

УДК 615.322:582.929:543.632.4

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ПОБЕГОВ РОЗМАРИНА ЛЕКАРСТВЕННОГО (*ROSMARINUS OFFICINALIS* L.), ИНТРОДУЦИРОВАННОГО В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ ПЯТИГОРСКОГО МЕДИКО-ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

А.С. Никитина, З.М. Тохсырова, О.И. Попова

Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал ФГБОУ ВО ВолгГМУ Минздрава России,
357532, Россия, г. Пятигорск, Калинина, 11
E-mail: lina_nikitina@mail.ru

На сегодняшний день является актуальным направление исследования растительных объектов в рамках экологического мониторинга для совершенствования качества фитопрепаратов. **Целью** настоящей работы явилось определение элементного состава и оценка экологической чистоты побегов розмарина лекарственного (*Rosmarinus officinalis* L.), интродуцированного в ботаническом саду Пятигорского медико-фармацевтического института (ПМФИ) г. Пятигорска (Россия). **Материалы и методы.** Экспериментальные исследования проводили на базе Центральной исследовательской лаборатории спектрального анализа «Кавказгеолсъемка» на дифракционном спектрографе ДФС-8-1 методом испарения из кратера угольного электрода. Фотометрирование спектрограмм проводили с помощью атласа спектральных линий и спектров-стандартов с погрешностью не более 2% в пересчете на золу. **Результаты и обсуждение.** Впервые в побегах розмарина лекарственного, интродуцированного на Северном Кавказе, было идентифицировано 25 элементов, из них преобладающие макро- K, Ca, Mg, Na, P и микроэлементы – Al, Si и Fe. Токсичные элементы As, Cd, Hg, Bi, Sb в побегах розмарина лекарственного не обнаружены. Розмарин лекарственный не накапливает тяжелых металлов или они присутствуют в следовых количествах. **Заключение.** Отсутствие тяжелых металлов или их низкое содержание в побегах розмарина лекарственного можно объяснить благополучными экологическими условиями ботанического сада. Принимая во внимание тот факт, что биогенная аккумуляция и средний химический состав растительных организмов являются их систематическим признаком, возможно использование побегов розмарина лекарственного как источника не только природных соединений первичного и вторичного синтеза, но и минеральных веществ, участвующих в регуляции процессов жизнедеятельности. Это подчеркивает терапевтическую значимость сырья и возможность создания препаратов комбинированного действия для лечения и профилактики ряда патологий, связанных с нарушением минерального обмена на основе розмарина лекарственного.

Ключевые слова: розмарин лекарственный, *Rosmarinus officinalis* L., побеги, микроэлементы, макроэлементы

ELEMENTAL COMPOSITION OF ROSEMARY SHOOTS (*ROSMARINUS OFFICINALIS* L.), INTRODUCED IN THE BOTANICAL GARDEN OF PYATIGORSK MEDICAL-PHARMACEUTICAL INSTITUTE

A.S. Nikitina, Z.M. Tohsirova, O.I. Popova

Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute – branch of Volgograd State
Medical University, 11, Kalinin ave., Pyatigorsk, Russia, 357532
E-mail: lina_nikitina@mail.ru

Для цитирования:

Никитина А.С., Тохсырова З.М., Попова О.И.
ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ПОБЕГОВ РОЗМАРИНА
ЛЕКАРСТВЕННОГО (*ROSMARINUS OFFICINALIS* L.),
ИНТРОДУЦИРОВАННОГО В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ
ПЯТИГОРСКОГО МЕДИКО-ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОГО
ИНСТИТУТА.

Фармация и фармакология. 2017;5(6):581-588.

DOI:10.19163/2307-9266-2017-5-6-581-588

© А.С. Никитина, З.М. Тохсырова, О.И. Попова, 2017

For citation:

Nikitina A.S., Tohsirova Z.M., Popova O.I.
ELEMENTAL COMPOSITION OF ROSEMARY SHOOTS
(*ROSMARINUS OFFICINALIS* L.), INTRODUCED
IN THE BOTANICAL GARDEN OF PYATIGORSK
MEDICAL-PHARMACEUTICAL INSTITUTE.

Pharmacy & Pharmacology. 2017;5(6):581-588. (In Russ.)

