

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ НАДЗЕМНЫХ ОРГАНОВ РОДОДЕНДРОНА ЗОЛОТИСТОГО (*RHODODENDRON AUREUM GEORGI.*) ФЛОРЫ ВОСТОЧНОГО САЯНА

И. А. Мурашкина¹, В. М. Минович¹, В. В. Гордеева¹, Е. П. Чебыкин^{2,3}

¹ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Минздрава России

²ФГБУН Лимнологический институт Сибирского отделения Российской академии наук

³Институт земной коры Сибирского отделения Российской академии наук

Поступила в редакцию 15.03.2019 г.

Аннотация. Макро- и микроэлементы участвуют во всех биохимических процессах организма человека. Их недостаток, отсутствие или избыточное содержание может привести к развитию патологических процессов. Источниками элементов могут быть лекарственные растения. Статья посвящена изучению элементного состава надземных органов *Rhododendron aureum* Georgi. семейства *Ericaceae*, произрастающего в горах Восточного Саяна. Материалом для исследования являлись олиственные побеги *Rhododendron aureum*, собранные в период плодоношения в южных районах Иркутской области, в горах Восточного Саяна, в кедровнике на высоте 1100 м над уровнем моря. Сырье сушили воздушно-теневым способом, остаточная влажность сырья составляла 8.2-10.4%. Исследования элементного состава проводили хромато-масс-спектрометрическим методом с подготовкой проб методом мокрого озоления с азотной кислотой и перекисью водорода. Для калибровки масс-спектрометра использовали смешанный стандарт, приготовленный из многоэлементных стандартных растворов фирмы HIGH-PURITYSTANDARDS (Charleston, USA) ICP-MS-68A-A (9.88 ppb) и ICP-MS-68A-B(9.91 ppb), а также стандартный образец байкальской воды бутылированной (Mg, Cl, Na, Ca, Si, S, K). Идентифицировано 9 макро- и 63 микро – и ультрамикроэлемента. Из макроэлементов в анализируемых образцах преобладают (в мг/кг) кальций (10100), калий (5200), магний (1440), сера (1190), фосфор (860). Обнаружены важные для организма микроэлементы марганец (990), железо (68), селен (0.042). Районы заготовки сырья *Rh. aureum* в горах Восточного Саяна являются экологически чистыми. В анализируемых образцах сырья содержание тяжелых металлов и мышьяка не превышало требований Государственной фармакопеи XIII для лекарственного растительного сырья. Свинца в анализируемых пробах содержалось 0.4 мг/кг (допускается не более 6.0 мг/кг), кадмия – 0.009 мг/кг (допускается не более 1.0 мг/кг), ртути – 0.012 мг/кг (допускается не более 0.1 мг/кг), мышьяка – 0.011 мг/кг (допускается не более 0.5 мг/кг). Таким образом, сырье *Rhododendron aureum* в виде побегов, собранное в горах Восточного Саяна, может быть безопасным источником микроэлементов.

Ключевые слова: метод масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой, *Rhododendron aureum*, макроэлементы, микроэлементы, лекарственные растения.

Макро- и микроэлементы участвуют во всех биохимических процессах организма человека. Они содержатся во внутриклеточной жидкости, регулируя ее состав, участвуют в формировании клеток крови, костей, в процессах функционирования нервной системы, регуляции мышечного тонуса, включая тонус мышц органов сердечно-

сосудистой системы. Микроэлементы участвуют в окислительно-восстановительных процессах, принимают участие в биосинтезе гормонов, ферментов, витаминов. В качестве катализаторов участвуют в обмене веществ, тканевом дыхании, процессах размножения, кроветворения и обезвреживания токсических веществ. Минеральные вещества не синтезируются в организме, их баланс поддерживается за счет пищевых продуктов.

Недостаток, отсутствие или избыточное поступление минеральных веществ может привести к развитию различных патологических процессов, называемых микроэлементозами. Это ведет к развитию онкологических, аутоиммунных заболеваний, болезней лимфатической системы [1].

