

5. Miami University's centralized web server for personal web pages [Electronic resource] / Professor Ann E. Hagerman. – Tannin Chemistry. – Oxford, 2002. – mode of access:

<http://www.users.muohio.edu/hagermae/tannin.pdf>. – Date of access: 1.10.2006.

6. Лантратова, А.С. Сезонное развитие сабельника болотного и багульника болотного в южной Карелии и динамика содержания минеральных и органических веществ в их растительном сырье / А.С. Лантратова [и др.] // Сезонная ритмика и продуктивность дикорастущих лекарственных растений. – М., 1988. – С.62-73.

7. Люкшенкова, Е.Я. Фармакологическое изучение сабельника болотного (*Comarum palustre* L.) / Е.Я. Люкшенкова, М. Георгиу, Э.А. Бур-дыкина-Шехтер // Аптечное дело. – 1962. – № 2. – С. 34-44.

8. Наумчик, Г.Н. Фитохимическое исследование сабельника болотного и приготовление из него некоторых лекарственных препаратов: автореф. дис. ... канд. фарм. наук / Ленинградский хим. фарм. институт. – Л., 1964. – 17 с.

Поступила 13.05.2008 г.

\*\*\*\*\*

Н.С. Фурса<sup>1</sup>, М.Е. Жаворонкова<sup>1</sup>,  
Л.С. Мазепина<sup>1</sup>, В.Л. Шелюто

### **МАСС - СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАКРО-, МИКРО-И УЛЬТРАМИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ЛИСТЬЯХ 3 ВИДОВ ВЕРЕСКОВЫХ И 2 ВИДОВ ГРУШАНКОВЫХ**

<sup>1</sup> Ярославская государственная  
медицинская академия  
Витебский государственный  
медицинский университет

*Изложены результаты масс-спектрометрического определения элементного состава в листьях рододендрона Адамса, р. золотистого, толокнян-*

*ки обыкновенной, зимолюбки зонтичной и грушанки круглолистной.*

Одним из классических диуретиков и уросептиков, показанном при болезнях почек и мочевыводящих путей (циститах, цистоуретритах, нефритах, мочекаменной болезни, дизурии), являются листья толокнянки (*Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng.) семейства вересковых (*Ericaceae* Juss.).

По этим же показаниям используют листья грушанки круглолистной (*Pyrola rotundifolia* L.) и зимолюбки зонтичной (*Chimaphila umbellata* (L.) W. Barton.) семейства грушанковых (*Pyrolaceae* Dumort) [1-3]. Диуретическими свойствами обладают также листья рододендрона золотистого (*Rhododendron aureum* Georgi) и р. Адамса (*R. adamsii* Rehder) [1, 2].

Химический состав исследуемых растений весьма разнообразен [1-6]. Вместе с тем не предпринималось сравнительное изучение их элементного состава.

Биологическая активность растений реализуется через сбалансированный химический состав. При этом определенное значение имеют отдельные химические элементы, среди которых 15 (Fe, I, Cu, Zn, Co, Cr, Mo, Ni, V, Se, Mn, As, Si, Li, F) - эссенциальные, 2 (B, Br) - условно эссенциальные и 4 (Cd, Pb, Al, Rb) претендуют на эссенциальность [7].

Цель исследования - определение макро-, микро- и ультрамикроразнообразия элементов в упомянутых выше растениях.

### *ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ*

Объектом исследований служили листья рододендрона золотистого и р. Адамса, заготовленные в Иркутской области; листья толокнянки, собранные в Ярославской области; листья грушанки круглолистной и зимолюбки зонтичной, заготовленные в окрестностях с. Сосновки Белгородского района Белгородской области. Анализ элементного состава провели с использованием метода масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой на приборе ELAN-DRC-e. При этом точность определений контролировали методом добавок.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Результаты проведенных исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1- Элементный состав листьев рододендрона золотистого и р. Адамса, листьев толокнянки, листьев зимолубки зонтичной и грушанки круглолистной

