

ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА КОРНЕВИЩ С КОРНЯМИ И ТРАВЫ ВАЛЕРИАНЫ ВОЛЖСКОЙ И ВАЛЕРИАНЫ СОМНИТЕЛЬНОЙ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

О. А. Колосова, С. П. Гапонов, И. М. Коренская

Воронежский государственный университет

Поступила в редакцию 04.04.2018 г.

Аннотация. С использованием метода масс – спектрометрии определено содержание 6 макро - (Al, Ca, K, Mg, Na, P), 59 микро- и ультрамикроэлементов (Ag, As, Au, B, Ba, Be, Bi, Br, Ce, Cd, Co, Cs, Cr, Cu, Dy, Er, Eu, Fe, Ga, Gd, Ge, Hf, Hg, Ho, I, In, La, Li, Lu, Mn, Mo, Nb, Nd, Ni, Pb, Pr, Pt, Rb, Re, Sb, Se, Sm, Sn, Sr, Ta, Tb, Te, Th, Ti, Tl, Tm, U, V, W, Y, Yb, Zn, Zr) в корневищах с корнями и траве валерианы волжской и валерианы сомнительной. В ряду макроэлементов доминировали калий и кальций; микроэлементов – железо и марганец. Заготовку сырья проводили в Воронежской области – соответственно на берегу реки Икорец в селе Средний Икорец Лискинского района и в окрестностях села Белогорье Подгоренского района.

Выявлены особенности накопления элементов в траве и подземных органах исследуемых валериан. Обнаружено, что содержание кальция и магния значительно выше в траве, чем в подземных органах, тогда как содержание алюминия и натрия значительно выше в корневищах с корнями, чем в траве анализируемых образцов.

Проведено определение содержания отдельных токсичных элементов, как основного критерия экологической безопасности сырья. В настоящее время не приняты предельно допустимые концентрации техногенных элементов для официального сырья, поэтому в качестве ориентировочного критерия экологической чистоты нами использованы нормативы для пищевых продуктов, принятые в РФ.

Из сравнения концентрации токсичных элементов (свинец, мышьяк, кадмий, ртуть) с требованиями санитарных норм и правил следует, что их накопление в исследованном сырье не превышало предел допустимых концентраций. В результате чего, корневища с корнями и трава исследуемых видов валериан экологически безопасны и могут быть использованы для исследования фармакологических свойств.

Ключевые слова: валериана волжская, валериана сомнительная, макро- и микроэлементы, масс-спектрометрия.

Из цикла валерианы лекарственной (*Valeriana officinalis* L. s. I.) в Воронежской области произрастают валериана волжская (*Valeriana wolgensis* Kazak.) и валериана сомнительная (*Valeriana dubia* Bunge), которые характеризуются сходными морфологическими признаками [1]. Корневища с корнями валерианы лекарственной давно используются в медицине [2,3]. В последние годы наряду с углубленным изучением официального сырья валерианы, проводятся исследования её надземных органов, как перспективного источника биологически активных веществ [4,5,6].

Официальное сырьё и трава валерианы лекарственной содержат разнообразные фарма-

кологически активные вещества органической природы [7,8,9,10]. Вместе с тем недостаточно сравнительных данных об особенностях накопления элементов различными видами из сборного цикла валерианы лекарственной, роль которых многообразна. В настоящее время из 92 встречающихся в природе элементов 81 обнаружен в организме человека. При этом 15 из них (Fe, I, Cu, Zn, Co, Cr, Mo, Ni, V, Se, Mn, As, F, Si, Li) признаны жизненно необходимыми. Микроэлементы составляют единый физиологически активный комплекс с действующими веществами лекарственных растений. Они связаны со многими ферментными системами и поэтому могут оказывать существенное влияние на биосинтез фармаколо-

гически активных веществ [11]. Наряду с этим важное значение имеет оценка экологической безопасности лекарственного растительного сырья, т.к. микроэлементные загрязнения лекарственных растений возможны не только вблизи промышленных предприятий, но и в результате трансгрессии загрязнителей воздушными и водными потоками на значительных расстояниях от них. Эти токси-каны могут переходить из лекарственных растений в лекарственные формы, а затем поступать в организм человека [12]. Следовательно, актуальным является исследование макро-, микро- и ультрамикроэлементного состава лекарственного растительного сырья.