К макроэлементам относятся магний, кальций, фосфор, сера, натрий, калий. Кальций принимает участие в образовании энергии, синтезе ДНК и РНК, в регуляции проницаемости мембраны клеток, активирует некоторые ферменты. Кальций необходим для формирования костей, зубов, для их роста и повышения плотности костной ткани. Неорганический фосфор, вместе с кальцием, выполняет структурные функции. Фосфаты входят в состав нуклеиновых кислот, органические соединения фосфора являются центральным звеном энергетического обмена. Магний важный катализатор активности ферментов, участвует в процессах энергообразования. Калий имеет большое значение для нормальной деятельности сердечно-сосудистой и нервной систем. Натрий поддерживает водный баланс организма, обеспечивает буферность крови, активирует пищеварительные ферменты [1, 2, 3].

Дополнительным источником минеральных веществ в организме человека являются не только пища, но и лекарственные растения. Исследованиями Жаворонковой М.Е. с соавторами в дальневосточных видах *Rhododendron mucronulatum* Turcz., *Rh. sichotense* Pojark., *Rh. tschonoskii* Maxim., *Rh. schlippenbachii* Maxim. установлено содержание 5 макро- и 25 микроэлементов [4]. Дальневосточные виды рода *Rhododendron* L. в природе и культуре являются марганефилами [5]. В народной медицине Сибири используется листья и побеги рододендрона золотистого – *Rh. aureum* G., семейства вересковых – *Ericaceae* [6, 7]. Это вечнозеленый кустарник до 1 м высотой, с темно-бурыми почти стелющимися ветвями. Листья очередные, эллиптические, цельнокрайние, кожистые, с верхней стороны блестящие, темно-зеленые, с нижней более светлые, край листа слегка завернут вниз. Растение цветет в мае, июне. Цветки крупные пятимерные с желтым широко раскрытым венчиком в щитковидных соцветиях на концах побегов. Встречается *Rh. aureum* в Восточной Сибири в горах в верхней части лесного пояса и на субальпийских лугах [7].

Наземные органы *Rh. aureum* накапливают различные группы биологически активных соединений [6]. В развитии фармакологиче-

ского действия значительное место занимают фенольные соединения. Листья и стебли текущего года жизни содержат простые фенольные соединения арбутин, рододендрин, рододендрол, этил- θ - β -D-глюкопиранозид, 5-метокси-1,3-дигидроксibenзол [8-13]. Также наземные органы *Rh. aureum* накапливают флавоноиды гиперозид, авикулярин, кверцетин, кумарины, дубильные вещества [10, 14]. Из терпеноидов установлено содержание тараксерола, кампанулина [9, 11, 12]. В составе эфирного масла содержатся α -юланген, α -копаен, β -бурбонен, каларен, α -селинен, β -кадинен, кариофилленоксид [15, 16].

Отвары и спиртовые извлечения из *Rh. aureum* в народной медицине применяются при подагре, эпилепсии, бессоннице, туберкулезе, желудочно-кишечных заболеваниях, как мочегонное, при сердечно-сосудистых заболеваниях. Наружно листья применяют в виде ванн при радикулитах, бурсите, обморожениях [6, 10]. Фармакологическими исследованиями подтверждено противовоспалительное действие *Rh. aureum* [17-19]. Настойка листьев *Rh. aureum* (1:10), приготовленная на 40% спирте этиловом, увеличивала продолжительность жизни лабораторных животных при экспериментальном сальмонеллезе, обладала антимикробным и антиоксидантным действием [20].

Для определения перспективности применения сырья *Rh. aureum* в медицинской практике необходимо было установить количественное содержание основных химических элементов в сравнении с другими видами рода рододендрон [4].

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Объектом исследования являлись олиственные побеги дикорастущего растения *Rh. aureum*, собранные в период плодоношения (04.09.2017 г), в южной части Усольского района Иркутской области, в горах Восточного Саяна в кедровнике на высоте 1100 м над у.м. Образцы сырья, собранные от шести экземпляров *Rh. aureum*, сушили воздушно-теневым способом под навесом. Остаточная влажность сырья 8.20-10.4%. Видовая принадлежность изучаемого растения определена доцентом кафедры фармакогнозии и фармацевтической технологии Иркутского государственного медицинского университета, к.б.н. Бочаровой Г.И.

