

## СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ЛИСТЬЕВ ПЛЮЩА ОБЫКНОВЕННОГО РАЗЛИЧНЫХ АРЕАЛОВ ПРОИЗРАСТАНИЯ

А. А. Солодухина, Т. А. Брежнева, А. И. Сливкин

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»

Поступила в редакцию 10.01.2020 г.

**Аннотация.** Проведено исследование макро- и микроэлементного состава листьев плюща обыкновенного различных ареалов произрастания методом масс-спектрометрии.

Согласно современным научным представлениям микроэлементы играют важную роль в жизненных процессах, происходящих в живых организмах. Восемьдесят один элемент, из которых пятнадцать признано жизненно необходимыми, обнаружены в организме человека. Минеральные компоненты, содержащиеся в лекарственных растениях, предположительно, также могут вносить свой вклад в их терапевтическую активность.

Листья плюща известны как растительное сырье, основными действующими веществами которого являются тритерпеновые сапонины, обладающие широким спектром фармакологической активности. Поскольку сведения об элементном составе листьев плюща обыкновенного в литературе отсутствуют, изучение минерального состава данного растения можно считать актуальным.

Целью данной работы являлось исследование элементного состава листьев плюща обыкновенного различных мест произрастания методом масс-спектрометрии.

В листьях плюща обнаружен широкий спектр микроэлементов - наибольшее содержание в образцах отмечено для алюминия, бария, бора, железа, марганца, стронция и цинка. Установлены некоторые отличия в содержании микро- и макроэлементов в образцах сырья, заготовленных в различных регионах произрастания растений.

Так, листья плюща, произраставшего в Анапе и Ялте, накапливают в больших количествах йод, что может быть связано с близостью моря. Листья плюща, заготовленного в Ялте, накапливают больше железа, лития, марганца, меди, молибдена, хрома и цинка, что может быть связано с составом почвы в месте сбора, а также экологической обстановкой местности. Содержание всех микроэлементов в листьях плюща, произраставшего в Ираке, ниже, чем в других исследуемых образцах, что может объясняться как заготовкой сырья в местности, удаленной от населенных пунктов, так и климатическими особенностями места произрастания.

Полученные результаты позволили сделать вывод о том, что, несмотря на выявленные отличия, все исследуемые образцы листьев плюща соответствовали требованиям нормативной документации по содержанию тяжелых металлов и мышьяка в ЛРС и лекарственных растительных препаратах.

**Ключевые слова:** листья плюща обыкновенного, элементный состав, масс-спектрометрия

Согласно современным научным представлениям, микроэлементы играют не последнюю роль в жизненных процессах, происходящих в живых организмах.

Так, на молекулярном уровне, микроэлементы принимают активное участие в жизни растений, связываясь с их биополимерами или воздействуя через ферментную систему. Микроэлементы влияют на процессы роста, развития и репродукции растений.

На данный момент в организме человека обнаружен 81 химический элемент, а жизненно важными признаны 15 – железо, йод, медь, цинк, кобальт, хром, молибден, никель, ванадий, селен, марганец, мышьяк, фтор, кремний, литий [1].

Так, минеральные компоненты могут вносить свой вклад в терапевтическую активность растений, что расширяет возможность их использования для создания лекарственных средств [2].

Растения, содержащие тритерпеновые сапонины, которые обладают широким спектром био-

логической активности, все чаще привлекают внимание исследователей в области фитотерапии. В силу достаточной распространенности к перспективным источникам тритерпеновых сапонинов можно отнести различные виды плюща [3].

В качестве лекарственного сырья используют высушенные листья плюща (*Folium Hederae heliсis*), содержащие до 10% сапонинов. Растение официально в некоторых европейских странах [2,5], но в России не является официальным. В то же время в РФ реализуется ряд лекарственных препаратов плюща: Геделикс, Проспан, Бронхипрет (Германия), Гербион (Словения), Пектолван плющ (Украина) [5]. Данные препараты содержат экстракт листьев плюща и применяются для лечения острых респираторных заболеваний, острых и хронических бронхитов в качестве секретолитика, стимулятора моторной функции дыхательных путей [6,7].