Элемент	Содержание, мкг/г				
	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6
Макроэлементы					
Кальций (Ca)	6776,0000	8033,0000	10859,0000	12486,0000	16475,00
Кремний (Si)	527,0000	704,0000	671,0000	1220,0000	1535,000
Магний (Mn)	1449,0000	3151,0000	1390,0000	2585,0000	2516,000
Натрий (Na)	23,0000	24,0000	13,0000	84,0000	49,0000
Фосфор (P)	969,0000	1502,0000	1347,0000	1656,0000	1642,000
Микро- и ультрамикроэлементы					
Барий (Ba)	80,0000	44,7000	85,0000	83,1000	35,7000
Бор (B)	12,0000	34,0000	17,0000	15,0000	20,0000
Бром (Br)	5,0000	3,5861	4,7000	4,0678	4,6452
Ванадий (V)	0,4200	0,4400	0,4800	0,6400	0,5100
Висмут (Bi)	0,0029	0,0020	0,0016	0,0304	0,0106
Вольфрам (W)	0,0156	0,0067	0,0013	0,0848	0,0379
Гадолиний (Gd)	0,0032	0,0076	0,0150	0,0394	0,0268
Галлий (Ga)	0,4890	0,0735	0,0593	0,1305	0,1052
Гафний (Hf)	0,0016	0,0025	0,0026	0,0097	0,0078
Германий (Ge)	0,0258	0,0036	0,0061	0,0097	0,0052
Гольмий (Ho)	0,0003	0,0011	0,0017	0,0023	0,0026
Диспрозий (Dy)	0,0018	0,0066	0,0083	0,0127	0,0173
Европий (Eu)	0,0533	0,0315	0,0064	0,0505	0,0253
Эрбий (Er)	0,0012	0,0022	0,0034	0,0048	0,0058
Железо (Fe)	167,0000	211,0000	235,0000	350,0000	447,0000
Итербий (Yb)	0,0006	0,0024	0,0012	0,0045	0,0057
Итрий (Y)	0,0141	0,0327	0,0582	0,0760	0,0744
Иод (I)	0,0302	0,0409	0,0403	0,1491	0,0653
Кадмий (Cd)	0,0030	0,0085	0,0060	0,1770	0,3428
Кобальт (Co)	1,2600	1,4000	1,8973	2,1800	2,8500
Лантан (La)	0,0197	0,0413	0,1076	0,1228	0,1154
Литий (Li)	0,0430	0,0080	0,0050	0,2150	0,2020
Лютеций (Lu)	0,0003	0,0004	0,0002	0,0008	0,0009
Марганец (Mn)	2150,0000	40,9000	20,9000	240,0000	87,6080
Медь (Cu)	3,1100	7,7000	1,7248	8,6600	7,5400
Молибден (Mo)	0,2420	0,0351	0,0250	0,2159	0,0674
Мышьяк (As)	0,1629	0,1376	0,1203	0,2223	0,2130
Неодим (Nd)	0,0144	0,0406	0,0527	0,0887	0,1020
Никель (Ni)	-	17,1000	-	1,4500	0,1100
Ниобий (Nb)	0,0036	0,0088	0,0073	0,0228	0,0351
Олово (Sn)	0,0168	0,0430	0,0131	0,1541	0,0764
Празеодим (Pr)	0,0038	0,0093	0,0162	0,0252	0,0269
Ртуть (Hg)	0,0039	0,0020	0,0034	0,0522	0,0068

