

УДК 615.322; 582.949.2; 546.06; 543.421

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА ТРАВЫ КОТОВНИКА КОШАЧЬЕГО (*NEPETA CATARIA* L.) ИЗ РАЗНЫХ МЕСТ ПРОИЗРАСТАНИЯ

И. И. Тернинко<sup>1</sup>, Т. Х. И. Нгуен<sup>1\*</sup>, Ю. Э. Генералова<sup>1</sup>

**Резюме.** Приведены результаты сравнительного изучения методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой минерального состава травы котовника кошачьего (*Nepeta cataria* L.), произрастающего на территории Ленинградской и Белгородской областей. В траве котовника из Ленинградской и Белгородской областей обнаружено 16 и 18 элементов соответственно с максимальным содержанием Ca, Mg, K, Fe и Al, которые можно рассматривать как основные минеральные элементы данного растения. Накопление и распределение Cu, Mg, Na определено как дополнительный химический маркер для травы котовника. Полученные результаты позволяют рассматривать котовник кошачий в качестве потенциального источника минеральных элементов.

**Ключевые слова:** минеральный состав, котовник кошачий, почва.

### COMPARATIVE STUDY OF MINERAL COMPOSITION OF CATNIP HERB (*NEPETA CATARIA* L.) FROM DIFFERENT REGIONS

I. I. Terninko<sup>1</sup>, T. H. Y. Nguyen<sup>1\*</sup>, Yu. E. Generalova<sup>1</sup>

**Abstract.** The results of comparative study of the mineral composition by the inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry method of catnip herb (*Nepeta cataria* L.) which growing on the territory of the Leningrad Region and the Belgorod Region are presented. 16 and 18 elements were found in the herb from the Leningrad and Belgorod regions, respectively, with the maximum content of Ca, Mg, K, Fe and Al, which can be considered as the main mineral elements of this plant. The accumulation and distribution of Cu, Mg, Na is defined as an additional chemical marker for herb catnip. The results obtained allow us to consider the catnip herb as a potential source of mineral elements.

**Keywords:** mineral composition, *Nepeta cataria* L., soil.

1 – ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 197376, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Проф. Попова, д. 14, лит. А

1 – Saint-Petersburg State Chemical and Pharmaceutical University of the Ministry of Healthcare, 14A, Prof. Popov str., Saint-Petersburg, 197376, Russia

\* адресат для переписки:

E-mail: nguyenhaiyen20190@gmail.com

## ВВЕДЕНИЕ

*Nepeta cataria* L. (котовник кошачий) – травянистое многолетнее растение из семейства яснотковых (*Lamiaceae*), которое традиционно используется в этномедицине разных стран в качестве седативного средства. В эксперименте котовник оказывает спазмолитическое, антимикробное, антиоксидантное, иммуностимулирующее и противоопухолевое действие [1–4].

Фармакологические свойства *Nepeta cataria* L. определяются разнообразными биологически активными веществами (БАВ), которые относятся к различным группам: фенольным соединениям (в том числе флавоноидам и гидроксикоричным кислотам), эфирным маслам, стероидным соединениям и др. [5–7]. Значительная роль в биосинтезе БАВ отводится макро- и микроэлементам. Так, например, Cu, Mn, K, Zn, B, Co способствуют биосинтезу фенольных, а Mo, V, Mn,



Cu, Sr – тритерпеновых соединений [8]. Кроме того, макро- и микроэлементы способны в составе комплексов БАВ влиять на фармакологический эффект лекарственного растительного сырья и фитопрепаратов.

Определение минерального состава дает возможность прогнозировать профиль эффективности и безопасности ЛРС, так как, с одной стороны, элементы обладают собственной терапевтической активностью, а с другой, важно оценить уровень токсичных элементов (кадмия, свинца, ртути и мышьяка).

В литературе [9–12] имеются данные по изучению минерального состава некоторых представителей рода *Nepeta* L. Однако сведения о минеральном составе вида *Nepeta cataria* L. в литературе не носят системного характера. Кроме того, в литературе отсутствуют данные о сравнительном изучении элементного состава травы котовника в зависимости от региона произрастания, а также нет оценки накопления отдельных элементов из почвы.

