перечной (*Méntha piperita*), произрастающей в Горисском регионе Армении. Определено содержание 30 элементов, для пяти из которых коэффициент биологического поглощения больше единицы. Это означает, что данные элементы накапливаются в растениях. К ним относится стронций и молибден, которые относятся к токсичным элементам. Исходя из представленных данных, считаем, что, безусловно, требуется контроль ПДК молибдена и стронция в сборах мяты перечной (*Méntha piperita*) до его использования в кулинарии и для создания лечебных средств.

Ключевые слова: Горисский регион, микроэлементный состав, мята перечная, молибден, оптико-эмиссионная спектроскопия, коэффициент биологического поглощения, ПДК.

Для цитирования: Варданян Л. Р., Айрапетян С. А. Экспериментальные исследования по изучению макро- и микроэлементного состава мяты перечной (*Méntha piperita*), произрастающей в Горисском регионе Армении. *Вестник СВФУ*. 2024, Т. 21, № 2. С. 7–13. DOI: 10.25587/2222-5404-2024-21-2-7-13

Experimental Research on the Study of *Méntha Piperita* Makro- and Microelement Composition Growing in Goris, Syunik Region

L. R. Vardanyan , S. A. Hayrapetyan

Goris State University, Goris, Armenia

 lizavardanyan211@gmail.com

Abstract. The purpose of our work was to study the qualitative and quantitative composition of the mineral elements of peppermint (*Méntha piperita*) leaves. The relevance of the study is revealed by the fact that, though some trace elements in low concentrations are necessary for plant growth, their excess can lead to plant death. This effect depends both on the nature of the element and on the type of plant. To achieve this goal, we used the method of optical emission spectroscopy with inductively coupled plasma on an Agilent 5110 ICP-OEC equipment. The object of research was the dried aerial part of peppermint (*Méntha piperita*) growing in Goris region of Armenia. The content of 30 elements was determined, for five of which the biological absorption coefficient is greater than unity. This means that these elements accumulate in plants. These include strontium and molybdenum, which are toxic elements. Based on the data presented, it is certainly necessary to control the maximum permissible concentrations of molybdenum and strontium in peppermint (*Méntha piperita*) collections before using it in cooking and for the creation of medicinal products.

Keywords: Goris region, microelement composition, peppermint, molybdenum, optical emission spectroscopy, biological absorption coefficient, MPC.

For citation: Vardanyan LR, Hayrapetyan SA. Experimental Research on the Study of *Méntha Piperita* Makro- and Microelement Composition Growing in Goris, Syunik Region. *Vestnik of NEFU*. 2024, Vol. 21, No. 2. Pp. 7–13. DOI: 10.25587/2222-5404-2024-21-2-7-13

Введение

Неорганические элементы, особенно биогенные (K, Na, Fe, Mn, Mg, Zn, Cu и др.), играют важную роль в жизнедеятельности как растений, так и живых организмов. Среди них особое место занимают тяжелые металлы (ТМ) [1]. В действительности некоторые из них: медь, цинк, молибден, кобальт, марганец, железо – в определенных концентрациях имеют важное биологическое значение. Тяжелые металлы, связанные с ферментными системами в организме, принимают участие в окислительно-восстановительных процессах, влияют на синтез органических соединений и т. д. Однако в концентрациях, превышающих предельно допустимые концентрации (ПДК), имеют токсичное значение [2, 3]. Другие из ТМ имеют только одно негативное значение [4]. К последним относятся ртуть, кадмий и свинец. По общему мнению, их считают наиболее вероятными и опасными загрязнителями окружающей среды.

Доступность неорганических элементов растениям не постоянна. Она зависит как от вида растения, так и от почвенных и климатических условий. Отдельные виды растений могут проявлять избирательную способность к накоплению одного или нескольких элементов [5]. Следовательно, зная какое растение какой элемент накапливает в большем количестве, его можно использовать как растение-аккумулятор данного элемента.