DOI:10.19163/2307-9266-2017-5-6-581-588

Nowadays studying plant objects in the framework of environmental monitoring to improve the quality of herbal remedies is a very important area of research. **The aim of the work** is to determine the elemental composition and assessment of environmental cleanliness of rosemary shoots (*Rosmarinus officinalis* L.), introduced in Botanical garden of Pyatigorsk medical-pharmaceutical Institute (PMPI), Pyatigorsk (Russia). **Materials and methods.** An experimental study was performed at the Central research laboratories spectral analysis ("Kavkazgeolsyemka") on diffraction spectrograph DFS-8-1 by evaporation from a crater of the carbon electrode. Photometric measurement of spectrograms was performed using the Atlas of spectral lines and spectra of standards with an accuracy of not more than 2% in terms of ash. **Results and discussion.** For the first time there were 25 elements identified in rosemary shoots introduced in the North Caucasus. The prevailing macro elements were K, Ca, Mg, Na, P and the trace elements were Al, Si and Fe. The toxic elements As, Cd, Hg, Bi, Sb were not detected in the rosemary shoots. Rosemary does not accumulate heavy metals or they are present in trace amounts. **Conclusion.** The absence of heavy metals or their low content in rosemary shoots can be explained prosperous environmental conditions of Pyatigorsk Botanical garden. The use of rosemary shoots as a source of natural compounds of primary and secondary synthesis and minerals, are involved in the regulation of life processes. This underlines the therapeutic importance of the raw materials and the possibility of creating drugs of combined action on the basis of rosemary for the treatment and prevention of pathologies associated with disorders of mineral metabolism.

Keywords: Rosemary, *Rosmarinus officinalis* L., shoots, microelements, macroelements

Введение. Фармакологическая активность лекарственных растений связана с содержанием в них не только органических биологически активных веществ, но и веществ неорганической природы – макро- и микроэлементов. Одним из первых важную роль микро- и макроэлементов в физиологических процессах растительных и животных организмов описал академик В.И. Вернадский, говоря о том, что органические и неорганические природные элементы связаны друг с другом и возможность протекания основных физиологических реакций в живых организмах зависит от их содержания [1, 2]. Внедрение современных технологий и химизация многих сфер промышленного производства, рост количества автотранспорта приводят к накоплению в окружающей среде различных опасных и ядовитых химических веществ – токсикантов на всех уровнях биосферы, что разрушает природное экологическое равновесие. Элементами биосферы, которые в большей степени подвергаются загрязнению тяжёлыми металлами, являются почва и вода [3, 4]. Степень загрязнения окружающей среды обуславливает уровень содержания экотоксикантов в сырье лекарственных растений, поэтому актуально направление исследований растительных объектов в рамках экологического мониторинга для совершенствования качества фитопрепаратов [3, 5]. Исследования по данной тематике проводились в ряде регионов России, в странах Европы, Африки, Азии. Публикации в научной литературе показывают, что в лекарственном растительном сырье наблюдается накопление таких металлов, как свинец и кадмий.

В медицинской практике всех стран мира находят применение лекарственные растения, содержащие эфирные масла. Розмарин лекарственный (*Rosmarinus officinalis* L.), семейство яснотковые (*Lamiaceae*) – эфиромасличное многолетнее вечнозеленое растение. Произрастает в диком виде в Северной Африке, Турции, в странах Средиземноморья. Листья розмарина включены в состав Британской травяной фармакопеи, в США, Индии, Китае являются официальным сырьем и используются в гомеопатии [5, 6].

Листья розмарина используются в качестве приправы и консерванта пищевых продуктов. Эфирное масло розмарина проявляет выраженные антибактериальные, противогрибковые, противовоспалительные, цитостатические, антиоксидантные свойства [7]. Оно входит в состав таких комбинированных препаратов, как «Канефрон», «Пульмекс», «Эвкабол», «Тетесепт» и ряда зарегистрированных биологически активных добавок (БАД) к пище. Основной группой биологически активных веществ листьев розмарина является эфирное масло, содержание которого достигает 1,8%, основными компонентами которого являются: цинеол (19,6%), борнилацетат (9,1%), изоборнеол (8,4%), d-вербенон (7,9%), δ-пинен (7,9%) [8]. Разносторонние исследования розмарина лекарственного проводятся во многих странах мира. По данным научной литературы и согласно собственным исследованиям, листья и побеги розмарина также содержат дубильные вещества, флавоноиды, розмариновую, кофейную, никотиновую, урсоловую кислоты, аминокислоты и минеральные вещества [9, 10]. Изучение научной отечественной и зарубежной литературы показало, что данные по элементному составу побегов розмарина лекарственного отсутствуют. На официальном сайте Министерства сельского хозяйства США в национальной базе данных продуктов питания листья розмарина лекарственного отнесены в раздел «Специи и приправы, продукты питания». В 100 г свежего/сухого сырья содержится в мг: кальций (Ca) – 317/1280, железо (Fe) – 6,65/29,25, магний (Mg) – 91/220, марганец (Mn) – 0,960/1,867, фосфор (P) – 66/70, калий (K) – 668/955, натрий (Na) – 26/50, цинк (Zn) – 0,93/3,23, медь (Cu) – 0,301/0,55, селен (Se) – 4,6 мг [11]. Токсичных элементов не накапливает. Изучение минеральных веществ побегов розмарина лекарственного, интродуцированного в ботаническом саду Пятигорского медико-фармацевтического института (ПМФИ), актуально для дальнейшего применения сырья как источника биологически активных веществ. Представляет научный интерес исследование влияния антропогенных факторов на экологиче-

ское состояние сада и накопление токсичных элементов в растениях, произрастающих на его территории, так как ботанический сад находится в черте города.