Цель работы – провести масс-спектрометрическое определение элементного состава официального сырья и травы валерианы волжской и валерианы сомнительной, произрастающих на территории Воронежской области. Дать оценку экологической безопасности исследуемого сырья.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектами исследования служили корневища с корнями и трава валерианы волжской (ВВ) и валерианы сомнительной (ВС). Они были заготовлены в Воронежской области в 2017 году соответственно на берегу реки Икорец в селе Средний Икорец Лискинского района и в окрестностях села Белогорье Подгоренского района.

Элементный состав указанных образцов определяли масс-спектрометрией с индуктивно связанной плазмой на приборе ELAN-DRC-e [13]. Для контроля точности определений применялся метод добавок. Выбор метода обусловлен его высокой чувствительностью и информативностью [14,15,16,17].

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В результате проведенных исследований (таблица 1) определено содержание 6 макро- (Al, Ca, K, Mg, Na, P), 59 микро- и ультрамикроэлементов (Ag, As, Au, B, Ba, Be, Bi, Br, Ce, Cd, Co, Cs, Cr, Cu, Dy, Er, Eu, Fe, Ga, Gd, Ge, Hf, Hg, Ho, I, In, La, Li, Lu, Mn, Mo, Nb, Nd, Ni, Pb, Pr, Pt, Rb, Re, Sb, Se, Sm, Sn, Sr, Ta, Tb, Te, Th, Ti, Tl, Tm, U, V, W, Y, Yb, Zn, Zr). Из данных, обобщенных в таблице, следует, что наибольшее содержание в траве валерианы волжской отмечено для элементов K>Ca>Mg>P>Na>Fe>Al>Mn>Sr>B>Zn>Ba>R-

b>Cu, в траве валерианы сомнительной для элементов - Ca>K>Mg>P>Na>Fe>Al>Mn>Sr>B>Ba>Zn>Rb>Cu, в корневищах с корнями валерианы волжской для элементов - K>Ca>P>Na>Mg>Fe>Al>Mn>Ba>Sr>Zn>B>Rb>Cu>Ti, в корневищах с корнями валерианы сомнительной для элементов - K>Ca>P>Na>Fe>Mg>Al>Mn>Ba>Sr>Zn>B>Rb>Cu>Ti. В ряду макроэлементов доминировали калий и кальций; микроэлементов – железо и марганец. Калий, в организме человека, необходим для регулирования водно-солевого баланса. Наличие калия напрямую влияет на уровень кислот, солей и щелочей в организме. Также важна его роль в работе нервной и сердечно-сосудистой системы, в организации мышечной деятельности. Са участвует в ключевых физиологических и биохимических процессах клетки. Ионы кальция участвуют в процессах свёртывания крови и передачи нервных импульсов, в регуляции сократимости сердечных и скелетных мышц, влияют на секрецию гормонов и нейромедиаторов. Железо участвует в кроветворении и регуляции внутриклеточного метаболизма, в обеспечении тканевого дыхания. Биологическая роль микроэлемента Mn заключается в активации широкого круга ферментативных реакций. Из них можно выделить: синтез главных компонентов костной и хрящевой тканей, усвоение железа, синтез и обмен холестерина, синтез тироксина [18,19,20].

При анализе особенностей накопления элементов по органам обнаружено, что содержание кальция и магния значительно выше в траве, чем в подземных органах исследуемых валериан. Тогда как содержание алюминия и натрия значительно выше в корневищах с корнями, чем в траве анализируемых образцов.

Кроме эссенциальных элементов растения могут концентрировать и токсичные, поэтому при изучении элементного состава лекарственного растительного сырья необходимо давать оценку его экологической безопасности. В настоящее время при оценке загрязнения лекарственного растительного сырья тяжелыми металлами в качестве ориентировочных критериев экологической чистоты, используют допустимые уровни, принятые для БАД на растительной основе.