Безусловно, потребление растений, которые содержат ТМ, превышающие ПДК, может привести к отравлению живых организмов, в том числе и человека.

В этой связи научный интерес представляет собой мята перечная (*Méntha piperita*) (МП), семейства *Lamiaceae* (Яснотковые), которая широко используется как в народной медицине, так и в кулинарии. Она была получена из дикорастущих видов мят и культивируется повсеместно в садах и огородах [6]. Настой листьев мяты перечной применяют для лечения желудочно-кишечных заболеваний как средство, улучшающее пищеварение, иногда также в качестве болеутоляющего [7, 8]. Как уже было указано выше,

химический состав растения зависит как от его вида, так и от географической местности произрастания. Прежде чем использовать данное растение как источник минеральных соединений, необходимым условием является исследование его элементного состава [1].

Целью нашей работы являлось изучение элементного состава листьев мяты перечной.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования являлась высушенная надземная часть культивируемой мяты перечной, выращенной в огороде (Горисский регион Армении). МП была собрана согласно правилам сбора летом, в начале цветения. Сырье сушили воздушно-теневым способом. Одновременно с мест произрастания растительного сырья отбиралась почва.

К 0,2 г высушенного измельченного сырья добавляли 1 мл 5%-го раствора азотной кислоты. Кюветы с навеской помещали в нагретую до 80-85 °C водяную баню. После добавления кислоты наблюдалось бурое газообразование, которое длилось около 40–60 минут. После прекращения газообразования добавляли 2,5 мл царской водки (1HNO_3 : $3\text{HCl}:1\text{H}_2\text{O}$) и оставляли в бане еще на 1,5 часа. После охлаждения полученной массы добавляли 1 мл HCl и 11 мл дистиллированной воды и отфильтровывали полученный раствор. В ходе исследований было подготовлено и проанализировано 2 образца надземной части МП, из каждого образца изготовлено по три параллельные пробы.

Качественный состав и количественное содержание минеральных элементов определяли методом оптико-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-ОЭС) на приборе Agilent 5110 ICP-OES. До помещения образцов в прибор для стандартных образцов определяемых элементов готовили калибровочные растворы из коммерческих референс-стандартов.

Расчет количественного содержания индивидуальных элементов производили по калибровочным графикам зависимости площади пика от концентрации вещества, построенным по растворам индивидуальных веществ с использованием программного обеспечения Agilent Chemstation.

Этим же прибором определили минеральный состав почвы согласно ПНД Ф 16.1:2.3:3.11-98.

Статистическая обработка результатов исследования была проведена в соответствии с требованиями ГФ РФ XIV изд. с использованием критерия Стьюдента – t (0,95;6) = 2,57 и программы Microsoft Office Excel. Различия считались существенными при $p \leq 0,05$. Валидацию аналитической методики проводили согласно ОФС 1.1.0012.15 «Валидация аналитических методик» ГФ РФ.

Результаты и их обсуждение

В результате анализа минерального состава МП и почвы методом ICP OES удалось определить количественное содержание 30 элементов. Для оценки биологического накопления элементов мы определили также коэффициент биологического поглощения (КБП), который является биогеохимическим эмпирическим показателем [9]. Если КБП>1, это означает, что эти элементы накапливаются в растениях (элементы концентраторы), а если КБП<1, то эти элементы захватываются растениями (элементы деструкторы).

Полученные данные приведены в табл. 1 и 2. Из таблиц видно, что из макроэлементов мяты перечной в большом количестве накапливает $\text{K} > \text{Ca} > \text{P} > \text{Mg}$, а из микроэлементов $\text{Fe} > \text{Al} > \text{Sr} > \text{Ba}$, которые все являются жизненно важными элементами [10].