Исследование элементного состава проводили хромато-масс-спектрометрическим методом. Подготовку образцов для анализа проводили методом мокрого озоления азотной кислотой и перекисью водорода в полипропиленовых пробирках

с крышками. К образцам сырья массой 50 мг добавляли 1 мл 72%-ной HNO_3 (очищенной дважды) и озоление вели в ультразвуковой термостатируемой ванне при температуре 70-90°C в течение 30 мин. Далее к образцам сырья прибавляли по 0.4 мл 30%-ной перекиси водорода и выдерживали в ультразвуковой ванне при тех же условиях в течение 30 мин. После озоления в пробирки приливали дистиллированную воду до объема 15 мл и выдерживали в ультразвуковой термостатируемой ванне в течение 30 мин при температуре 70-90°C. Перед взвешиванием пробирок с содержимым их выдерживали при комнатной температуре 12 часов. Рассчитанное количество азотной кислоты в растворах составляло 2%, коэффициент разбавления (Кразб) = 300.

Полученные растворы центрифугировали в течение 10 мин на центрифуге Mini Spin (Германия) при числе оборотов 13400 об/мин. Далее надсадочную жидкость в количестве 1.8 мл весовым способом переносили в другие пробирки центрифужные. В качестве внутреннего стандарта в них прибавляли по 40 мкл рабочего раствора индия ($\text{In} = 477.65$ ppb, приготовлен из стандартного раствора $\text{In} = 989$ ppm фирмы Fluka Analytic, Швейцария). Концентрация In составляла 10 ppb. Так же поступали при приготовлении холостой пробы.

Все операции по взвешиванию проводились на аналитических весах с погрешностью взвешивания ± 0.0003 г марки Mettler Toledo AG104.

Полученные растворы анализировали на квадрупольном масс-спектрометре Agilent 7500 ce. Пробу вводили с помощью концентрического кварцевого распылителя, скорость подачи 400 мкл/мин, режим подачи – самораспыление. Применялась кварцевая распылительная камера Скотта, кварцевая горелка с системой Shield Torch.

Для калибровки масс-спектрометра использовали смешанный стандарт, приготовленный из

многоэлементных стандартных растворов фирмы HIGH-PURITY STANDARDS (Charleston, USA) ICP-MS-68A-A (9.88 ppb) и ICP-MS-68A-B (9.91 ppb), а также стандартный образец байкальской воды бутылированной (Mg, Cl, Na, Ca, Si, S, K) [21].

Корректировку на интерферирующие молекулярные ионы (MeO^+ , MeOH^+ , MeAr^+ , MeCl^+) проводили с использованием подхода, описанного в работе [22].

Ошибки измерения элементов оценивали по экспериментально установленной зависимости коэффициента вариации (RSD %) от величины аналитического сигнала (N, имп./с): $\text{RSD \%} = 125,71 * \text{N}^{-0.33103}$, где N = 20-20 000 имп./с. Сигналы величиной более 20 000 имп./с характеризуются RSD 5 % и лучше, сигналы величиной менее 20 имп./с характеризуются RSD более 50 %.

Типичные ошибки определения химических элементов в зависимости от их концентрации в измеряемых растворах и в пересчете на сухую массу в растительных образцах представлены в табл. 1.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В ходе исследования минерального состава в надземных органах *Rh. aureum* установлено содержание 72 макро-, микро- и ультрамикроэлементов. Из макроэлементов присутствует 9 элементов. Преобладающими являются кальций - 10100 мг/кг, калий - 5200 мг/кг, магний - 1440 мг/кг. Макроэлементы по мере убывания концентраций в *Rh. aureum* образуют следующий ряд: $\text{Ca} > \text{K} > \text{Mg} > \text{S} > \text{P} > \text{Cl} > \text{Si} > \text{Al} > \text{Na}$ (табл. 2).

Недостаток кальция в организме способствует развитию болезней суставов, повышению уровня холестерина в крови, появлению судорог. Нехватка калия в организме вызывает когнитивные нарушения, сухость кожи, приступы сердцебиения, нервозность, отеки. Снижение содержания магния в организме приводит к нарушениям сердечного

Таблица 1

Ошибки определения химических элементов методом ИСП-МС на квадрупольном масс-спектрометре Agilent 7500 ce.