Данные таблицы 2 свидетельствуют о том, что содержание токсичных элементов во всех исследуемых образцах не превышает допустимых норм [21].

Таблица 1

Элементный состав изучаемого лекарственного растительного сырья

№ п/п	Элемент	Содержание, мкг/г			
		Трава ВВ	Трава ВС	Корневища с корнями ВВ	Корневища с корнями ВС
Макроэлементы					
1	Кальций (Ca)	19406	25337	5416	9067
2	Калий (K)	22414	13401	16043	12306
3	Фосфор (P)	4593	5556	3541	4251
4	Натрий (Na)	693	670	2827	3198
5	Магний (Mg)	5378	6976	1778	1803
6	Алюминий (Al)	179	195	724	922
Микро- и ультрамикроэлементы					
7	Бор (B)	57	50.8	18.0	237
8	Бериллий (Be)	0.03	0.03	0.053	0.06
9	Литий (Li)	1.3	1.6	1.13	1.3
10	Скандий (Sc)	0.05	0.06	0.05	0.06
11	Титан (Ti)	4.28	4.9	12.6	15.5
12	Ванадий (V)	0.54	0.49	3.39	3.99
13	Хром (Cr)	3.36	3.67	4.74	5.44
14	Марганец (Mn)	105	105	194	241
15	Железо (Fe)	375	347	1447	2202
16	Кобальт (Co)	0.42	0.48	0.96	1.1
17	Никель (Ni)	1.57	1.33	3.14	3.52
18	Медь (Cu)	13.7	12.9	15.9	17.6
19	Цинк (Zn)	48.1	42.2	37.6	45.8
20	Галлий (Ga)	0.12	0.12	0.26	0.34
21	Германий (Ge)	0.0001	0.0001	0.0035	0.005
22	Мышьяк (As)	0.28	0.25	0.45	0.39
23	Селен (Se)	0.0005	0.0004	0.23	0.29
24	Бром (Br)	9.06	8	3.86	4.83
25	Рубидий (Rb)	34.8	37.8	17.4	21.4
26	Стронций (Sr)	94	88.5	54	65.7
27	Итрий (Y)	0.15	0.12	0.57	0.65
28	Цирконий (Zr)	0.24	0.27	1.07	1.19
29	Ниобий (Nb)	0.012	0.01	0.062	0.08
30	Молибден (Mo)	0.37	0.29	0.35	0.39
31	Серебро (Ag)	0.011	0.01	0.0084	0.009
32	Кадмий (Cd)	0.039	0.04	0.15	0.18
33	Индий (In)	0.00056	0	0.0016	0.002
34	Олово (Sn)	0.033	0.03	0.11	0.13
35	Сурьма (Sb)	0.033	0.03	0.024	0.031
36	Теллур (Te)	0.001	0.0007	0.072	0.08
37	Йод (I)	0.18	0.16	0.35	0.46
38	Цезий (Cs)	0.041	0.03	0.063	0.08
39	Барий (Ba)	37	44.9	69.7	76.9
40	Лантан (La)	0.19	0.15	0.75	0.87
41	Церий (Ce)	0.4	0.32	1.72	2
42	Празеодим (Pr)	0.046	0.04	0.2	0.23
43	Неодим (Nd)	0.2	0.22	0.75	0.9
44	Самарий (Sm)	0.04	0.04	0.15	0.19
45	Европий (Eu)	0.095	0.01	0.03	0.038
46	Гадолиний (Gd)	0.044	0.04	0.17	0.198
47	Тербий (Tb)	0.0056	0	0.023	0.027
48	Диспрозий (Dy)	0.028	0.02	0.11	0.132
49	Гольмий (Ho)	0.0061	0.01	0.022	0.026
50	Эрбий (Er)	0.014	0.02	0.051	0.063
51	Тулий (Tm)	0.0015	0.0012	0.0069	0.008
52	Иттербий (Yb)	0.01	0.01	0.039	0.046
53	Лютеций (Lu)	0.0016	0.0012	0.0065	0.008
54	Гафний (Hf)	0.0026	0.002	0.02	0.024