Элементный состав листьев плюща обыкновенного практически не изучен, следовательно, особую актуальность приобретает его исследование. Сведения об элементном составе листьев плюща обыкновенного разных ареалов произрастания в литературе отсутствуют.

Целью данной работы являлось исследование элементного состава листьев плюща обыкновенного различных мест произрастания методом масс-спектрометрии.

## МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Объект исследования - высушенные измельченные листья плюща обыкновенного, заготовленные (самозаготовка) в августе 2018г. в Ираке (район, удаленный от населенных пунктов) и России (Анапа, городская черта; Ялта, окрестности).

Полный макро-, микро- и ультрамикроэлементный анализ состава изучаемого сырья проводили согласно методическим указаниям

4.1.1483-03 «Определение содержания химических элементов в диагностируемых биосубстратах, препаратах и биологически активных добавках методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной аргонной плазмой» [8]. Используемые референс-стандарты: ГСО состава травосмеси (Тр-1), ГСО 8922-2007; ГСО состава элодеи канадской (ЭК-1), ГСО 8921-2007; ГСО состава листа березы (ЛБ-1), ГСО 8923-2007.

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Результаты определения полного элементного состава изучаемых образцов листьев плюща обыкновенного приведены в таблице 1.

Анализ показал, что в листьях плюща обыкновенного представлен широкий спектр микроэлементов, из которых в наибольшем количестве в образцах содержатся алюминий, барий, бор, железо, марганец, стронций и цинк. Установлены некоторые различия в содержании микро- и макроэлементов в образцах сырья, заготовленных в различных регионах произрастания растений (рис.1, табл.1). Так, листья плюща, произраставшего в Анапе и Ялте, накапливают в больших количествах йод, что может быть связано с близостью моря. Листья плюща, заготовленного в Ялте, накапливают больше железа, лития, марганца, меди, молибдена, хрома и цинка, что может быть связано с составом почвы и экологической обстановкой в месте сбора. Содержание всех микроэлементов в листьях плюща, произраставшего в Ираке, ниже, чем в других исследуемых образцах, что может объясняться как заготовкой сырья в местности, удаленной от населенных пунктов, так и жарким, засушливым климатом места произрастания.

Обнаруженные в составе сырья микро- и макроэлементы могут оказывать влияние на терапевтический эффект ЛРС.

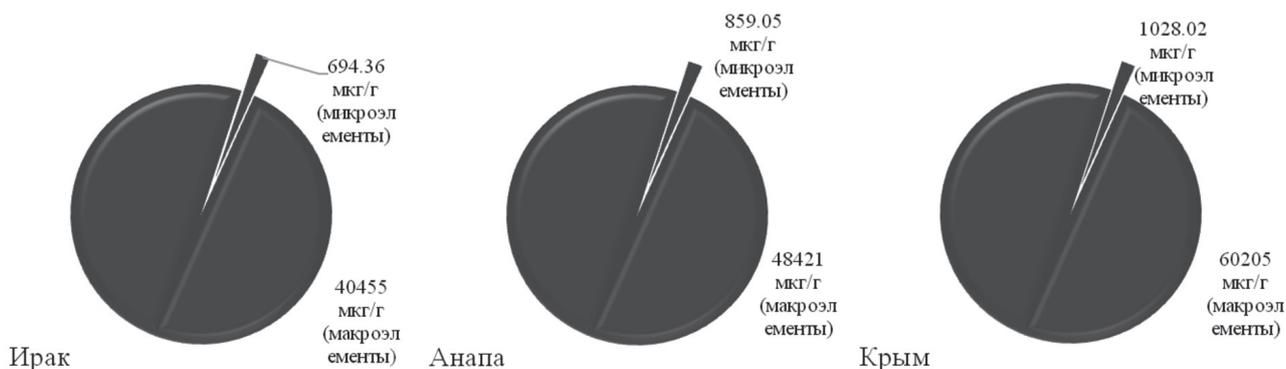


Рис. 1. Доля макро- и микроэлементов в комплексе элементов листьев плюща обыкновенного различных ареалов произрастания.