Рубидий (Rb)	20,5000	13,6000	2,8000	19,9000	8,8228
Самарий (Sm)	0,0023	0,0069	0,0164	0,0245	0,0185
Свинец (Pb)	0,2363	0,2474	0,2472	2,5969	1,5615
Селен (Se)	0,2129	0,3099	0,5712	0,6042	0,4580
Серебро (Ag)	0,0034	0,0125	0,0020	0,1186	0,0447
Стронций (Sr)	7,1000	7,8300	52,0000	31,5000	32,6000
Сурьма (Sb)	0,0800	0,0040	0,0281	0,0327	0,0144
Талий (Tl)	0,0017	0,0025	0,0027	0,0350	0,0476
Тантал (Ta)	0,0003	0,0010	0,0004	0,0020	0,0014
Телур (Te)	-	-	0,0013	0,0098	0,0053
Тербий (Tb)	0,0004	0,0009	0,0017	0,0027	0,0034
Титан (Ti)	2,2000	3,7200	3,0400	8,9000	8,3600
Торий (Th)	0,0091	0,0247	0,0152	0,0596	0,0363
Тулий (Tm)	0,0002	0,0006	0,0007	0,0011	0,0009
Уран (U)	0,0007	0,0043	0,0025	0,0096	0,0086
Хром (Cr)	9,9000	11,0000	9,4000	9,7700	8,6600
Цезий (Cs)	0,1562	0,0164	0,0081	0,1090	0,0779
Церий (Ce)	0,0350	0,0892	0,1637	0,2429	0,2406
Цинк (Zn)	11,1000	16,1000	30,9000	33,0090	27,7000
Цирконий (Zr)	0,1006	0,1434	0,1106	0,4297	0,4394

Примечание. 1 - листья рододендрона Адамса, 2 - листья р. золотистого, 3 - листья толокнянки, 4 - листья зимолоубки зонтичной, 5 - листья грушанки круглолистной.

Всего в листьях анализируемых видов определено содержание 5 макро- (Ca, Mg, Na, P, Si), 53 микро- и ультрамикроэлемента (Ag, As, B, Ba, Bi, Br, Ce, Cd, Co, Cs, Cr, Cu, Dy, Er, Eu, Fe, Ga, Gd, Ge, Hf, Hg, Ho, I, La, Li, Lu, Mn, Mo, Nb, Nd, Ni, Pb, Pr, Rb, Sb, Se, Sm, Sn, Sr, Ta, Tb, Te, Th, Ti, Tl, Tm, U, V, W, Y, Yb, Zn, Zr). В листьях рододендрона Адамса и толокнянки не обнаружен никель, р. Адамса и р. золотистого - теллур.

По мере убывания содержания элементы расположились следующим образом:

- рододендрон Адамса: макроэлементы, мкг/г - Ca > Mg > P > Si > Na, микро- и ультрамикроэлементы, мкг/г - Mn > Fe > Ba > Rb > B > Zn > Cr > Sr > Br > Cu > Mo > Ti > Co > Ga > V > Pb > Se > As > Cs > Zr > Eu > Ce > Li > I > Ge > La > Sn > W > Nd > Y > Sb > Th > Hg > Pr > Nb > Ag > Gd > Cd > Bi > Sm > Dy > Tl > Hf > Er > U > Yb > Tb > Ho > Lu > Ta > Tm ;

- рододендрон золотистый: макроэлементы, мкг/г - Ca > Mg > P > Si > Na, микро- и ультрамикроэлементы, мкг/г - Fe > Ba > Mn > B > Ni > Zn > Rb > Cr > Sr > Cu > Ti > Br > Co > Cr > V > Se > Pb > Zr > As > Ce > Li > Ga > Sn > La > I > Nd > Mo

> Y > Eu > Th > Cs > Ag > Pr > Nb > Cd > Gd > Sm > W > Dy > U > Sb > Ge > Hf > Tl > Yb > Er > Hg > Bi > Ho > Ta > Tb > Tm > Lu;

- толокнянка: макроэлементы, мкг/г - Ca > Mg > P > Si > Na, микро- и ультрамикроэлементы, мкг/г - Fe > Ba > Sr > Zn > Mn > B > Cr > Br > Ti > Rb > Co > Cu > Se > Pb > Ce > As > Zr > La > Eu > Ga > V = Y > Nd > Li > I > Sb > Mo > Sm > Pr > Th > Gd > Sn > Dy > Cs > Nb > Ge > Cd > Er > Hg > Hf > Tl > U > Ag > Ho > Tb > Bi > W > Yb > Tm > Ta = Lu;