Таблица 1 (Продолжение)

Элементный состав изучаемого лекарственного растительного сырья

№ п/п	Элемент	Содержание, мкг/г			
		Трава ВВ	Трава ВС	Корневища с корнями ВВ	Корневища с корнями ВС
Макроэлементы					
55	Тантал (Ta)	0.0006	0.00072	0.0042	0.005
56	Вольфрам (W)	0.017	0.02	0.18	0.215
57	Рений (Re)	0.00095	0.00078	0.0001	0.0001
58	Платина (Pt)	0.01	0.01	0.01	0.012
59	Золото (Au)	0.01	0.01	0.01	0.011
60	Ртуть (Hg)	0.004	0.003	0.0018	0.002
61	Таллий (Tl)	0.0085	0.01	0.078	0.09
62	Свинец (Pb)	0.47	0.37	2.49	2.9
63	Висмут (Bi)	0.0087	0.01	0.011	0.013
64	Торий (Th)	0.053	0.04	0.19	0.24
65	Уран (U)	0.032	0.03	0.14	0.18

Таблица 2

Содержание токсичных элементов в исследуемых образцах ЛРС

Токсичные элементы	Трава ВВ	Трава ВС	Корневища с корнями ВВ	Корневища с корнями ВС	ПДК мг/кг
Свинец (Pb)	0.47	0.37	2.49	2.9	6,0
Мышьяк (As)	0.28	0.25	0.45	0.39	0.5
Кадмий (Cd)	0.039	0.04	0.15	0.18	1.0
Ртуть (Hg)	0.004	0.003	0.0018	0.002	0.1

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, методом масс-спектрометрии проведено исследование элементного состава корневищ с корнями и травы валерианы волжской и валерианы сомнительной. Определено содержание 6 макро- (Al, Ca, K, Mg, Na, P), 59 микро- и ультрамикроэлементов (Ag, As, Au, B, Ba, Be, Bi, Br, Ce, Cd, Co, Cs, Cr, Cu, Dy, Er, Eu, Fe, Ga, Gd, Ge, Hf, Hg, Ho, I, In, La, Li, Lu, Mn, Mo, Nb, Nd, Ni, Pb, Pr, Pt, Rb, Re, Sb, Se, Sm, Sn, Sr, Ta, Tb, Te, Th, Ti, Tl, Tm, U, V, W, Y, Yb, Zn, Zr). Учитывая роль элементов в жизненно важных процессах, обоснована возможность использования официального сырья и травы валерианы волжской и сомнительной в качестве источника эссенциальных элементов, т.к. основное преимущество комплекса микроэлементов лекарственного растительного сырья перед другими источниками – гармоничное сочетание и полная усвояемость микроэлементов организмом человека. Однако ценность ЛРС напрямую зависит от его экологической безопасности. Анализ содержания токсичных элементов в исследуемых образцах показал, что их количество не превышает допустимых норм. Исследование элементного состава открывает предпосылки для более широкого использования валерианы в профилактике и лечении различных заболеваний.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горбунов Ю.Н. Валерианы флоры России и сопредельных государств. Москва, Наука, 2002, 208 с.

2. Фурса Н.С. Валериана в фитотерапии. Томск, НТЛ, 1998, 212 с.

3. Фурса Н.С. Валериана и болезни сердечно-сосудистой системы. Ярославль, Траст, 2006, 564 с.

4. Фурса Н.С., Джурко Ю.А., Колосова О.А., Парфёнов А.А., Агафонов В.А. Изучение компонентного состава природных соединений семян и подземных органов валерианы волжской и валерианы сомнительной, произрастающих в Воронежской области. // Вестник ВГУ, Серия: Химия, Биология, Фармация. 2014. №2.

5. Шкроботько П.Ю., Парфенов А.А., Демянчук Т.А. // «Макро- и микроэлементы европейских и азиатских образцов валерианы лекарственной», Естествознание и гуманизм, сборник научных работ, Томск, СибГМУ, 2004, Т.1, №2, с. 71-75.