Таблица 1

Результаты определения элементного состава листьев плюща обыкновенного (в пересчете на абсолютно сухое сырье)

№ п/п	Элемент	Содержание, мкг/г		
		Ирак	Анапа	Ялта
Макроэлементы				
1	Калий	13503	16132	12489
2	Кальций	22171	26532	40346
3	Магний	2469	3020	4249
4	Натрий	124	167	193
5	Фосфор	2188	2570	2928
Микро- и ультрамикроэлементы				
6	Алюминий	64	77	90
7	Барий	68	83.8	105
8	Бериллий	0.027	0.03	0.036
9	Бор	29.11	36.8	44.46
10	Бром	2.42	2.95	3.25
11	Ванадий	0.07	0.1	0.12
12	Висмут	0.0044	0.0052	0.0063
13	Вольфрам	0.062	0.088	0.096
14	Гадолиний	0.019	0.022	0.023
15	Галлий	0.05	0.056	0.067
16	Гафний	0.0006	0.00062	0.0007
17	Германий	0.002	0.0027	0.003
18	Гольмий	0.0015	0.0019	0.0023
19	Диспрозий	0.0093	0.01	0.0126
20	Европий	0.006	0.008	0.01
21	Железо	251	323	<b>382</b>
22	Золото	0.0075	0.01	0.012
23	Индий	0.0005	0.00056	0.001
24	Йод	0.102	<b>0.120</b>	<b>0.137</b>
25	Итрий	0.047	0.063	0.073
26	Иттербий	0.0029	0.0034	0.0041
27	Кадмий	0.042	0.053	0.06
28	Кобальт	0.13	0.18	<b>0.22</b>
29	Лантан	0.06	0.084	0.09
30	Литий	1.64	2.13	<b>2.54</b>
31	Лютеций	0.0008	0.00094	0.0012
32	Марганец	68	93.1	<b>115</b>
33	Медь	6.1	8.01	<b>9.00</b>
34	Молибден	0.41	0.52	<b>0.61</b>
35	Мышьяк	0.028	0.032	0.038
36	Неодим	0.056	0.079	0.083
37	Никель	0.039	0.05	0.054
38	Ниобий	0.004	0.0045	0.005
39	Олово	0.008	0.01	0.011
40	Платина	0.009	0.01	0.011
41	Празеодим	0.02	0.021	0.03
42	Рений	0.016	0.018	0.019
43	Ртуть	0.0063	0.0084	0.009
44	Рубидий	3.12	4.3	4.95
45	Самарий	0.019	0.023	0.027
46	Свинец	1.3	1.88	2.3
47	Селен	0.056	0.08	0.085
48	Серебро	0.005	0.0066	0.008
49	Скандий	0.24	0.3	0.32
50	Стронций	114	127	153
51	Сурьма	0.022	0.026	0.028
52	Таллий	0.0026	0.0034	0.0036

Таблица 1 (Продолжение)

Результаты определения элементного состава листьев плюща обыкновенного (в пересчете на абсолютно сухое сырье)

№ п/п	Элемент	Содержание, мкг/г		
		Ирак	Анапа	Ялта
53	Тантал	0.0003	0.00035	0.0004
54	Теллур	0.001	0.0013	0.001
55	Тербий	0.002	0.0026	0.003
56	Титан	1.38	1.87	2.35
57	Торий	0.0069	0.0092	0.012
58	Тулий	0.0006	0.00072	0.0008
59	Уран	0.0091	0.012	0.014
60	Хром	2.51	2.94	<b>3.58</b>
61	Цезий	0.01	0.012	0.014
62	Церий	0.13	0.16	0.18
63	Цинк	80	92	<b>108</b>
64	Цирконий	0.029	0.033	0.04
65	Эрбий	0.0049	0.0057	0.0068