В связи с этим целью данной работы было исследование минерального состава травы котовника кошачьего (*Nepeta cataria* L.) из разных мест произрастания растения и оценка способности накапливать отдельные элементы.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом настоящего исследования служили образцы травы котовника кошачьего (*Nepeta cataria* L.), заготовленные на территории питомника лекарственных растений ФГБОУ ВО СПХФУ (пос. Лемболово Всеволожского района Ленинградской области) и с дикорастущих растений в районе г. Новый Оскол Белгородской области. Траву заготавливали в фазе цветения в период с мая по октябрь 2017 г. Заготовку надземной части (травы) проводили в сухую погоду на расстоянии 10 см от поверхности земли, избегая попадания грубых (одревесневших) частей растения. Сушку проводили воздушно-теньевым способом. Пробы почвы из зон произрастания растений отбирались способом конверта с глубины 20 см.

Определение минерального состава травы котовника и образцов почвы проводили методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой на спектрометре Optima 8000 (Perkin Elmer Inc., США) на базе центра контроля качества лекарственных средств ФГБОУ ВО СПХФУ. Подготовку пробы почвы и растительных образцов к анализу осуществляли по методике, предложенной в программе спектрометра, в соответствии с рекомендациями ГФ РФ XIII, ОФС.1.5.3.0009.15 [13]. Пробоподготовка заключалась в обработке 600 мг сухой навески образца 10 мл концентрированной азотной кислоты (ос.ч., 18-4, ЗАО «Вектон», Россия) и 6 мл концентрированной перекиси водорода (ос.ч., ООО «НеваРеактив», Россия) с последующей микроволновой обработкой в системе Speedwave Entry DAP-60K (Berghof GmbH,

Германия) в тefлоновом, герметично закрытом сосуде (бомбе). Затем остаток переносили в мерную колбу вместимостью 100 мл и доводили до метки бидистиллированной водой. Рабочие параметры прибора: скорость подачи образца – 1,5 мл/мин, положение обзора эмиссии – аксиальный, время интегрирования – 3–5 с, число повторов интегрирования – 3, диапазон длин волн – 213–770 нм, скорость потока плазмообразующего газа – 10 л/мин, скорость потока дополнительного газа – 0,2 л/мин, скорость потока газа для распыления пробы – 0,55 л/мин, мощность плазмы – 1300 Вт. Анализ, а также расчеты содержания отдельных элементов проводили в соответствии с требованиями ПО прибора и ОФС.1.2.1.1.0004.15 ГФ РФ XIII [13].

Растворы металлов с известными концентрациями, используемые для градуировки спектрометра, готовили посредством разбавления стандартных образцов, в качестве которых использовали мультиэлементный стандарт и ртуть в 5% растворе азотной кислоты в концентрации 10 мкг/мл (таблица 1).

Таблица 1.

Стандартные образцы

Мультиэлементный стандарт	Multi-element Calibration Standard 3, Matrix per Volume: 5% HNO <sub>3</sub> per 125 ml, стандартный образец-раствор, содержание Ag, Al, As, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, Ga, Hg, In, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Rb, Se, Sr, Tl, Zn, U, V – 10 µg/ml, Perkin Elmer Inc., США, PE № 9300233, CAS: HNO <sub>3</sub> [7697-37-2], серия CL3-151MKBY1, годен до 30.11.18
Ртуть	Mercury Standard, 10µg/ml Hg in 5% HNO <sub>3</sub> , стандартный образец-раствор, содержание Hg – 10 µg/ml в 5% HNO <sub>3</sub> , Perkin Elmer Inc., США, PE № 9300253, CAS: Hg [7439-97-6]; HNO <sub>3</sub> [7697-37-2], серия CL9-102HGY1, годен до 30.11.18

По результатам исследования вычисляли коэффициент биологического поглощения (КБП), который характеризует накопление элементов растительным сырьем, представляет собой отношение содержания микроэлемента в золе растения к его содержанию в почве и рассчитывается по формуле, приведенной в литературе [14].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По результатам исследования макро- и микроэлементов в траве и почве различных климатикогеографических зон произрастания установлено, что элементный профиль котовника из разных регионов различается по уровню содержания элементов. Было определено содержание 16 элементов в траве котовника из Ленинградской области и 19 элементов в траве из Белгородской области (таблица 2).

Анализ распределения макро- и микроэлементов свидетельствует, что в траве котовника преобладают элементы Ca, Mg, K, Fe и Al. Это вполне объяснимо,

Таблица 2.