Концентрация элементов в измеряемых растворах, мкг/л	< 0.001	0.001-0.1	0.1-1	> 1
Содержание элементов в сухих образцах (Кразб = 300), мг/кг	< 0.0003	< 0.0003-0.03	0.03-0.3	> 0.3
RSD, %	> 25	25-10	10-5	5

Таблица 2

Содержание макроэлементов в надземных органах *Rh. aureum*

Элемент	Содержание, мг/кг	Элемент	Содержание, мг/кг
Алюминий (Al)	56	Натрий (Na)	15.2
Калий (K)	5200	Сера (S)	1190
Кальций (Ca)	10100	Фосфор (P)	860
Кремний (Si)	135	Хлор (Cl)	690
(Mg) Магний	1440		

ритма, появлению синдрома хронической усталости, нарушению процесса пищеварения [3].

По количественному содержанию 63 элемента отнесены к микро- и ультрамикроэлементам. Содержания марганца составляет 990 мг/кг, цинка 13.2 мг/кг, ванадия 0.067 мг/кг, селена 0.042 мг/кг, молибдена 0.02 мг/кг (таблица 3).

При недостатке в организме марганца повышается риск развития атеросклероза, появления болезней глаз, сердца, ухудшения памяти. При недостатке цинка могут наблюдаться выпадение волос, снижение иммунитета, болезни ногтей (ломкость и расслоение, появление белых пятен), слабость, снижение вкусовой чувствительности. Селен является антиоксидантом и способен ингибировать перекисное окисление липидов. Его нехватка в организме ведет к развитию сердечно-сосудистых заболеваний, снижает иммунитет, способствует развитию рака. Молибден для организма необходим в очень небольшом количестве, он участвует в превращении пуринов в мочевую кислоту. Его недостаток может вызывать заболевания ротовой полости, развитие рака [3].

Микро- и ультрамикроэлементы надземных органов *Rh. aureum* образуют по количественному содержанию следующие ряды:

- содержание микроэлементов >100 мг/кг: Mn > Ba;
- содержание микроэлементов $\geq 10 \leq 100$ мг/кг: Fe > Rb > Sr > Zn;
- содержание микроэлементов $\geq 1 \leq 10$ мг/кг: Br > Cu > Ti;
- содержание микроэлементов $\geq 0.5 \leq 1$ мг/кг: Bi > Ni;
- содержание микроэлементов $\geq 0.1 \leq 0.5$ мг/кг: Pb > Cs > I > Sc > Cr > Sn;
- содержание микроэлементов $\geq 0.1 \leq 0.001$ мг/кг: V > Co > Ce > Se > Ga > Zr > La > Nd > Eu > Mo > Th > Hf > Hg > Au > As > Cd > Sb > Pr > Sm > Ag > W > Nb > Dy > Tl > Ta > Rh > U > Er > Rd > Ge.

Сравнивая результаты исследования с данными полученными Жаворонковой М.Е. с соавторами по элементному составу дальневосточных видов рододендронов [4] установлено, что *Rh. aureum* имеет более высокое содержание из