6. Hazelhoff B., Weert B., H. Malingre N. // Isolation and analytical aspects of Valeriana compounds. A composition of extraction procedures and quantitative determination of isovaltrate. Pharm. Wbl. Sci. Ed. 1981. Vol.3, №3, pp. 106-110.

7. Buskova A., Eisenreichova E., Haladova M. // Alkaloides of the underground part of Valeriana officinalis. Acta Fac. Pharm. Univ Comen. 1977. Vol.31, pp. 29-37.

8. L. Boydzhev, D. Kancheva, C. Gourdon, D. Metcheva. // Extraction of valerianic acids from valerian (Valeriana officinalis L.) rhizomes. Pharmazie. 2004. Vol. 59. № 9, pp. 727-728.

9. Goppel M., Franz G. // Stability control of valerian ground material and extracts: a new HPLC-

method for the routine quantification of valerenic acids and lignans. Pharmazie. 2004. Vol. 59. № 6, pp. 446–452.

10. Hendriks H., Gestma H.J., Allersma D. // Analytische und pharmacologische aspekte des Mstherischen Oles von Valeriana officinalis. Planta med. 1981. Vol.42. №2, pp. 131-133.

11. Войнар А.И. Микроэлементы в живой природе. Москва, Высшая школа, 1962, 227 с.

12. Бакланова Т.А. Исследование влияния экологических факторов на элементарный состав и накопление фармакологически активных веществ растений рода валериана и пустырник. Автореф. дисс. канд. фармац. Наук. Москва, 1997, 22 с.

13. Определение содержания химических элементов в диагностируемых биосубстратах, препаратах и биологически активных добавках методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной аргонной плазмой: Методические указания (МУК 4.1.1483 - 03). - М.: ФЦГСЭН МЗ РФ, 2003. - 36 с.

14. Заикин, В.Г., Варламов А.В, Микая А.И., Простаков Н.С. Основы масс-спектрометрии органических соединений. Москва. МАИК «Наука», 2001, 286 с.

15. Jiaxu, Li., Sarah M. Assmann Mass spectrometry. An Essential Tool in Proteome Analysis. // Plant Physiology. 2000. Vol.123, pp. 807-809.

16. Клюев, Н.А., Бродский Е.С. // Современные методы масс-спектрометрического анализа органических соединений. Российский химический журнал. 2002. Т.66. №4. С. 57-63.

17. Лебедев А.Т. Масс-спектрометрия в органической химии. Москва, БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003, 501 с.

18. Авцын А.П. Микроэлементозы человека (этиология, классификация, органопатология). Москва, Медицина, 1991, 495 с.

19. Ноздрюхина Л.Р. Нарушение микроэлементного обмена и пути его коррекции. Москва, Наука, 1980, 280 с.

20. Ильинских Е.Н., Огородова Л.М. Эпидемиологическая генотоксикология тяжёлых металлов и здоровье человека. Томск, СГМУ, 2003, 300с.

21. СанПин 2.3.2. 1078-01 от 14.11.2001/22.03.02. «Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов» (с изменениями и дополнениями 1-14). Разделы «Общие положения», «1.10. Биологически активные добавки к пище», «1.10.7. БАД на растительной основе, в.ч. цветочная пыльца». Режим доступа: http://www.service-holod.ru/sanPiN2/sanPiN_2_3_2_1078_01.htm. (дата обращения 02.03.2018)

Воронежский государственный университет

**Колосова О. А., ассистент кафедры управления и экономики фармации и фармакогнозии*
Тел.: +7 (473) 253-04-28
E-mail: kolosova.o.a@yandex.ru

Voronezh state university

**Kolosova O. A., assistant Professor, Dept. of management and economics of pharmacy and pharmacognosy*
Ph.: +7 (473) 253-04-28
E-mail: kolosova.o.a@yandex.ru

Гапонов С. П., доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой зоологии и паразитологии

Тел.: +7 (473) 220-88-61
E-mail: gaponov2003@mail.ru

Gaponov S. P., PhD, Dsci., Full Professor, Head of zoology and parasitology dept

Ph.: +7 (473) 220-88-61
E-mail: gaponov2003@mail.ru

Коренская И. М., к.фарм.н., доцент кафедры управления и экономики фармации и фармакогнозии