Минеральный состав травы *Nepeta cataria* L. и почвы с мест произрастания, мг/кг

Элемент	Ленинградская область			Белгородская область		
	Содержание		КБП	Содержание		КБП
	травя	почва		травя	почва	
Al	964,17	6091,21	0,16	325,17	8240,04	0,04
As (ПДК 0,5 мг/кг)	–	–	–	<b>9,77 (!)</b>	–	≈9,77
Ba	51,54	46,61	1,11	9,27	50,27	0,18
Ca	23407,47	9011,94	2,60	18476,82	52599,57	0,35
Cd (ПДК 1,0 мг/кг)	0,04	0,24	0,17	0,66	0,22	3,08
Cr	4,74	6,57	0,72	1,16	16,33	0,07
Cu	5,64	2,52	2,24	11,42	6,54	1,75
Fe	1596,65	24066,23	0,07	203,97	36017,22	0,01
K	2287,89	610,75	3,75	1652,9	3016,68	0,55
Li	0,80	4,75	0,17	114,57	8,56	13,39
Mg	4001,24	543,16	7,37	4813,95	2316,47	2,08
Mn	201,54	2916,40	0,07	31,95	605,49	0,05
Na	32,31	25,11	1,29	140,70	63,89	2,20
Ni	3,48	3,85	0,90	5,63	14,50	0,39
Pb (ПДК 6,0 мг/кг)	1,11	4,72	0,24	–	–	–
Se	–	–	–	22,68	–	≈22,68
Sr	–	–	–	197,51	–	≈197,51
Zn	20,00	26,19	0,76	38,70	26,21	1,48
Hg (ПДК 0,1 мг/кг)	<b>0,21 (!)</b>	–	≈0,21	<b>3,48 (!)</b>	0,16	21,53
Rb	–	–	–	81,29	–	≈81,29

**Примечание:** ■ выделены элементы, которые накапливаются в ЛРС.

так как они являются элементами, необходимыми для физиологических процессов в растениях: Mg выполняет большую роль в процессе фотосинтеза, метаболизме фенольных соединений, входит в состав хлорофилла [15]; Ca и K участвуют в регуляции роста и развития, защите от патогенных влияний; Fe участвует в процессах фотосинтеза, фиксации азота, окислительно-восстановительных реакциях; Al контролирует коллоидные свойства в клетке [8].

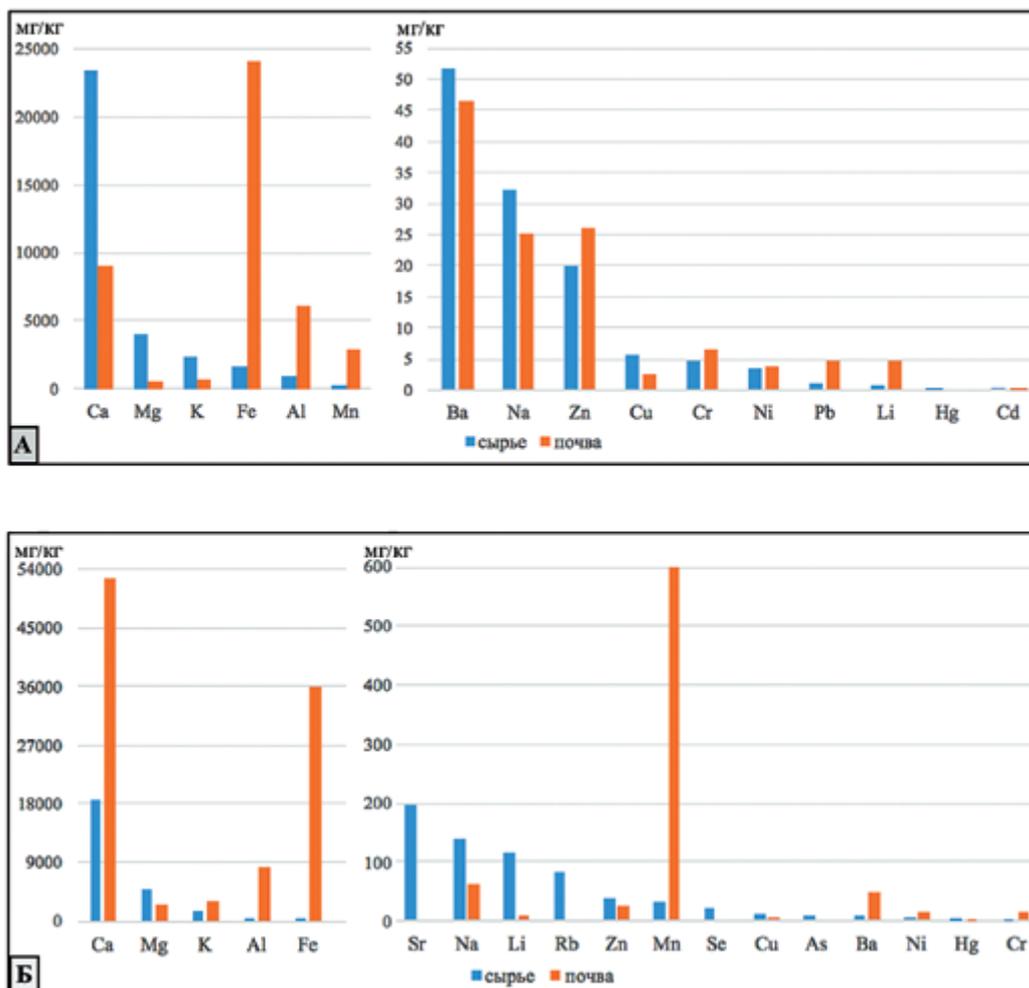
Ряд убывающих концентраций элементов в образцах травы котовника из Ленинградской и Белгородской областей произрастания характеризуется следующей закономерностью: Ca>Mg>K>Fe>Al>Mn>Ba>Na>Zn>Cu>Cr>Ni>Pb>Li>Hg>Cd и K>Ca>Mg>Al>Fe>Sr>Na>Li>Rb>Zn>Mn>Se>Cu>As>Ba>Ni>Hg>Cr>Cd соответственно (рисунок 1). Присутствие некоторых элементов только в сырье (Hg – в сырье из Ленинградской области; As, Se, Sr, Rb – в сырье из Белгородской области) говорит о том, что в данных местах загрязнение этими элементами может происходить непосредственно воздушным путем.