Таблица 1

**Содержание макроэлементов в почве и надземной части МП
(приводится в мг/кг сухого вещества) и значения КБП**

Table 1

**Content of elements in the soil and above-ground part of the MP
(given in mg/kg of dry matter) and biological absorption coefficient values**

№	Элемент	Длина волны, нм	m, мг/кг		КБП
			Почва	Трава МП	
1.	Ca	317,933	10497,42±420,00	14850,95±521,00	1,41
2.	K	766,490	1623,06±56,80	24927,75±947,00	15,36
3.	Mg	279,077	4041,01±129	2897,76±101,40	0,72
4.	Na	589,592	842,28±22,30	603,67±15,70	0,72
5.	P	178,221	2671,86±97,80	3391,51±106,70	1,27
6.	S	181,975	654,25±17,65	2127,98±80,80	3,25

Таблица 2

Содержание микро и ультрамикроэлементов в почве и надземной части МП (приводится в мг/кг сухого вещества) и значения КБП

Table 2

Content of micro and ultramicroelements in the soil and above-ground part of the MP (given in mg/kg of dry matter) and biological absorption coefficient values

№	Элемент	Длина волны, нм	m, мг/кг		КБП
			Почва	Трава МП	
1.	Al	308,215	4919,27±122,90	199,68±0,99	0,04
2.	As	188,979	1,15±0,02	0,00	0,00
3.	Ba	233,527	98,89±1,80	51,24±0,45	0,52
4.	Cd	214,440	0,47±0,009	0,07±0,0012	0,15
5.	Co	228,616	6,75±0,16	0,08±0,0013	0,012
6.	Cr	205,560	11,78±0,19	0,870±0,014	0,074
7.	Cu	324,752	38,42±0,69	5,48±0,14	0,14
8.	Fe	259,939	16951,81±644	385,58±15,4	0,023
9.	La	408,672	37,49±0,62	0,75±0,011	0,02
10.	Li	670,784	6,79±0,11	0,00	0,00
11.	Mn	257,610	375,14±10,80	42,13±0,14	0,11

12.	Mo	202,031	2,26±0,08	12,83±0,56	5,67
13.	Ni	231,604	18,50±0,77	1,07±0,04	0,058
14.	Pb	220,353	13,60±0,057	1,92±0,07	0,14
15.	Sb	206,836	0,05±0,002	0,00	0,00
16.	Sc	361,383	1,33±0,05	0,09±0,003	0,068
17.	Sn	189,927	0,56±0,02	0,00	0,00
18.	Sr	421,552	71,73±2,7	104,82±4,10	1,46
19.	Ti	337,279	399,94±16,10	12,15±0,50	0,03
20.	V	292,402	30,56±1,20	1,37±0,051	0,045
21.	W	224,876	1,24±0,05	0,85±0,03	0,69
22.	Y	371,029	7,47±0,27	0,14±0,005	0,019
23.	Zn	206,200	68,43±2,80	21,13±0,9	0,31
24.	Zr	343,823	12,55±0,02	0,72±0,03	0,057

Из таблиц видно, что мятка перечная накапливает из макроэлементов в большем количестве калий и кальций. Ионы калия и кальция в живом организме играют важную роль во многих физиологических процессах: регулировании процесса обмена веществ, нормальном функционировании сердца, прохождении нервных импульсов, сокращении мышц, свертывания крови, строении скелета и т. д.

Среди микроэлементов особую группу составляют эссенциальные микроэлементы, для которых установлена роль в жизнедеятельности организма. Из них в МП обнаружено 7 элементов (Fe>Mn>Zn>Mo>Cu>Cr>Co).

Из обнаруженных элементов концентраторами являются только K, Ca, P, Mo и Sr. Если сравнивать КБП элементов концентратов, то их можно расположить в следующий ряд: K>Mo>Sr>Ca>P. Из этих элементов стронций (Sr), согласно ГОСТу 17.4.1.02-83, относится к третьему классу токсичности и не имеет установленного значения ПДК. Тем не менее стронций остается одним из наименее изученных химических элементов, влияющих на биохимические процессы в живых организмах и экосистемах в целом.