Тел.: +7 (473) 253-04-28
E-mail: kim@pharm.vsu.ru

Korenskaya I. M., associate professor, Department of Management and economics of pharmacy and pharmacognosy

Ph.: +7 (473) 253-04-28
E-mail: kim@pharm.vsu.ru

STUDYING THE ELEMENTAL COMPOSITION OF ROOSTERS WITH ROOTS AND HERBS VALERIANS OF THE VOLGA AND VALERIANS DOUBTFUL, GROWING IN THE VORONEZH REGION

O. A. Kolosov, S. P. Gaponov, I. M. Korenskaya

Voronezh State University

Abstract. Using the method of mass spectrometry, the content of 6 macro - (Al, Ca, K, Mg, Na, P), 59 micro- and ultramicroelements (Ag, As, Au, B, Ba, Be, Bi, Br, Ce, Cd, Co, Cs, Cr, Cu, Dy, Er, Eu, Fe, Ga, Gd, Ge, Hf, Hg, Ho, I, In, La, Li, Lu, Mn, Mo, Nb, Nd, Ni, Pb, Pr, Pt, Rb, Re, Sb, Se, Sm, Sn, Sr, Ta, Tb, Te, Th, Ti, Tl, Tm, U, V, W, Y, Yb, Zn, Zr) in the rhizomes with roots and grass *Valeriana wolgensis* and *Valeriana dubia*. Among the macroelements, potassium and calcium dominated; trace elements - iron and manganese. Procurement of raw materials was carried out in the Voronezh region, respectively, on the bank of the river Ikorets in the village of Sredny Ikorets, Liskinsky district and in the vicinity of the village of Belogorye, Podgorensky district.

The peculiarities of accumulation of elements in the grass and underground organs of the valerians studied are revealed. It was found that the content of calcium and magnesium is much higher in the grass than in underground organs, whereas the content of aluminum and sodium is much higher in the roots rhizomes than in the grass of the analyzed samples.

The content of certain toxic elements was determined as the main criterion for the ecological safety of raw materials. At present, the maximum permissible concentration of technogenic elements for raw materials is not accepted, therefore, as an indicative criterion of ecological purity, we used the norms for food products adopted in the Russian Federation.

From the comparison of the concentration of toxic elements (lead, arsenic, cadmium, mercury) with the requirements of sanitary norms and rules, it follows that their accumulation in the investigated raw materials did not exceed the limit of the permissible concentrations. As a result, the rhizomes with roots and the grass of the valerian species studied are ecologically safe and can be used to study pharmacological properties.

Keywords: *Valeriana wolgensis*, *Valeriana dubia*, macro- and microelements, mass-spectrometry.