Таблица 3

Содержание микро- и ультрамикроэлементов в надземных органах *Rh. aureum*

Элемент	Содержание, мг/кг	Элемент	Содержание, мг/кг
Бор (B)	10.6	Барий (Ba)	240
Литий (Li)	0.036	Йод (I)	0.29
Бериллий (Be)	0.0018	Цезий (Cs)	0.3
Ванадий (V)	0.067	Церий (Ce)	0.058
Скандий (Sc)	0.21	Лантан (La)	0.033
Титан (Ti)	1.08	Неодим (Nd)	0.026
Марганец (Mn)	990	Празеодин (Pr)	0.007
Хром (Cr)	0.2	Гадолиний (Gd)	0.011
Никель (Ni)	0.62	Самарий (Sm)	0.0067
Железо (Fe)	68	Европий (Eu)	0.022
Кобальт (Co)	0.06	Гольмий (Ho)	0.00058
Цинк (Zn)	13.2	Тербий (Tb)	0.0007
Медь (Cu)	3.2	Диспрозий (Dy)	0.0033
Селен (Se)	0.042	Лютеций (Lu)	0.00021
Галлий (Ga)	0.037	Эрбий (Er)	0.0017
Рубидий (Rb)	32	Тантал (Ta)	0.0026
Мышьяк (As)	0.011	Иттербий (Yb)	0.001
Германий (Ge)	0.0014	Тулий (Tm)	0.00025
Бром (Br)	3.5	Гафний (Hf)	0.012
Иттрий (Y)	0.017	Рений (Re)	<0.00007
Стронций (Sr)	31	Вольфрам (W)	0.004
Молибден (Mo)	0.02	Платина (Pt)	0.0003
Цирконий (Zr)	0.034	Осмий (Os)	<0.00009
Ниобий (Nb)	0.0038	Иридий (Ir)	0.00025
Палладий (Pd)	0.0016	Талий (Tl)	0.003
Кадмий (Cd)	0.009	Висмут (Bi)	0.75
Родий (Rh)	0.0019	Ртуть (Hg)	0.012
Рутений (Ru)	<0.0002	Золото (Au)	0.011
Серебро (Ag)	0.0055	Свинец (Pb)	0.4
Сурьма (Sb)	0.0071	Теллур (Te)	<0.002
Олово (Sn)	0.102	Торий (Th)	0.0121
Уран (U)	0.0018		

макроэлементов – серы (11.90 мг/кг) и кальция (10100 мг/кг). Из микроэлементов *Rh. aureum* превосходит по содержанию марганца (990 мг/кг) и йода (0.290 мг/кг).

По содержанию токсичных элементов исследуемые образцы сырья *Rh. aureum* соответствуют предельно допустимым концентрациям для лекарственного растительного сырья в соответствии с требованиями Государственной фармакопеи XIII издания. Свинца в исследуемых образцах было 0.4 мкг/кг допускается не более 6.0 мг/кг; мышьяка содержалось 0.011 мг/кг допускается не более 0.5 мг/кг; кадмия содержалось 0.009 мг/кг, допускается не более 1.0 мг/кг; ртути было 0.012 мг/кг, допускается не более 0.1 мг/кг [23]. Следует отметить, что *Rh. aureum* токсичных элементов накапливает значительно меньше, чем другие виды рододендронов. Например, содержание мышьяка в дальневосточных видах найдено 0.079 - 0.375 мг/кг, кадмия - 0.124 - 0.520 мг/кг, свинца - 0.527-1.780 мкг/кг [4].

Исследования показали, что надземные органы *Rh. aureum* содержат комплекс минеральных веществ. Районы заготовки сырья *Rh. aureum* в горах Восточного Саяна являются экологически чистыми и не содержат тяжелых металлов и мышьяка в больших количествах, чем регламентируется для лекарственного растительного сырья.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В надземные органы (олиственные побеги) *Rhododendron aureum* содержатся важные макро-, микро и ультрамикроэлементы, необходимые для полноценного функционирования организма человека. Побеги *Rhododendron aureum* могут использоваться в качестве дополнительного источника минеральных веществ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ибрагимова М.Я., Сабирова Л.Я., Березкина Е.С., Скальная М.Г., Жданов Р.И., Скальный А.В. // Казанский медицинский журнал. 2011. Т. 92. № 4. С. 606-609.
2. Ноздрюхина Л.Р., Гринкевич Н.И. Нарушение микроэлементного обмена и пути его коррекции. Москва, Наука, 1980. 120 с.
3. Белоусов М.В., Цыбукова Т.Н., Березовская Т.П., Тихонова О.К., Басова Е.В., Зейле Л.А., Юсубов М.С. // Химия растительного сырья. 2002. № 4. С. 35-38.
4. Жаворонкова М.Е., Белоусов М.В., Коротаева М.С., Горохова Т.А., Фурса Н.С. // Фармация. 2007. № 2. С. 12-14.