- зимолоубка зонтичная: макроэлементы, мкг/г - Ca > Mg > P > Si > Na, микро- и ультрамикроэлементы, мкг/г - Fe > Mn > Ba > Zn > Sr > Rb > B > Cr > Ti > Cu > Br > Pb > Co > Ni > V > Se > Zr > Ce > As > Mo > Li > Cd > Sn > I > Ga > Ag > La > Cs > Nd > W > Y > Th > Hg > Eu > Tl > Sb > Bi > Pr > Sm > Nb > Gd > Dy > Te > Hf = Ge > U > Er > Yb > Tb > Na > Ta > Tm > Lu ;

- грушанка круглолистная: макроэлементы, мкг/г - Ca > Mg > P > Si > Na, микро- и ультрамикроэлементы, мкг/г - Fe > Mn > Ba > B > Sr > Zn > Rb > Cr > Ti > Cu > Br > Co > Rb > Cd > V > Se > Zr > Ce > As > La > Ga > Ni > Nd > Cs > Sn > Y > Th > Tl >

Ag > Mo > I > W > Nb > Pr > Gd > Eu > Li > Sm > Dy > Sb > Bi > U > Hf > Er > Yb > Te > Ge > Tb > Ho > Tm > Ta > Lu, т. е. ряды убывания которых свидетельствуют об индивидуальных особенностях в накоплении отдельных элементов в каждом из анализируемых растений.

При этом обнаруживается в известной мере близость между видами вересковых, с одной стороны, и грушанковых, с другой. Так, содержание большинства элементов преобладало в грушанковых. Из макроэлементов больше всего обнаружено кальция. В вересковых он находился в пределах 6776 - 10859 мкг/г, а в грушанковых - 12486 - 16475 мкг/г. Меньше определено других макроэлементов. Содержание магния составляло 1390 - 3151 мкг/г, фосфора - 969 - 1502 мкг/г, кремния - 527 - 704 мкг/г и натрия - 13-24 мкг/г у вересковых и соответственно магния 2516 - 2585 мкг/г, фосфора - 1642 - 1656 мкг/г, кремния - 1220 - 1535 мкг/г и натрия - 49 - 84 мкг/г у грушанковых.

Из микроэлементов больше всего выявлено железа в пределах 167 - 235 мкг/г, марганца -20,9 -21,50 мкг/г, бария - 44,7 - 85 мкг/г, бора - 12 - 34 мкг/г, цинка - 11,1-30,9 мкг/г, рубидия - 2,8 - 20,5 мкг/г, стронция - 7,1 - 52 мкг/г, хрома - 9,4 -11 мкг/г, меди - 1,7248 - 7,700 мкг/г, брома - 3,5861 - 5,000 мкг/г, титана -2,2000 - 3,0460 мкг/г, кобальта - 1,2600 -1,8973 мкг/г у вересковых и железа - 350 - 447 мкг/г, марганца - 87,6080 -240,0000 мкг/г, бария - 35,7 -83,1 мкг/г, бора - 15 - 20 мкг/г, цинка - 27,0000 - 33,0090 мкг/г, рубидия - 8,8228 - 1,9000 мкг/г, стронция - 31,5 - 32,6 мкг/г, хрома - 8,66 - 9,77 мкг/г, меди -7,54 - 8,66 мкг/г, брома - 4,0678 - 4,6452 мкг/г, титана - 8,36 - 8,90 мкг/г, кобальта - 2,18 - 2,85 мкг/г у грушанковых. В значительной концентрации обнаружен никель в листьях рододендрона золотистого и гораздо меньше в листьях зимолубки зонтичной и грушанки круглолистной. Содержание токсичных элементов у грушанковых выше (свинец - 1,5615 - 2,5969 мкг/г, кадмий - 0,1770 - 0,3428 мкг/г, мышьяк - 0,2130 - 0,2223 мкг/г, ртуть - 0,0068 -0,0522 мкг/г), чем у вересковых (свинец - 0,2363 - 0,4272 мкг/г, кадмий -0,0030 - 0,0085 мкг/г,