Цель исследования – определение элементного состава и оценка экологической чистоты побегов розмарина лекарственного, интродуцированного в ботаническом саду Пятигорского медико-фармацевтического института.

Материалы и методы. Объектом исследования были образцы сырья – однолетние недревесневшие побеги розмарина лекарственного, заготовленного в ботаническом саду Пятигорского медико-фармацевтического института (г. Пятигорск, Россия) в 2015 году.

Заготовка сырья. Сушку сырья проводили при 25–30°C, избегая воздействия прямых солнечных лучей, в течение двух недель. Потеря в массе при высушивании побегов розмарина составила от 6,83% до 9,01%. Заготовленное сырье розмарина лекарственного представляет собой смесь облиственных побегов длиной 15–20 см, листьев и небольшого количества цветков. Листья супротивные, кожистые продолговатые, с цельным завернутыми вниз краем, длиной 31–35 мм и шириной 2–3 мм; поверхность листьев с верхней стороны темно-зеленого цвета, кожистая, блестящая, с нижней стороны – сизая с густым войлочным опушением, черешки короткие. Стебли цилиндрической формы, опушенные с сероватой отслаивающейся пробкой. Цветки с пятизубчатой чашечкой и двугубым бледно-розовым венчиком.

Определение элементного состава. Аналитическую пробу (масса 10,0 г) для определения элементного состава готовили методом квартования из средней пробы [12]. Предварительные исследования содержания золы общей и золы, нерастворимой в 10% растворе хлористоводородной кислоты, в побегах розмарина лекарственного показали, что в исследованных образцах сырья зола общая составляет 1,02–1,79% и зола, нерастворимая в 10% растворе хлористоводородной кислоты, не превышает 0,13 до 0,26% [9, 13].

Определение элементного состава побегов проводили на базе Центральной исследовательской лаборатории спектрального анализа «Кавказгеолсъемка» (аттестат аккредитации РОСС RU 0001.510717) методом испарения из кратера угольного электрода на дифракционном спектрографе ДФС-8-1. Фотометрирование спектрограмм проводили с помощью атласа спектральных линий и спектров-стандартов с погрешностью не более 2% в пересчете на золу. Пробу исследуемого сырья для анализа готовили методом сухой (термической) минерализации путем сжигания пробы в муфельной печи при контролируемом температурном режиме. Около 2,5 г, измельченных и просеянных сквозь сито с размером отверстий 1 мм, побегов розмарина лекарственного помещали в фарфоровый тигель и переносили в холодную муфельную печь. Озольнение образца проводили постепенно, поднимая температуру печи на 50°C каждые 30 минут до 480°C. Образец выдерживали до полного озольнения [14]. Для определения содержания кадмия и свинца после охлаждения пробу переносили во фторопластовый стакан, прибавляли 5 мл азотной кислоты концентрированной, свободной от свинца и кадмия, оставляли на 10 часов. Затем пробу выпаривали до сухого остатка и добавляли 1 мл фтористоводородной кислоты концентрированной, выпаривали досуха при сильном нагреве. Остаток охлаждали и обрабатывали 10 мл хлористоводородной кислотой разведенной (1:1), упаривали. Остаток доводили хлористоводородной кислотой 2,5% раствором до объема 10 мл.

Результаты и обсуждение. Обработка результатов измерений проводилась с использованием компьютерных программ. В расчетах использовали среднее арифметическое трех параллельных измерений одной пробы. Результаты определения макро- и микроэлементов в процентах от массы зольного остатка побегов розмарина лекарственного представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Элементный состав побегов *Rosmarinus officinalis* L.

Элемент	Содержание, % от массы зольного остатка	Элемент	Содержание, % от массы зольного остатка
Макроэлементы			
Калий (K) *	30	Магний (Mg) *	5
Кальций (Ca) *	10	Натрий (Na) *	5
Фосфор (P)	3		
Микроэлементы			
Железо (Fe) *	0,3	Серебро (Ag)	0,00001
Алюминий (Al)	0,5	Кремний (Si)	6
Стронций (Sr)	0,15	Марганец (Mn) *	0,1
Цинк (Zn) *	0,06	Титан (Ti) **	0,05
Бор (B)	0,05	Медь (Cu) *	0,015
Барий (Ba)	0,03	Никель (Ni) **	0,002
Ванадий (V) **	0,002	Молибден (Mo) *	0,002
Хром (Cr) **	0,002	Кадмий (Cd)	Не обнаружено
Свинец (Pb)	0,002	Селен (Se)	Не обнаружено
Литий (Li) *	0,004	Мышьяк (As)	Не обнаружено
Кобальт (Co) *	0,0003	Висмут (Bi)	Не обнаружено
Олово (Sn)	0,0004	Сурьма (Sb)	Не обнаружено
Бериллий (Be)	0,0001	Ртуть (Hg)	Не обнаружено

* – эссенциальные элементы, ** – условно-эссенциальные элементы

Данные экспериментальных исследований показывают, что в побегах розмарина лекарственного, интродуцированного в ботаническом саду ПМФИ, присутствует 25 элементов. Сырьё богато биологически активными макро-, микро- и ультрамикроэлементами, из которых 11 являются эссенциальными и 4 – условно-эссенциальными. По результатам анализа составлен перечень обнаруженных элементов в соответствии с их процентным содержанием в зольном остатке побегов розмарина лекарственного: $K > Ca > Si > Mg > Na > P > Al > Fe > Mn > Sr > Zn > B > Ti > Ba > Cu > Li > Mo > Pb > Ni > V > Cr > Sn > Co > Be > Ag$, который свидетельствует о значительном содержании кальция, калия, магния, натрия и фосфора – макроэлементов и микроэлементов – алюминия, железа и кремния.