Кальций, как в наибольшей степени накапливаемый изучаемым сырьем макроэлемент, является основным строительным материалом скелета человека, необходим для саморегуляции динамического равновесия организма. Калий и натрий поддерживают необходимый постоянный уровень осмотического давления в жидкостях организма. Фосфорсодержащие соединения отвечают за аккумуляцию и перенос энергии в ходе биохимических реакций, происходящих в организме человека. Магний активирует множество ферментов, участвующих в синтезе белков и нуклеиновых кислот, окислительно-восстановительных процессах, участвует в процессах формирования костной ткани. Цинк способствует ликвидации воспалительных процессов, заживлению ран, обладает антиоксидантными свойствами. Не менее важны для слаженной работы организма человека и другие макро- и микроэлементы [1,9-19].

Количественное содержание макро- и микроэлементов в листьях плюща обыкновенного различных ареалов произрастания показано на рисунке 1.

На рисунке 2 показана доля токсичных элементов (тяжелых металлов и мышьяка) в общей сумме комплекса минералов листьев плюща различных ареалов произрастания.

Данные рисунка 2 говорят о том, что в сырье, собранном в Крыму, содержание токсичных элементов больше по сравнению с остальными образцами. Наименьшее их количество содержится в листьях, собранных в Ираке, что может объясняться их заготовкой вдали от крупных населенных пунктов. Данный показатель достаточ-

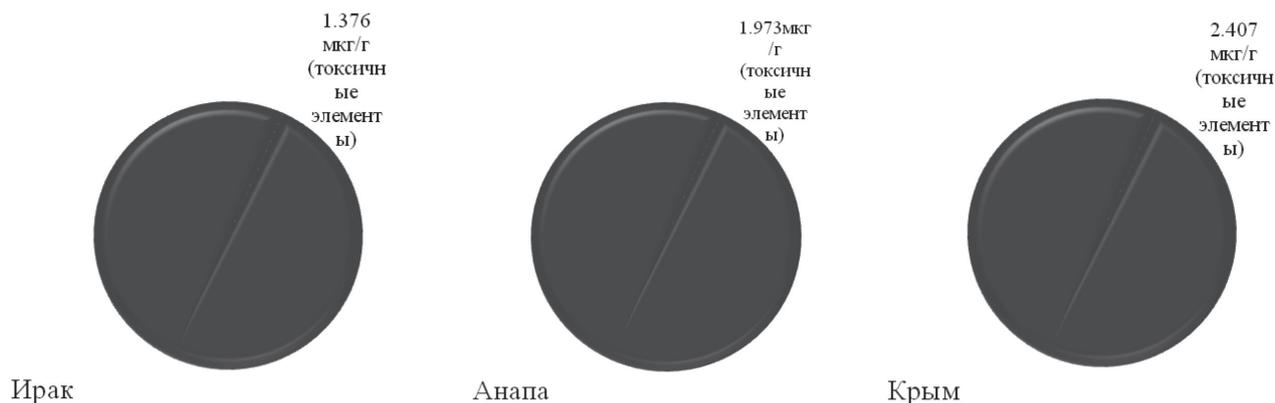


Рис. 2. Доля токсичных элементов в комплексе элементов листьев плюща обыкновенного различных ареалов произрастания.

Таблица 2

Предельно допустимое содержание тяжелых металлов и мышьяка в ЛРС и лекарственных растительных препаратах

Металл	Фактическое содержание, мг/кг			Предельно допустимое содержание, мг/кг
	Ирак	Анапа	Крым	
Свинец	1.3	1.88	2.3	6.0
Кадмий	0.042	0.053	0.06	1.0
Ртуть	0.0063	0.0084	0.009	0.1
Мышьяк	0.028	0.032	0.038	0.5

но сильно зависит от уровня загрязнения почвы и экологической обстановки местности. Так же следует обратить внимание на тот факт, что содержание токсичных тяжелых металлов и мышьяка во всех исследуемых образцах не превышает допустимых норм согласно ГФ XIV (табл. 2) [20].