мышьяк - 0,1203 - 0,1629 мкг/г, ртуть - 0,0020 - 0,0039 мкг/г). Меньше всего определено лютеция в пределах 0,0002 - 0,0004 мкг/г, тулия - 0,0002 - 0,0007 мкг/г, тантала - 0,0003 - 0,0010 мкг/г, гольмия -0,0003 - 0,0017 мкг/г, тербия - 0,0004 - 0,0017 мкг/г, эрбия - 0,0012 - 0,0034 мкг/г, гафния - 0,0016 - 0,0026 мкг/г, талия - 0,0017 - 0,0025 мкг/г, урана -0,0007 - 0,0043 мкг/г, висмута - 0,0016 - 0,0029 мкг/г, диспрозия - 0,0018 -0,0083 мкг/г, ниобия - 0,0036 - 0,0088 мкг/г, серебра - 0,0020 - 0, 0125 мкг/г, гадолия - 0,0032 -0,0150 мкг/г, вольфрама - 0,0013 - 0,0156 мкг/г, празеодима - 0,0038 - 0,0162 мкг/г, самария - 0,0023 - 0,0164 мкг/г, германия -0,0036 - 0,0258 мкг/г, тория - 0,0091 - 0,0247 мкг/г, лития - 0,0050 - 0,0430 мкг/г, олова- 0,0131 -0,0430 мкг/г, неодима-0,144- 0,0527 мкг/г, европия -0,0064 - 0,0533 мкг/г, иттрия - 0,0141 - 0,0582 мкг/г, сурьмы - 0,0040 - 0,08600 мкг/г, лантана - 0,0197 - 0,1076 мкг/г, молибдена - 0,0250 - 0,2420 мкг/г у вересковых и лютеция - 0,0008 - 0,0009 мкг/г, тулия - 0,0009 - 0,0011 мкг/г, тантала - 0,0014 - 0,0020 мкг/г, гольмия - 0,0023 - 0,0026 мкг/г, тербия - 0,0027 - 0,0034 мкг/г, иттербия - 0,0045 - 0,0057 мкг/г, эрбия - 0,0048 -0,0058 мкг/г, германия - 0,0052 - 0,0097 мкг/г, гафния - 0,0078 - 0,0097 мкг/г, урана - 0,0086 - 0,0096 мкг/г, диспрозия - 0,0127 - 0,0173 мкг/г, висмута - 0,0106 - 0,0304 мкг/г, гадолия - 0,0194 - 0,0268 мкг/г, ниобия - 0,0228 -0,0351 мкг/г, празеодима - 0,0252 - 0,0269 мкг/г, сурьмы - 0,0144 - 0,0327 мкг/г, талия - 0,0350 - 0,0476 мкг/г, европия - 0,0253 - 0,0505 мкг/г, тория -0,0363 - 0,0596 мкг/г, иттрия - 0,0744 - 0,0760 мкг/г, вольфрама - 0,0379 - 0,0848 мкг/г, серебра - 0,0447 - 0,1186 мкг/г, олова - 0,0764 - 0,1514 мкг/г, лития - 0,2020 - 0,2150 мкг/г, неодима - 0,0887 - 0,1020, лантана - 0,1154 -0,1228 мкг/г, молибдена - 0,0674 - 0,2159 мкг/г у грушанковых.

Санитарно - эпидемиологическими правилами и нормативами регламентируются допустимые уровни токсичных элементов в БАД на растительной основе (чай). Они должны быть не более: свинца 6,0 мг/кг, мышьяка 0,5 мг/кг, кадмия 1,0 мг/кг, ртути 0,1 мг/кг [8].

Анализируя результаты исследований, обобщенные в таблице, следует отметить, что во всех образцах содержание токсичных элементов (Pb, Cd, Hg, As) не превышало допустимых уровней, регламентируемых СанПиН 2.3.2.1078-01 для БАД на растительной основе (чай) [8].