Токсичные элементы: мышьяк (As), кадмий (Cd), ртуть (Hg), висмут (Bi), сурьма (Sb), содержание которых нормируется Государственной Фармакопеей 13-го издания, в побегах розмарина лекарственного не обнаружены, содержание свинца (Pb) сравнивали с предельно допустимой концентрацией (ПДК) для чая, так как отсутствуют единые показатели ПДК для токсичных элементов в лекарственном растительном сырье [15]. Полученное значение не превышает предельно допустимую концентрацию (ПДК). Анализ образца почвы ботанического сада показал присут-

ствие таких макро- и микроэлементов (мг/кг почвы), как: натрий – 953,0; калий – 425,7; кальций – 623,0; фосфор – 1020; барий – 220; медь – 82,1; цинк – 60,2; свинец – 27,3; серебро – 0,7; молибден – 2,1; стронций – 3,2; литий – 4,9; марганец – 543; никель – 7,9; галлий – 10,0; германий – 0,7. Данные свидетельствуют об отсутствии токсичных элементов в почве, где интродуцирован исследуемый растительный объект.

Закключение. Впервые определен элементный состав однолетних побегов розмарина лекарственного, интродуцированного на Северном Кавказе. Отсутствие тяжелых металлов и их низкое содержание в побегах розмарина лекарственного можно объяснить благополучными экологическими условиями ботанического сада. Принимая во внимание тот факт, что биогенная аккумуляция и средний химический состав растительных организмов являются их систематическим признаком, возможно использование побегов розмарина лекарственного как источника не только природных соединений первичного и вторичного синтеза, но и минеральных веществ, участвующих в регуляции процессов жизнедеятельности. Это подчеркивает терапевтическую значимость сырья и возможность создания препаратов комбинированного действия на основе розмарина лекарственного для лечения и профилактики заболеваний, связанных с нарушением минерального обмена.

Introduction. Pharmacological activity of medicinal plants is associated with the fact that they contain not only organic biologically active substances, but also inorganic ones – macro- and microelements. Academician V.I. Vernadsky was one of the first to describe the important role of micro- and macroelements in the physiological processes of plant and animal organisms. The scientist discussed the relation of organic and inorganic natural elements to each other and the fact that their content can influence the occurrence of basic physiological reactions in living organisms [1, 2]. The introduction of modern technologies and the chemicalization of many areas of industrial production, the increase in the number of vehicles lead to the accumulation of various dangerous and poisonous chemicals in the environment – toxicants at all levels of the biosphere, which destroys the natural ecological balance. The elements of the biosphere that are more exposed to pollution by heavy metals are soil and water [3, 4]. The degree of pollution of the environment determines the levels of toxicants in raw materials of medicinal plants, that is why the area of research of the plant within environmental monitoring to improve the quality of herbal remedies is so important [3, 5]. The studies of this type were conducted in several regions of Russia and some countries of Europe, Africa, Asia. Publications in the scientific literature show the accumulation of such metals as lead and cadmium in medicinal plant raw materials.

In medical practice of all countries in the world, medicinal plants containing essential oils are used. Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.), *Lamiaceae* family, is

a aromatic perennial evergreen plant. It grows wild in North Africa, Turkey, Mediterranean countries. Rosemary leaves are included in the British Herbal Pharmacopoeia, in the United States, India, China they are official raw materials and are used in homeopathy [5, 6]. Rosemary leaves are used as a seasoning and food preservative. Essential oil of rosemary exhibits a pronounced antibacterial, antifungal, anti-inflammatory, cytostatic, antioxidant properties [7]. It is a part of such combined preparations as “Kanefron”, “Pulmeks”, “Evkabol”, “Tetesept” and a number of registered biologically active additives (BAA) for food. The main group of biologically active substances of rosemary leaves is an essential oil, the content of which reaches 1.8%; their main components are: cineol (19.6%), bornilacetate (9.1%), isoborneol (8.4%), d-verbenone (7.9%), δ -pinene (7.9%) [8]. Versatile studies of rosemary are conducted in many countries around the world. According to the scientific literature and own research, leaves and rosemary shoots also contain tannins, flavonoids, rosemary, coffee, nicotinic, ursolic acids, amino acids and minerals [9, 10]. The study of domestic and foreign scientific literature has shown that the data on the elemental composition of rosemary shoots are absent. On the official website of the US Department of Agriculture in the national food database, leaves of dwarf rosemary are referred to the section “Spices and condiments, food” [11]. In 100 grams of fresh/dry raw materials there are (in mg): calcium (Ca) – 317/1280, iron (Fe) – 6.65 / 29.25, magnesium (Mg) – 91/220, manganese (Mn) – 0.960/1.867, phosphorus (P) – 66/70, potassium (K) – 668/955, sodium (Na) – 26/50,