5. Жаворонкова М.Е., Фурса Н.С., Исаханов А.Л., Круглов Д.С. // Вестник Московского государственного областного гуманитарного института. Серия: Медико-биологические науки. 2014. Т.1. № 1. С. 7.
6. Потрясай К.А., Маркарян А.А., Даргаева Т.Д., Сокольская Т.А. // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2009. № 6. С. 9-13.
7. Телятьев В.В. Полезные растения Центральной Сибири. Иркутск, 1987. С. 193-194.
8. Потрясай К.А., Копнин А.А., Даргаева Т.Д., Маркарян А.А., Сокольская Т.А. // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). 2009. Т. 91. № 8. С. 134-138.
9. Фурса Н.С., Жаворонкова М.Е., Бузук Г.Н., Коротаева М.С. // Вестник фармации. 2009. № 2 (44). С. 23-26.
10. Копнин А.А., Даргаева Т.Д., Потрясай К.А. // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. 2009. № 4. С. 611-612.
11. Горшков А.Г., Мурашкина И.А., Верещин А.Л. // Химико-фармацевтический журнал. 2000. Т. 34. № 12. С. 30-32.
12. Сырчина А.И., Мурашкина И.А., Ушаков И.А., Зинченко С.В., Зюбр Т.П., Семенов А.А. // Растительные ресурсы. 2000. Т. 36. Вып. 3. С. 52-55.
13. Gorshkov A.G., Murashkina I.A.I., Vereshchagin A.L., Zyubr T.P., Syrchina A.I.3., Semenov A.A. // Pharmaceutical chemistry journal. 2000. V. 34. № 12, pp. 658-660.
14. Zaytseva N. V., Pogulyaeva I. A. // J. Chem. Chem. Eng. 2014. № 8, pp. 516-523.
15. Rogachev A. D., Fomenko V. V., Sal'nikova O. I., Pokrovskii L. M., Salakhutdinov N. F. // Chemistry of Natural Compounds. 2006. Vol. 42 (4), pp. 426-430.
16. Olennikov, D.N., Dudareva, L.V., Osipenko, S.N. et al. Chem Nat Compd (2009) 45: 450. DOI:10.1007/s10600-009-9312-3.
17. Kim MH, Nugroho A, Choi J, Park JH, Park HJ. // Archives of Pharmacal Research. 2011. Vol. 34(6), pp.971-978. DOI: 10.1007/s12272-011-0614-1.
18. Цыренжапов А.В., Мурашкина И.А., Миrowsич В.М., Гольдберг О.А., Васильев И.Б. // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). 2015. №2. С. 107-109.
19. Усов Л.А., Миrowsич В.М., Кичигина Е.Л., Левента А.И. // Сибирский медицинский журнал. 1997. Т. 10. № 3. С. 31-32.
20. Миrowsич В.М., Федосеев А.П., Федосеева Г.М., Киборт Р.В., Макаров В.Е., Носкова Л.К. //

Мурашкина И. А., Минович В. М., Гордеева В. В., Чебыкин Е. П.

Сибирский медицинский журнал (Иркутск). 2003. Т. 27. № 5. С. 70-75.

21. Suturin A.N., Paradina L.F, Eпов V.N., Semenov A.R., Lozhkin V.I., Petrov L.L. // *Spectrochimica Acta*. 2003. Part B. V. 58. pp. 277-288.

Иркутский государственный медицинский университет

Мурашкина И. А. к.фарм.н. доцент кафедры фармакогнозии и фармацевтической технологии

E-mail: i.murashkina@ismu.baikal.ru

*Мирович В. М. д.фарм.н., доцент, заведующий кафедрой фармакогнозии и фармацевтической технологии

E-mail: mirko02@yandex.ru

Гордеева В. В. к.фарм.н., доцент кафедры фармакогнозии и фармацевтической технологии

E-mail: v.gordeeva@ismu.baikal.ru

Лимнологический институт СО РАН, Институт земной коры СО РАН

Чебыкин Е.П. к.х.н., старший научный сотрудник

E-mail: cheb@lin.irk.ru

22. Aries S., Valladon M., Polve M., Dupre B. // *Geostandard. Newslett.* 2000. V.24, № 1. pp. 19-31.

23. Государственная фармакопея Российской Федерации: в 3 томах [Электронный ресурс] / ред. Г. В. Авраменко, О. Г. Потанина, Е. В. Буданова. – XIII изд. – Москва, 2015. - Режим доступа: <http://femb.ru/feml> (дата обращения: 15.03.2019).