Из результатов таблиц видно, что молибден поглощается мятою перечной в достаточно большом количестве (КБП = 5,67). Он относится к жизненно важным микроэлементам. Молибден в растениях принимает участие как в ферментативных реакциях азотного обмена, так и в процессе образования азота. При недостатке молибдена в растениях нарушаются многие процессы жизнедеятельности, в тканях растений накапливаются нитраты, что особенно опасно при избыточном применении азотных удобрений (включая навоз): чем выше дозы применяемых азотных удобрений, тем больше потребность растений в молибдене.

Но молибден одновременно является токсичным элементом. Его повышенная концентрация отрицательно влияет на пищеварительную, сердечно-сосудистую систему человека, нарушается обмен веществ и т. д. [11].

В медицинской практике не применяются соединения молибдена как лекарственные препараты. Имеются данные, что молибден играет важную роль в процессе включения фтора в зубную эмаль, а также в стимуляции процессов кроветворения.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать заключение, что если растение будет накапливать большое количество молибдена и стронция, то при использовании в пище оно может иметь токсическое воздействие на человека. Так как МП широко используется

в кулинарии и в народной медицине, то следует всегда учитывать, что она может в большом количестве накапливать молибден и стронций.

Из всего спектра определяемых разными методами химических элементов в лекарственном растительном сырье, БАДах нормативная документация (ГФ РФ, СанПин) регламентирует содержание тяжелых металлов¹ [12]. При этом, несмотря на то, что наиболее опасными согласно Международным пищевым стандартам, принятым ВОЗ, признаны Hg, Cd, Pb, As, Co, V и Mo, в Российской Федерации в ГФ и СанПиН нормируется содержание только 4 элементов – Hg, Cd, Pb, As. Из этих элементов в мяте перечной обнаружены Cd (ПДК=1мг/кг) и Pb (ПДК=6мг/кг), содержание которых не превышает ПДК в лекарственном сырье.

Заключение

Таким образом, впервые изучен элементный состав мяты перечной, произрастающей в Горисском регионе Армении. Результаты исследования показали богатый макро- и микроэлементный состав МП. Полученные данные представляют интерес и могут служить основой для проведения дальнейших исследований с целью использования этих результатов в фармацевтической и медицинской практике для создания биологически активных добавок и лекарственных средств (для коррекции физиологических норм содержания элементов в организме человека и животных).

МП активно накапливает в большом количестве молибден и может быть использована как растение-аккумулятор молибдена. Исходя из представленных данных, считаем, что, безусловно, требуется контроль содержания ПДК молибдена и стронция в МП в использовании ее в кулинарии и вышеуказанных целях.