zinc (Zn) – 0.93/3.23, copper (Cu) – 0.301/0.55, selenium (Se) – 4,6 mg [11]. Toxic elements do not accumulate. The study of mineral substances of rosemary shoots introduced in the botanical garden of PMFI is relevant for the further use of raw materials as a source of biologically active substances. It is of scientific interest to study the influence of anthropogenic factors on the ecological state of the garden and the accumulation of toxic elements in plants growing on its territory, because the botanical garden is within the city limits.

The aim of the work is to determine the elemental composition and evaluate the ecological purity of rosemary shoots introduced in the botanical garden of Pyatigorsk medical-pharmaceutical institute.

Materials and methods. The object of the study is the samples of raw materials – annual, non-fading rosemary shoots prepared in the botanical garden of Pyatigorsk medical-pharmaceutical institute (Pyatigorsk, Russia) in 2015.

Collection of raw materials. Raw material drying was carried out at 25–30°C, avoiding exposure to direct sunlight, for two weeks. Humidity of the rosemary shoots was of 6.83% to 9.01%. Harvested rosemary raw material was a mixture of leafy shoots 15–20 cm long, leaves and a small number of flowers. The leaves were opposite, leathery, oblong, with rolled down edge, 31–35 mm long and 2–3 mm wide; the leaf surface from the upper side was dark green, leathery, glossy; underside – grey with dense tomentose pubescence, the petioles were short. The stems were cylindrical in shape, pubescent with grayish loose tube. The flowers were with five-toothed calyx and a bilabiate pale-blue corolla.

Determination of elemental composition. An analytical sample (weight 10.0) for the determination of the elemental composition was prepared by quartizing from an average sample [12]. Preliminary studies of the content of total ash and ash insoluble in 10% hydrochloric acid solution in rosemary shoots showed that in the sam-

ples of raw materials analyzed the total ash was 1.02–1.79% and the ash insoluble in 10% hydrochloric acid solution did not exceed 0.13% to 0.26% [9, 13].

The elemental composition of the shoots was determined on the basis of the Central Research Laboratory for Spectral Analysis “Kavkazgeolzemka” (accreditation certificate ROSS RU 0001.510717) by evaporation from the crater of a carbon electrode, on a diffraction spectrograph DFS-8-1. Photometry of the spectrograms was carried out using an atlas of spectral lines and spectra-standards with an error of no more than 2% in terms of ash. The sample of the raw material for the analysis was prepared by the method of dry (thermal) mineralization by burning the sample in a muffle furnace under controlled temperature conditions. About 2.5 g of crushed and sifted through a sieve with a size of 1 mm holes of dwarf rosemary shoots were placed in a porcelain crucible and transferred to a cold muffle furnace. The sample was oxidized gradually, raising the furnace temperature by 50°C every 30 minutes to 480°C. The sample was kept until complete ashing [14]. To determine the cadmium and lead contents after cooling, the sample was transferred to a fluoroplastic beaker, then 5 ml of concentrated nitric acid, free from lead and cadmium, was added. The sample was left for 10 hours, then evaporated to a dry residue. After that 1 ml of concentrated hydrofluoric acid was added and evaporated to dryness under intense heat. The residue was cooled, then treated with 10 ml of hydrochloric acid diluted (1:1) and evaporated. The residue was adjusted with 2.5% hydrochloric acid to a volume of 10 ml.

Results and discussion. The processing of the measurement results was carried out using computer programs. In the calculations, the arithmetic mean of three parallel measurements of one sample was used. The results of the determination of macro- and microelements as a percentage of the mass of the ash residue of rosemary shoots are presented in Table 1.

Table 1 – Elemental composition of shoots of *Rosmarinus officinalis* L.

Element	Content,% by weight of ash residue	Element	Content,% by weight of ash residue
Macroelements			
Potassium (K) *	30	Magnesium (Mg) *	5
Calcium (Ca) *	10	Sodium (Na) *	5
Phosphorus (P)	3		
Microelements			
Iron (Fe) *	0.3	Silver (Ag)	0.00001
Aluminum (Al)	0.5	Silicon (Si)	6
Strontium (Sr)	0.15	Manganese (Mn) *	0.1
Zinc (Zn) *	0.06	Titanium (Ti) **	0.05
Bor (B)	0.05	Copper (Cu) *	0.015
Barium (Ba)	0.03	Nickel (Ni) **	0.002
Vanadium (V) **	0.002	Molybdenum (Mo) *	0.002
Chromium (Cr) **	0.002	Cadmium (Cd)	Not detected
Lead (Pb)	0.002	Selenium (Se)	Not detected
Lithium (Li) *	0.004	Arsenic (As)	Not detected
Cobalt (Co) *	0.0003	Bismuth (Bi)	Not detected
Tin (Sn)	0.0004	Antimony (Sb)	Not detected
Beryllium (Be)	0.0001	Mercury (Hg)	Not detected