REFERENCES

1. Gorbunov Yu.N. Valeriany flory Rossii i sopredel'nykh gosudarstv. Moskva, Nauka, 2002, 208 s.
2. Fursa N.S. Valeriana v fitoterapii. Tomsk, NTL, 1998, 212 s.
3. Fursa N.S. Valeriana i bolezni serdechno - sosudistoi sistemy. Yaroslavl', Trast, 2006, 564 s.
4. Fursa N.S., Dzhurko Yu.A., Kolosova O.A., Parfenov A.A., Agafonov V.A. Izuchenie komponentnogo sostava prirodnikh soedinenii semyan i podzemnykh organov valeriany volzhskoi i valeriany somnitel'noi, proizrastayushchikh v Voronezhskoi oblasti. // Vestnik VGU, Seriya: Khimiya, Biologiya, Farmatsiya. 2014. №2.
5. Shkrobot'ko P.Yu., Parfenov A.A., Demyanchuk T.A. // «Makro- i mikroelementy evropeiskikh i aziatskikh obraztsov valeriany lekarstvennoi», Estestvoznaniye i gumanizm, sbornik nauchnykh rabot, Tomsk, SibGMU, 2004, T.1, №2, s. 71-75.
6. Hazelhoff B., Weert V., H. Malingre N. // Isolation and analytical aspects of Valeriana compounds. A composition of extraction procedures and quantitative determination of isovaltrate. Pharm. Wbl. Sci. Ed. 1981. Vol.3, №3, pp. 106-110.
7. Buskova A., Eisenreichova E., Haladova M. // Alkaloides of the underground part of Valeriana officinalis. Acta Fac. Pharm. Univ Comen. 1977. Vol.31, pp. 29-37.
8. L. Boydzhev, D. Kancheva, C. Gourdon, D. Metcheva. // Extraction of valerenic acids from valerian (*Valeriana officinalis* L.) rhizomes. Pharmazie. 2004. Vol. 59. № 9, pp. 727-728.
9. Goppel M., Franz G. // Stability control of valerian ground material and extracts: a new HPLC-method for the routine quantification of valerenic acids and lignans. Pharmazie. 2004. Vol. 59. № 6, pp. 446-452.
10. Hendriks H., Gestma H.J., Allersma D. // Analytische und pharmakologische aspekte des Mstherischen Oles von Valeriana officinalis. Planta med., 1981. Vol.42. №2, pp. 131-133.
11. Voinar A.I. Mikroelementy v zhivoi prirode. Moskva, Vysshaya shkola, 1962, 227 s.
12. Baklanova T.A. Issledovanie vliyaniya ekologicheskikh faktorov na elementarnyi sostav i

nakoplenie farmakologicheskii aktivnykh veshchestv rastenii roda valeriana i pustyrnik. Avtoref. diss. kand. farmats. Nauk. Moskva, 1997, 22 s.

13. Opredelenie sodержaniya khimicheskikh elementov v diagnostiruemykh biosubstratakh, preparatakh i biologicheskii aktivnykh dobavkakh metodom mass-spektrometrii s induktivno-svyazannoi argonovoi plazmoi: Metodicheskie ukazaniya (MUK 4.1.1483 - 03). - M.: FTs GSEN MZ RF, 2003. - 36 s.

14. Zaikin, V.G., Varlamov A.V, Mikaya A.I., Prostakov N.S. Osnovy mass-spektrometrii organicheskikh soedinenii. Moskva. MAIK «Nauka», 2001, 286 s.

15. Jiaxu, Li., Sarah M. Assmann Mass spectrometry. An Essential Tool in Proteome Analysis. // Plant Physiology. 2000. Vol.123, rr. 807-809.

16. Klyuev, N.A., Brodskii E.S. // Sovremennye metody mass-spektrometricheskogo analiza organicheskikh soedinenii. Rossiiskii khimicheskii zhurnal. 2002. T.66. №4. S. 57-63.

17. Lebedev A.T. Mass-spektrometriya v organicheskoi khimii. Moskva, BINOM. Laboratoriya znaniy, 2003, 501 s.

18. Avtsyn A.P. Mikroelementozy cheloveka (etiologiya, klassifikatsiya, organopatologiya). Moskva, Meditsina, 1991, 495 s.

19. Nozdryukhina L.R. Narushenie mikroelementnogo obmena i puti ego korrektsii. Moskva, Nauka, 1980, 280 s.

20. Il'inskikh E.N., Ogorodova L.M. Epidemiologicheskaya genotoksikologiya tyazhelykh metallov i zdorov'e cheloveka. Tomsk, SGMU, 2003, 300s.

21. SanPin 2.3.2. 1078-01 ot 14.11.2001/22.03.02. «Gigienicheskie trebovaniya k kachestvu i bezopasnosti prodovol'stvennogo syr'ya i pishchevykh pro-duktov» (s izmeneniyami i dopolneniyami 1-14). Razdely «Obshchie polozheniya», «1.10. Biologicheskii aktivnye dobavki k pishche», «1.10.7. BAD na rastitel'noi osnove, v.ch. tsvetochnaya pyl'tsa». Rezhim dostupa: http://www.service-holod.ru/sanPiN2/sanPiN_2_3_2_1078_01.htm. (data obrashcheniya 02.03.2018)