### ВЫВОДЫ

1. В листьях рододендрона Адамса, р. золотистого, листьев толокнянки, листьев зимолюбки зонтичной и грушанки круглолистной определено 5 макро- (Ca, Mg, P, Si, Na, ), 53 микро- и ультрамикроэлемента (Ag, As, B, Ba, Bi, Br, Ge, Cd, Co, Cs, Cr, Cu, Dy, Er, Eu, Fe, Ga, Gd, Ge, Hf, Hg, Ho, I, La, Li, Lu, Mn, Mo, Nd, Ni, Pb, Pr, Rb, Sb, Se, Sm, Sn, Sr, Ta, Tb, Te, Th, Ti, Tl, Tm, U, V, W, Y, Yb, Zn, Zr), в том числе многие жизненно важные элементы.

2. Обнаружено, что содержание особо токсичных элементов (свинец, кадмий, ртуть и мышьяк) не превышало допустимых уровней, регламентируемых СанПиН 2.3.2.1078 - 01 для БАД на растительной основе (чай).

### SUMMARY

N.S. Fursa, M.E. Zhavoronkova,  
L.S. Mazepina, V.L. Sheljuto

#### MASS SPECTROMETRIC DETERMINATION OF MACRO-, MICRO- AND ULTRAMICROELEMENTS IN LEAVES OF 3 SPECIES OF ERICACEAE AND 2 SPECIES OF PYROLACEAE

The macro-, micro- and ultramicroelemental contents of leaves of *Rhododendron aureum* Georgi, *Rh. Adamsii* Rehder, *Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng., *Pyrola rotundifolia* L., *Chimaphila umbellata* (L.) W. Barton. were determined.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Дикорастущие полезные растения России / Ответ, ред. А.Л. Буданцев и Е.Е. Лесиовская / - Санкт- Петербург, 2001. - 664 с.

2. Жаворонкова, М.Е. Виды рода рододендрон - потенциальные лекарственные растения: особенности применения, биоло-

гически активные вещества органической природы, макро- и микроэлементы / М.Е. Жаворонкова [и др.]; Естествознание и гуманизм: Сб.н. трудов: Современный мир, природа и человек. - Томск, 2007. - Т.4, №1.-С.40 - 44.

3. Растительные ресурсы СССР. Цветковые растения, их химический состав, использование. Семейство Раеопасеae - Thymelaеaeae/ Ответ. ред. П.Д. Соколов - Л.: Наука, 1986. - 336 с.

4. Левента, А.И. Фармакогностическое исследование рододендрона Адамса, произрастающего в Сибири / А.И. Левента. - Автореф. дис. ... канд. фармац. наук.-Улан-Удэ, 1998. - 20 с.

5.Оганесян, Э.Т. Химическое исследование флавоноидов и тритерпеноидов рододендрона кавказского, даурского и желтого / Э.Т. Оганесян. - Автореф. дис. ... канд. фармац. наук. - М., 1968. - 23 с.

6. Пензина, Т.В. Фармакологическая активность некоторых растений семейства грушанковых / Т.В. Пензина. - Автореф. дис. ... канд. биол. наук. - Барнаул, 1999. - 24 с.

7. Ильинских, Е.Н. Эпидемиологическая гентоксикология тяжелых металлов и здоровья человека / Е.Н.Ильинских [и др.]; - Томск: СГМУ, 2003. - 300 с.

8. СанПин 2.3.2. 1078- 01. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности продуктов.- М.: Минздрав России, 2002.

Поступила 17.06.2008 г.

\*\*\*\*\*

**Т.В. Родионова, О.М. Хишова**

### СТАНДАРТИЗАЦИЯ ЛИСТЬЕВ БОЯРЫШНИКА

Витебский государственный  
медицинский университет

Проведена стандартизация листьев боярышника по основным показателям качества. Показано, что определяющим по-