Science Irkutsk State Medical University
Murashkina I. A., PhD., associate professor of the Department of pharmacognosy and pharmaceutical technology

E-mail: i.murashkina@ismu.baikal.ru

Mirovich V. M., PhD., DSci., associate professor and the Head of the Department of pharmacognosy and pharmaceutical technology

E-mail: mirko02@yandex.ru

Gordeeva V. V., associate professor, Department of pharmacognosy and pharmaceutical technology

E-mail: v.gordeeva@ismu.baikal.ru

Limnological Institute, Institute of the Earth's Crust, Siberian Branch of RAS

Chebykin E. P., Senior Research Scientist,
e-mail: cheb@lin.irk.ru

ELEMENTAL COMPOSITION OF THE ABOVE GROUND ORGANS OF *RHODODENDRON AUREUM* GEORGI. FLORA OF THE EAST SAYAN

I. A. Murashkina¹, V. M. Mirovich¹, V. V. Gordeeva¹, E. P. Chebykin^{2,3}

¹Science Irkutsk State Medical University

²Limnological Institute, Siberian Branch of RAS

³Institute of the Earth's Crust, Siberian Branch of RAS

Abstract. Macro- and microelements are involved in all biochemical processes of the human body. Their lack, absence or excessive content can lead to the development of pathological processes. Medicinal plants can be sources of elements. The article is devoted to the study of the elemental composition of the aboveground organs of *Rhododendron aureum* Georgi. family Ericaceae, growing in the mountains of Eastern Sayan. The material for the study was the leafy shoots of *Rh. aureum*, collected during the fruiting period in the southern regions of the Irkutsk region, in the mountains of Eastern Sayan, in a cedar forest at an altitude of 1100 m above sea level. The raw materials were dried by the air-shadow method. The residual moisture of the raw materials was 8.2-10.4%. The studies were carried out by gas chromatography-mass spectrometry method. The samples are prepared by wet ashing with nitric acid and hydrogen peroxide. A mixed standard prepared from multi-element standard solutions from HIGH-PURITY STANDARDS (Charleston, USA) ICP-MS-68A-A (9.88 ppb) and ICP-MS-68A-B (9.91 ppb) was used to calibrate the mass spectrometer as well as a standard sample of Baikal bottled water (Mg, Cl, Na, Ca, Si, S, K). 9 macro- and 63 micro- and ultramicroelements are identified. Of the macroelements in the analyzed samples (in mg / kg) calcium (1010), potassium (5200), magnesium (1440), sulfur (1190), phosphorus (860) prevail.

Manganese (990), iron (68), selenium (0.042) were found to be important for the body. Raw material harvesting areas *Rh. aureum* in the mountains of the Eastern Sayan are environmentally friendly. In the analyzed samples of raw materials, the content of heavy metals and arsenic did not exceed the requirements of the State Pharmacopoeia XIII for medicinal plant materials. Lead in the analyzed samples contained 0.4 mg / kg (not more than 6.0 mg / kg is allowed), cadmium - 0.009 mg / kg (not more than 1.0 mg / kg is allowed), mercury - 0.012 mg / kg (not allowed more than 0.1 mg / kg), arsenic - 0.011 mg / kg (not more than 0.5 mg / kg is allowed). Thus, *Rhododendron aureum* raw materials in the form of shoots collected in the mountains of the Eastern Sayan can be a safe source of trace elements.

Keywords: mass spectrometry with inductively coupled plasma, *Rhododendron aureum*, macrolelements, microelements, medicinal plants.