* – essential elements, ** – conditionally essential elements

The data of the experimental studies show that in the rosemary shoots introduced in the PMFI botanical garden, there are 25 elements. The raw materials are rich in biologically active macro-, micro- and ultramicroelements, of which 11 are essential and 4 are conditionally essential. Based on the results of the analysis, a list of the detected elements was compiled in accordance with their percentage content in the ash residue of shoots of rosemary: $K > Ca > Si > Mg > Na > P > Al > Fe > Mn > Sr > Zn > B > Ti > Ba > Cu > Li > Mo > Pb > Ni > V > Cr > Sn > Co > Be > Ag$, which indicates a significant content of macroelements (calcium, potassium, magnesium, sodium and phosphorus) and trace elements (aluminum, iron and silicon).

Toxic elements of arsenic (As), cadmium (Cd), mercury (Hg), bismuth (Bi), antimony (Sb), the content of which is normalized by the State Pharmacopoeia of the 13th edition, were not found in the rosemary shoots; the lead content (Pb) was compared with the maximum permissible concentration (MPC) for tea, since there are no consolidated indicators of MPC for toxic elements in medicinal plant raw materials [15]. The obtained value does not exceed the maximum permissible concentration (MPC). The analysis of the sample soil of the botanical

garden showed the presence of such macro- and microelements (mg / kg soil) as: sodium – 953.0; potassium – 425.7; calcium – 623.0; phosphorus – 1020; barium – 220; copper – 82.1; zinc – 60.2; lead – 27.3; silver – 0.7; molybdenum – 2.1; strontium – 3.2; lithium – 4.9; manganese – 543; nickel – 7.9; gallium – 10.0; germanium – 0.7. The data indicate that there are no toxic elements in the soil where the studied plant object is introduced.

Conclusion. For the first time the elemental composition of annual rosemary shoots introduced in the North Caucasus was determined. The absence of heavy metals and their low content in the rosemary shoots can be explained by the favorable ecological conditions of the botanical garden. Taking into account the fact that biogenic accumulation and the average chemical composition of plant organisms are their systematic feature, it is possible to use rosemary shoots as a source of not only natural compounds of primary and secondary synthesis, but also as minerals involved in the regulation of vital processes. This emphasizes the therapeutic importance of raw materials and the possibility of creating combinations of drugs based on rosemary for the treatment and prevention of diseases associated with violation of mineral metabolism.

Библиографический список

1. Скальный А.В. Химические элементы в физиологии и экологии человека. М., 2004. 215 с.
2. Лесиовская Е.Е., Бахтина С.М., Датукишвили Г. Витамины и микроэлементы природного происхождения – средства оздоровления или лечения? // Российские аптеки. 2004. № 1–2. С. 12–16.
3. Гравель И.В., Нгуен Тхи Ны Куинь, Алексеева Н.А., Тарасенко О.А. Изучение минерального состава сырья и водных извлечений мяты перечной и мяты полевой // Фармация. 2013. № 3. С. 24–27.
4. Abdul-Wahab O., El-Rjoob Adnan, Massadeh M., Mohammad Omari N. Evaluation of Pb, Cu, Zn, Cd, Ni and Fe levels in *Rosmarinus officinalis* Labiatae (Rosemary) medicinal plant and soils in selected zones in Jordan // Environ Monit Assess. 2008. P. 61–68. DOI: 10.1007/s10661-007-9847-3
5. Borrás-Linares I., Stojanović Z., Quirantes-Piné R., Arráez-Román D., Švarc-Gajić J., Fernández-Gutiérrez A., Segura-Carretero A. *Rosmarinus officinalis* leaves as a natural source of bioactive compounds // Int. J. Mol. Sci. 2014, No15. P. 20585–20606. DOI: 10.3390/ijms151120585.
6. Логвиненко Л.А., Хлыпенко Л.А., Марко Н.В. Ароматические растения семейства Lamiaceae для фитотерапии // Фармация и фармакология. 2016. № 4(4). С. 34–47. DOI: 10.19163/2307-9266-2016-4-4-34-47
7. Тохсырова З.М., Никитина А.С., Попова О.И. Изучение антимикробного действия эфирного масла из побегов розмарина лекарственного (*Rosmarinus officinalis* L., Lamiaceae) // Фармация и фармакология. 2016. Т. 4. № 1(14). С. 66–71. DOI: 10.19163/2307-9266-2016-4-1(14)-66-71
8. Тохсырова З.М., Никитина А.С., Попова О.И., Меликов Ф.М., Попов И.В. Состав эфирного масла побегов розмарина лекарственного, интродуцированного в России // Фармация. 2016. № 6. С. 25–29.
9. Никитина А.С., Тохсырова З.М., Попова О.И. Фитохимическое исследование побегов розмарина для обоснования показателей норм качества // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сб. науч. тр. / Пятигорский медико-фармацевтический институт. Пятигорск, 2015. С. 68–71.
10. Тохсырова З.М., Никитина А.С., Попова О.И. Аминокислоты побегов розмарина лекарственного (*Rosmarinus officinalis* L.), интродуцированного в ботаническом саду пятигорского медико-фармацевтического института // Фундаментальные исследования. 2015. № 2–15. С. 3330–3332. URL: www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=37779 (дата обращения: 09.07.2017).
11. Министерство сельского хозяйства Соединенных Штатов, служба сельскохозяйственных исследований. URL: <http://ndb.nal.usda.gov/> (дата обращения: 10.06.2015).
12. ОФС 1.1.0005.15. Отбор проб лекарственного растительного сырья и лекарственных растительных препаратов. Государственная фармакопея РФ. 13-е изд., М., 2015. Т. 1. URL: http://193.232.7.120/feml/clinical_ref/pharmacopoeia_1_.html/HTML/#155/z (дата обращения: 01.03.2016).
13. Государственная фармакопея СССР. Вып. 1: Общие методы анализа / МЗ СССР. 11-е изд., доп. М.: Медицина, 1987. 336 с.
14. ОФС 1.5.3.0009.15. Определение содержания тяжелых металлов и мышьяка в лекарственном раститель-