В сырье котовника из Ленинградской области содержание токсических элементов (кадмия, свин-

ца и мышьяка) находится в допустимых фармакопеей пределах, а содержание ртути превышает ПДК в 2 раза. Однако ртуть, содержание которой в сырье составляет 0,21 мг/кг, не идентифицирована в почве, то есть можно сделать вывод о концентрировании травы котовника данного элемента при различных путях поступления.

В почвенных образцах Белгородской области по сравнению с условно экологически чистым районом Ленинградской области содержание элементов выше. В траве котовника из Белгородской области наблюдалось превышение ПДК мышьяка в 20 раз и ртути почти в 30 раз. Таким образом, можно сделать вывод, что регион Белгородской области непригоден для заготовки травы котовника в связи с высоким профилем токсичности сырья. Кроме того, полученные результаты свидетельствуют о детоксикационной способности травы котовника.

Для оценки интенсивности поглощения химических элементов травой котовника из почвы были рассчитаны КБП (таблица 2). В зависимости от места произрастания интенсивность поглощения элементов



**Рисунок 1.** Ряд убывающих концентраций минеральных элементов (мг/кг) в траве котовника и почве из Ленинградской области (А) и Белгородской области (Б)

травой котовника различается. Согласно рядум КБП по шкале Н.Ф. Ганжара (2007) [14] в траве котовника из Ленинградской и Белгородской областей элементами энергичного и сильного накопления (КБП>1) являются Ba, Ca, Cu, K, Mg, Na и Li, Se, Sr, Hg, Rb, As, Cd, Cu, Mg, Na, Zn соответственно; слабого накопления и среднего захвата (1>КБП>0,1) – Al, Cd, Cr, Li, Ni, Pb, Zn, Hg и Ba, Ca, K, Ni; элементы слабого захвата (КБП<0,1) – Fe, Mn и Al, Cr, Fe, Mn.