REFERENCES

1. Ibragimova M.Ya., Sabirova L.Ya., Berezkina E.S., Skal'naya M.G., Zhdanov R.I., Skal'nyi A.V. *Kazanskii meditsinskii zhurnal*, 2011, T. 92, № 4, S. 606-609.
2. Nozdryukhina L.R., Grinkevich N.I. *Narushe-nie mikroelementnogo obmena i puti ego korrelyatsii*. Moskva, Nauka, 1980. 120 s.
3. Belousov M.V., Tsybukova T.N., Berezovskaya T.P., Tikhonova O.K., Basova E.V., Zeile L.A., Yubov M.S. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2002, № 4, S. 35-38.
4. Zhavoronkova M.E., Belousov M.V., Korotaeva M.S., Gorokhova T.A., Fursa N.S. *Farmatsiya*, 2007, № 2, S. 12-14.
5. Zhavoronkova M.E., Fursa N.S., Isakhanov A.L., Kruglov D.S. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo gumanitarnogo instituta. Seriya: Mediko-biologicheskie nauki*, 2014, T.1, № 1, S. 7.
6. Potryasai K.A., Markaryan A.A., Dargaeva T.D., Sokol'skaya T.A. *Voprosy biologicheskoi, meditsinskoi i farmatsevticheskoi khimii*, 2009, № 6, S. 9-13.
7. Telyat'ev V.V. *Poleznye rasteniya Tsentral'noi Sibiri*. Irkutsk, 1987. S. 193-194.
8. Potryasai K.A., Kopnin A.A., Dargaeva T.D., Markaryan A.A., Sokol'skaya T.A. *Sibirskii meditsinskii zhurnal (Irkutsk)*, 2009, T. 91, № 8, S. 134-138.
9. Fursa N.S., Zhavoronkova M.E., Buzuk G.N., Korotaeva M.S. *Vestnik farmatsii*, 2009, № 2 (44), S. 23-26.
10. Kopnin A.A., Dargaeva T.D., Potryasai K.A. *Vestnik Rossiiskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Meditsina*, 2009, № 4, S. 611-612.
11. Gorshkov A.G., Murashkina I.A., Vereshchagin A.L. *Khimiko-farmatsevticheskii zhurnal*, 2000, T. 34, № 12, S. 30-32.
12. Syrchina A.I., Murashkina I.A., Ushakov I.A., Zinchenko S.V., Zyubr T.P., Semenov A.A. *Ras-titel'nye resursy*, 2000, T. 36, Vyp. 3, S. 52-55.
13. Gorshkov A.G., Murashkina I.A.1, Vereshchagin A.L., Zyubr T.P., Syrchina A.I.3, Semenov A.A. *Pharmaceutical chemistry journal*, 2000, V. 34, N 12, pp. 658-660.
14. Zaytseva N. V., Pogulyaeva I. A. *J. Chem. Chem. Eng.*, 2014, № 8, pp. 516-523.
15. Rogachev A. D., Fomenko V. V., Sal'nikova O. I., Pokrovskii L. M., Salakhutdinov N. F. *Chemistry of Natural Compounds*, 2006, Vol. 42 (4), pp. 426-430.
16. Olenikov D.N., Dudareva L.V., Osipenko S.N.. *Chem Nat Compd.*, 2009, Vol. 45 (450). DOI: 10.1007/s10600-009-9312-3.
17. Kim M.H., Nugroho A., Choi J., Park J.H., Park H.J. *Archives of Pharmacal Research*, 2011, Vol. 34(6), pp. 971-978. DOI: 10.1007/s12272-011-0614-1.
18. Tsyrenzhapov A.V., Murashkina I.A., Mirovich V.M., Gol'dberg O.A., Vasil'ev I.B. *Sibirskii meditsinskii zhurnal (Irkutsk)*, 2015, № 2, S. 107-109.
19. Usov L.A., Mirovich V.M., Kichigina E.L., Leventa A.I. *Sibirskii meditsinskii zhurnal*, 1997, T. 10, № 3, S. 31-32.
20. Mirovich V.M., Fedoseev A.P., Fedoseeva G.M., Kibort R.V., Makarov V.E., Noskova L.K. *Sibirskii meditsinskii zhurnal (Irkutsk)*, 2003, T. 27, № 5, S. 70-75.
21. Suturin A.N., Paradina L.F., Epov V.N., Semenov A.R., Lozhkin V.I., Petrov L.L., *Spectrochimica Acta*, 2003, Part B, V. 58, pp. 277-288.
22. Aries S., Valladon M., Polve M., Dupre B. *Geostandard. Newslett.*, 2000, V.24, № 1, pp. 19-31.
23. *Gosudarstvennaya farmakopeya Rossiiskoi Federatsii: v 3 tomakh [Elektronnyi resurs]* / red. G. V. Avramenko, O. G. Potanina, E. V. Budanova. – XIII izd. – Moskva, 2015. - Rezhim dostupa: <http://femb.ru/feml> (data obrashcheniya: 15.03.2019).