Л и т е р а т у р а

1. Ильин, В. Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение / В. Б. Ильин. – Новосибирск : Наука, 1991. – 150 с.
2. Исаев, Ю. А. Лечение микроэлементами, металлами и минералами. – Киев : Здоровье, 1992. – 118 с.
3. Ловкова, О. А. Почему растения лечат / О. А. Ловкова, А. М. Рабинович, С. М. Пономарева. – Москва : Наука, 1990. – 256 с.
4. Sharma RK. Biological Effects of Heavy Metals An Overview. Journal of environmental Biology, 2005;26(2):301-313.
5. Миронова, Г. Е. К вопросу о содержании токсических элементов в луговых травах сельской местности Хангалинского района / Г. Е. Миронова, А. А. Григорьева // Вестник Северо-Восточного федерального университета имени М.К. Аммосова. – 2024. – Т. 21. – № 21 (1). – С. 5–11. <https://doi.org/10.25587/2222-5404-2024-21-1-5-11>.
6. Бочкирев, Н. И. Масличные культуры / Н. И. Бочкирев, С. В. Зеленцов, Т. П. Шуваева, А. П. Бородкина // Научно-технический бюллетень ВНИИМК. – 2015. – № 2 (162). – С. 106–124.
7. Дудченко, Л. Г. Пряно-ароматические и пряно-вкусовые растения : Справочник / Л. Г. Дудченко, А. С. Козьяков, В. В. Кривенко. – Киев : Наукова думка, 1989. – 304 с.
8. Ferhat M, Erol E, Duru ME, et al. Flavonoids cytotoxic antioxidant and antibacterial activities of Evax pygmaea. Pharm. Biol., 2017;55(1):324-329.
9. Алексеенко, В. А. Экологическая геохимия : учеб. для вузов по естеств.-науч. спец / В. А. Алексеенко. – Москва : Логос, 2000. – 627 с.
10. Медицинская элементология / А. В. Скальный, М. Г. Скальная, А. А. Киричук [и др.] – Москва : Наука, 2021. – 199 с.
11. Микроэлементы: бодрость, здоровье, долголетие / А. В. Скальный. – Москва : Перо, 2019. – 294 с.
12. Государственная фармакопея РФ, XIV издание. – Москва, 2018. – Т. 2. – URL: <http://femb.ru/feml>

¹ СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов (для биологически активных добавок к пище на растительной основе). М., 2001.-269 с.

R e f e r e n c e s

1. Ilyin VB. Heavy metals in the soil-plant system. Novosibirsk: Nauka, 1991:151.
2. Isaev YuA. Treatment with trace elements, metals and minerals. Kyiv: Health, 1992:118.
3. Lovkova OA. Why do plants heal? Moscow: Nauka, 1990:256.
4. Sharma RK, Agrawal M. Biological Effects of Heavy Metals an Overview. J. of environmental Biology, 2005;26(2):301-313.
5. Mironova GE. On the content of toxic elements in meadow grasses of rural areas of Khangalassky district. Vestnik of NEFU, 2024;21(1):5-11. <https://doi.org/10.25587/2222-5404-2024-21-1-5-11>
6. Bochkarev NI. Oilseeds. Nauchno-tehnicheskii byulleten VNIIMK, 2015;2(162):106–124.
7. Dudchenko LG, Kozyakov AS, Krivenko VV. Spicy-aromatic and spicy-flavoring plants. Kyiv: Naukova Dumka, 1989:304.
8. Ferhat M, Erol E, Duru ME, et al. Flavonoids cytotoxic antioxidant and antibacterial activities of Evax pygmaea. Pharm. Biol., 2017;55(1):324-329.
9. Alekseenko VA. Ecological geochemistry: textbook. For universities in natural science specialties. Moscow: Logos, 2000:627.
10. Skalny AV, Skalnaya MG, Kirichuk AA. Medical elementology. Moscow: Science, 2021:199.
11. Skalny AV. Microelements: vigor, health, longevity. Moscow: Pero, 2019:294.
12. State Pharmacopoeia of the Russian Federation. Moscow, 2018;2(14). URL: <http://femb.ru/feml>.

ВАРДАНЯН Луиза Размиковна – д. х. н., доцент, зав. каф. химии, биологии и инженерии, Государственный университет Гориса, г. Горис, Армения.

E-mail: luizavardanyan211@gmail.com

Luiza R. VARDANYAN – Dr. Sci. (Chemistry), Associate Professor, Head of the Department of Biology, Chemistry and Engineering, Goris State University, Goris, Armenia.

АЙРАПЕТЯН Сюзанна Арсеновна – к. х. н., доцент кафедры химии, биологии и инженерии, Государственный университет Гориса, г. Горис, Армения.

E-mail: syuhayrapetyan@gmail.com

Suzanna A. HAYRAPETYAN – Cand. Sci. (Chemistry), Associate Professor of the Department of Biology, Chemistry and Engineering, Goris State University, Goris, Armenia.