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведено исследование полного элементного состава листьев плюща обыкновенного различных ареалов произрастания методом масс-спектрометрии.

Установлены некоторые отличия в содержании микро- и макроэлементов в образцах сырья, заготовленных в различных регионах произрастания растений, которые могут зависеть от близости моря (данные по содержанию иода в образцах, заготовленных в Анапе и Ялте), климатических особенностей (низкое содержание микроэлементов в плюще из Ирака) или уровня загрязнения почвы и экологической обстановки местности (городской или сельский район и т.д.).

Полученные результаты позволили сделать вывод о том, что, несмотря на выявленные отличия, все исследуемые образцы листьев плюща соответствовали требованиям нормативной документации по содержанию тяжелых металлов и мышьяка в ЛРС и лекарственных растительных препаратах.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Афиногенов Ю.П. Биогенные элементы и их физиологическая роль. Учебное пособие. Воронеж, ВГУ, 2008, 143 с.
- Брежнева Т.А., Самсонова Н.Д. // Вестник ВГУ. Серия «Химия. Биология. Фармация». 2019. №1. С. 127-141.
- Ловкова М.Я., Бузук Г.Н. // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2013. № 4. С. 43-49.
- Писарев Д.И., Мартынова Н.А., Нетребенко Н.Н., Новиков О.О., Сорокопудов В.Н. // Химия растительного сырья. 2009. №4. С. 197-198.
- EUROPEAN PHARMACOPOEIA - 8th EDITION published 15 July 2013. Режим доступа: [http://www.fptl.ru/biblioteka/farmakopei/evropeyskaya\\_farmakopeya\\_8\\_vol-1.pdf](http://www.fptl.ru/biblioteka/farmakopei/evropeyskaya_farmakopeya_8_vol-1.pdf) (Дата обращения: 20.09.2019)
- Государственный реестр лекарственных средств. Режим доступа: <https://grls.rosminzdrav.ru/Default.aspx> (Дата обращения: 20.09.2019)
- Лавренов В.К. Современная энциклопедия лекарственных растений. Москва, ОЛМА Медиагруп, 2007, 272 с.
- Определение содержания химических элементов в диагностируемых биосубстратах, препаратах и биологически активных добавках методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной аргоновой плазмой. МУК 4.1.1483-03

9. Яковишин Л.А., Колотилова О.И., Корень И.И., Гришконец В.И., Хусаинов Д.Р., Гамма Т.В. // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Сер. «Биология, химия». 2009. Т. 22 (61). № 1. С. 208-213.
10. Яковишин, Л. А., Вожжова М. А., Кузнецова А. Л., Гришконец В. И. // Журнал органической и фармацевтической химии. 2005. № 3. С. 57-59.
11. Авцын А.П., Жаворонков А.А. и др. Микроэлементы человека. Москва, Медицина, 1991, 496 с.
12. Ершов Ю.А., Попков В.А., Берлянд А.С., Книжник А.З., Михайличенко Н.И. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов. Москва, Высшая школа, 1993, 560 с.
13. Слесарев В.И. Химия. Основы химии живого. Санкт-Петербург, Химиздат, 2001, 784 с.
14. Скальный А.В. Биоэлементы в медицине. Москва, Мир, 2004, 274 с.
15. Жеребцов Н.А. Биохимия. Воронеж, Изд. ВГУ, 2001, 693 с.
16. Филиппович Ю.Б. Биохимические основы жизнедеятельности человека. Москва, Владос, 2005, 404 с.
17. О.А. Винокурова, А.И. Сливкин // Вестник ВГУ. Серия «Химия. Биология. Фармация». 2016. №3. С. 101-104.
18. Яковишин Л.А. // Химия природных соединений. 2003. № 5. С. 419–420.
19. Яковишин Л.А. // Химия растительного сырья. 2015. №1. С. 83-87.
20. Государственная Фармакопея Российской Федерации. – XIV изд.: в 4 т. М.: Министерство Здравоохранения Российской Федерации, 2018. – Режим доступа: <http://www.femb.ru/feml> (Дата обращения 13.09.2019)