ном сырье и лекарственных растительных препаратах. Государственная фармакопея РФ. 13-е изд., М., 2015. Т. 2. URL: http://193.232.7.120/feml/clinical_ref/pharmacopoeia_2_html/HTML/#421/z (дата обращения: 01.03.2016).

15. СанПиН 2.3.2. 1078-01. Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов. М.: Изд-во ФГ УР Интрэсн; Изд-во Континент Торг, 2002. 164 с.

References

1. Skal'nyj AV. Himicheskie jelementy v fiziologii i jekologii cheloveka [Chemical elements in human physiology and ecology]. Moscow, 2004. 215 p. Russian.
2. Lesiovskaja EE, Bahtina SM, Datukishvili G. Vitaminy i mikrojelementy prirodnogo proishozhdenija – sredstva ozdorovlenija ili lechenija? [Vitamins and microelements of natural origin – means of healing or treatment?]. Rossijskie apteki. 2004; 1-2:12-6. Russian.
3. Gravel' IV, Nguen Thi N'y Kuin', Alekseeva NA, Tarasenko OA. Izuchenie mineral'nogo sostava syr'ja i vodnyh izvlechenij mjaty perechnoj i mjaty polevoj [The study of the mineral composition of raw materials and aqueous extracts of peppermint and mint]. Pharmacy. 2013; 3:24 – 7. Russian.
4. Abdul-Wahab O, El-Rjoob Adnan, Massadeh M, Mohammad Omari N. Evaluation of Pb, Cu, Zn, Cd, Ni and Fe levels in Rosmarinus officinalis Labiatae (Rosemary) medicinal plant and soils in selected zones in Jordan. Environ Monit Assess. 2008 May; 140(1-3):61-8. DOI: 10.1007/s10661-007-9847-3
5. Borrás-Linares I, Stojanović Z, Quirantes-Piné R, Arráez-Román D, Švarc-Gajić J, Fernández-Gutiérrez A, Segura-Carretero A. Rosmarinus officinalis leaves as a natural source of bioactive compounds. Int. J. Mol. Sci. 2014 Nov 10; 15(11):20585-606. DOI: 10.3390/ijms151120585
6. Logvinenko LA, Hlypenko LA, Marko NV. Aromaticheskie rastenija semejstva Lamiaceae dlja fitoterapii [Aromatic plants of the Lamiaceae family for phytotherapy]. Pharmacy & Pharmacology. 2016;4(4):34-47. DOI: 10.19163/2307-9266-2016-4-4-34-47. Russian.
7. Tohsyrova ZM, Nikitina AS, Popova OI. Izuchenie antimikrobnogo dejstvija jefirnogo masla iz pobegov rozmarina lekarstvennogo (Rosmarinus officinalis L., Lamiaceae) [Study of the antimicrobial effect of essential oil from rosemary shoots officinalis (Rosmarinus officinalis L., Lamiaceae)]. Pharmacy & Pharmacology. 2016; 4.1(14):66-71. DOI: 10.19163/2307-9266-2016-4-1(14)-66-71. Russian.
8. Tohsyrova ZM, Nikitina AS, Popova OI, Melikov FM, Popov IV. Sostav jefirnogo masla pobegov rozmarina lekarstvennogo, introducirovannogo v Rossii [The composition of essential oil of rosemary shoots, introduced in Russia]. Pharmacy. 2016; 6:25-9. Russian.
9. Nikitina AS, Tohsyrova ZM, Popova OI. Fitohimicheskoe issledovanie pobegov rozmarina dlja obosnovanija pokazatelej norm kachestva [Phytochemical study of rosemary shoots to justify the quality indexes]. The collection of materials of scientific conference "Development, research and marketing of new pharmaceutical products: Publishing house of PMFI". Pyatigorsk. 2015; 68–71. Russian.
10. Tohsyrova ZM, Nikitina AS, Popova OI. Aminokisloty pobegov rozmarina lekarstvennogo (Rosmarinus officinalis L.), introducirovannogo v botanicheskom sadu pjatigorskogo mediko-farmaceuticheskogo institute [Amino acids of rosemary shoots officinalis (Rosmarinus officinalis L.), introduced in the botanical garden of Pyatigorsk medico-pharmaceutical institute]. Basic research. [Internet]. [cited 2012 Jun 09]. 2015; 2-15:3330-2. Available from: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=37779>. Russian.
11. United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service [Internet]. [cited 2015 Jul 10]. Available from: <http://ndb.nal.usda.gov/>. Russian.
12. OFS 1.1.0005.15. Otorb prob lekarstvennogo rastitel'nogo syr'ja i lekarstvennyh rastitel'nyh preparatov [Sampling of medicinal plant material and medicinal herbal preparations]. Gosudarstvennaja farmakopeja RF. [State Pharmacopoeia of the Russian Federation]. 13. Moscow, 2015; 1. [Internet]. [cited 2016 Mar 01]. Available from: http://193.232.7.120/feml/clinical_ref/pharmacopoeia_1_html/HTML/#155/z. Russian.
13. Gosudarstvennaja farmakopeja SSSR [State Pharmacopoeia of the USSR]. 1: Obshhie metody analiza. Ministry of Health of the USSR. 11. Moscow: Medicine, 1987. 336 p. Russian.
14. OFS 1.5.3.0009.15. Opredelenie soderzhaniya tjazhelyh metallov i mysh'jaka v lekarstvennom rastitel'nom syr'ja i lekarstvennyh rastitel'nyh preparatah [Determination of heavy metals and arsenic in medicinal plant raw materials and herbal preparations]. Gosudarstvennaja farmakopeja RF. 13. Moscow, 2015;2. [Internet]. [cited 2016 Mar 01]. Available from: http://193.232.7.120/feml/clinical_ref/pharmacopoeia_2_html/HTML/#421/z. Russian.
15. СанПиН 2.3.2. 1078-01. Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов [Hygienic requirements to the quality and safety of food raw materials and food products]. Moscow: FGUR Intrsjen; Kontinent Torg; 2002: 164 p. Russian.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Никитина Ангелина Сергеевна – кандидат фармацевтических наук, преподаватель кафедры фармакогнозии Пятигорского медико-фармацевтического института – филиала ФГБОУ ВО ВолгГМУ Минздрава России. Область научных интересов: фармакогностическое изучение и стандартизация лекарственного растительного сырья. SPIN-код: 3011-2308, Author ID: 679914, ORCID iD: 0000-0002-8536-6567; Researcher ID: O-7939-2017. E-mail: lina_nikitina@mail.ru