Установлено, что котовник вне зависимости от места произрастания является накопителем Cu, Mg, Na. По убыванию данные элементы распределены следующим образом: Mg>Na>Cu. Это позволяет рассматривать накопление и распределение данных элементов как дополнительный химический маркер для травы котовника.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В траве котовника из Ленинградской и Белгородской областей обнаружено 16 и 18 элементов соответственно с максимальным содержанием
2. Установлены особенности накопления отдельных элементов в траве котовника, а именно ряд убывающих концентраций Ba, Ca, Cu, K, Mg, Na и Li, Se, Sr, Hg, Rb, As, Cd, Cu, Mg, Na, Zn для образцов из Ленинградской и Белгородской областей соответственно, в том числе накопление и распределение Cu, Mg, Na, которые обозначены как элементные маркеры котовника.
3. Установлено, что трава котовника обладает детоксикационной способностью, что обусловлено избирательным накоплением токсических элементов (ртути, мышьяка и кадмия), концентрация которых в образцах травы выше, чем в почве.
4. Установлено, что регион Белгородской области непригоден для заготовки травы котовника в связи с высоким профилем токсичности сырья.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Adiguzel A. et al. Antimicrobial and antioxidant activity of the essential oil and methanol extract of *Nepeta cataria* // Polish Journal of Microbiology. 2009. V. 58. № 1. P. 69–76.
2. Fan J. et al. Mechanism of modulation through PI3K-AKT pathway about *Nepeta cataria* L.'s extract in non-small cell lung cancer // Oncotarget. 2017. V. 8. № 19. P. 31395.
3. Duda S. C. et al. Changes in major bioactive compounds with antioxidant activity of *Agastache foeniculum*, *Lavandula angustifolia*, *Melissa officinalis* and *Nepeta cataria*: Effect of harvest time and plant species // Industrial Crops and Products. 2015. V. 77. P. 499–507.
4. Prescott T. A. K. et al. Direct inhibition of calcineurin by caffeoyl phenylethanoid glycosides from *Teucrium chamaedrys* and *Nepeta cataria* // Journal of ethnopharmacology. 2011. V. 137. № 3. P. 1306–1310.
5. Тернинко И. И., Нгуен Иен Тхи Хай. Идентификация фенольных соединений в траве котовника кошачьего (*Nepeta cataria* L.) // Разработка и регистрация лекарственных средств. 2017. № 1. С. 120–124. [Terninko I. I., Nguen Ien Tkhi Khai. Identifikatsiya fenol'nykh soedinenii v trave kotovnika koshach'ego (*Nepeta sataria* L.) // Razrabotka i registratsiya lekarstvennykh sredstv. 2017. № 1. S. 120–124.]
6. Naguib A. M. M. et al. Phytochemical screening of *Nepeta cataria* extracts and their in vitro inhibitory effects on free radicals and carbohydrate-metabolising enzymes // Natural product research. 2011. V. 26. № 23. P. 2196–2198.
7. Gilani A. H. et al. Chemical composition and mechanisms underlying the spasmolytic and bronchodilatory properties of the essential oil of *Nepeta cataria* L. // Journal of ethnopharmacology. 2009. V. 121. № 3. P. 405–411.
8. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях / Пер. с англ. – М.: Мир. 1989. 439 с. [Kabata-Pendias A., Pendias Kh. Mikroelementy v pochvakh i rasteniyakh [Microelements in soils and plants.] Per. s angl. – М.: Mir. 1989. 439 s.]
9. Koche D. Trace element analysis and vitamins from an Indian medicinal plant *Nepeta hindostana* (ROTH) Haines // Int. J. Pharmacy and Pharmaceutical Sci. 2010. V. 3. P. 53–54.
10. Ortobaeva F. S., Chelombit'ko V. A. Amino acid and mineral composition of *Nepeta grandiflora* // Chemistry of Natural Compounds. 2007. V. 43. № 3. P. 367–368.
11. Hussain J. et al. Evaluation of the Chemical Composition and Trace Elements Analysis of *Nepeta suaveis* and *Phlomis bracteosa* belonging to Family Labitae // Am Eurasian J Agric Environ Sci. 2009. V. 6. № 6. P. 651–656.
12. Khilik L. A., Bondarenko T. I. Features of mineral nutrition of *Nepeta transcaucasica* in irrigated and dryland conditions // Агрохимия. 1976. Т. 5. С. 85–90.
13. Государственная фармакопея Российской Федерации, XIII изд. – М., 2015. Т. 1. 1470 с.; Т. 2. 1004 с. URL: <http://femb.ru/feml> (дата обращения 10.03.2018).
14. Ганжара Н. Ф., Байбеков Р. Ф., Бойко О. С., Колтыхов Д. С., Арешин А. В. Геология и ландшафтоведение. – М.: Т-во науч. изданий КМК. 2007. 380 с. 56 с. вкл. [Ganzhara N. F., Baibekov R. F., Boiko O. S., Koltykhov D. S., Areshin A. V. Geologiya i landshaftovedenis. – М.: Т-во научн. izdaniy КМК. [Geology and landscape studies.] 2007. 380 s. 56 s. vkl.]
15. Запрометов. М. Н. Фенольные соединения: распространение, метаболизм и функция в растениях. – М.: Наука, 1993. 272 с. [Zaprometov. M. N. Fenol'nye soedineniya: rasprostraneniye, metabolizm i funktsiya v rasteniyakh. [Phenolic compounds: distribution, metabolism and function in plants.] – М.: Nauka, 1993. 272 s.]