Тохсырова Зарина Маирбековна – аспирант кафедры фармакогнозии Пятигорского медико-фармацевтического института – филиала ФГБОУ ВО ВолгГМУ Минздрава России. Область научных интересов: фармакогностическое изучение и стандартизация лекарственного растительного сырья. E-mail: zayka.tohsyrova@mail.ru

Попова Ольга Ивановна – доктор фармацевтических наук, профессор кафедры фармакогнозии Пятигорского медико-фармацевтического института-филиала ФГБОУ ВО ВолгГМУ Минздрава России. Область научных интересов: фармакогностическое изучение и стандартизация лекарственного растительного сырья. E-mail: beegeeslover@mail.ru

Nikitina Angelina Sergeevna – PhD (Pharmacy), lecturer of the Department of pharmacognosy, Pyatigorsk Medical Pharmaceutical Institute of Volgograd Medical State University. Research interests: pharmacognostic study of medicinal plants and standardization of herbal drugs. SPIN-код: 3011-2308, Author ID: 679914, ORCID ID: 0000-0002-8536-6567; Researcher ID: O-7939-2017. E-mail: lina_nikitina@mail.ru

Tohsirova Zarina Mairbekovna – postgraduate student of the Department of pharmacognosy of Pyatigorsk Medical Pharmaceutical Institute of Volgograd Medical State University. Research interests: pharmacognostic study of medicinal plants and standardization of herbal drugs. E-mail: zayka.tohsyrova@mail.ru

Popova Olga Ivanovna – PhD (Pharmacy), Professor of the Department of pharmacognosy, Pyatigorsk Medical Pharmaceutical Institute of Volgograd Medical State University. Research interests: pharmacognostic study of medicinal plants and standardization of herbal drugs. E-mail: beegeeslover@mail.ru.

Поступила в редакцию: 12.09.2017
Отправлена на доработку: 12.10.2017
Принята к печати: 17.12.2017

Received: 12.09.2017
Sent back for revision: 12.10.2017
Accepted for publication: 17.12.2017