*Воронежский государственный университет  
Брежнева Т. А., к.фарм.н., доцент кафедры  
фармацевтической химии и фармацевтической  
технологии  
E-mail: t\_brezhneva@mail.ru*

*Солодухина А. А., аспирантка кафедры фар-  
мацевтической химии и фармацевтической тех-  
нологии  
E-mail: ania.soloduhina@yandex.ru*

*Сливкин А. И., д.ф.н., профессор, зав. кафе-  
дрой фармацевтической химии и фармацевтиче-  
ской технологии  
E-mail: slivkin@pharm.vsu.ru*

*Voronezh State University  
Brezhneva T. A., PhD., Associate Professor,  
department of pharmaceutical chemistry and  
pharmaceutical technology  
E-mail: t\_brezhneva@mail.ru*

*Soloduhina A. A., post-graduate student,  
Department of pharmaceutical chemistry and  
pharmaceutical technology  
E-mail: ania.soloduhina@yandex.ru*

*Slivkin A. I., PhD., DSci., Full Professor,  
department of pharmaceutical chemistry and  
pharmaceutical technology  
E-mail: slivkin@pharm.vsu.ru*

## COMPARATIVE STUDY OF THE ELEMENTAL COMPOSITION OF IVY'S LEAVES OF THE VARIOUS AREALS OF GROWING

A. A. Solodukhina, T. A. Brezhneva, A. I. Slivkin

*Voronezh State University*

**Abstract.** A comparative study of the elemental composition of common ivy leaves of different areas of growth by mass spectrometry was carried out.

According to modern scientific concepts, trace elements play an important role in the vital processes occurring in living organisms. Eighty-one elements, of which fifteen are recognized as vital, are found in the human body. The mineral components contained in medicinal plants, presumably, can also contribute to their therapeutic activity.

Ivy leaves are known as plant materials, the main active ingredients of which are triterpene saponins, which have a wide spectrum of pharmacological activity. Since there is no information on the elemental

composition of ivy leaves in the literature, a study of the mineral composition of this plant can be considered relevant.

The aim of this work is studying the elemental composition of common ivy leaves of various places of growth by mass spectrometry.

A wide spectrum of microelements was found in ivy leaves - the highest content in the samples was noted for aluminum, barium, boron, iron, manganese, strontium and zinc. Some differences were found in the content of micro- and macroelements in samples of raw materials harvested in different regions of plant growth.

So, ivy leaves, grown in Anapa and Yalta, accumulate large amounts of iodine, which may be due to the proximity of the sea. The leaves of ivy harvested in Yalta accumulate more iron, lithium, manganese, copper, molybdenum, chromium and zinc, which may be due to the composition of the soil at the collection site, as well as the environmental situation.

The results of the study led to the conclusion that, all the studied ivy leaf samples met the requirements of the regulatory documentation for the content of heavy metals and arsenic in medicinal plant materials and herbal medicines despite the differences identified.

**Keywords:** elemental composition, ivy leaf, mass-spectrometry

## REFERENCES

1. Afinogenov Yu.P. Biogennyye elementy i ikh fiziologicheskaya rol'. Voronezh: VSU, 2008, 143 p.
2. Brezhneva T.A., Samsonova N.D., Proceedings of Voronezh State University. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy, 2019, No. 1, pp. 127-141.
3. Lovkova M.Ya., Buzuk G.N., Problems of Biological, Medical and Pharmaceutical Chemistry, 2013, No. 4, pp. 43-49.
4. Pisarev D.I., Martynova N.A., Khimija Rastitel'nogo Syr'ya, 2009, No. 4, pp. 197-198.
5. EUROPEAN PHARMACOPOEIA - 8th EDITION. Available at: [http://www.fptl.ru/biblioteka/farmakopei/evropeyskaya\\_farmakopeya\\_8\\_vol-1.pdf](http://www.fptl.ru/biblioteka/farmakopei/evropeyskaya_farmakopeya_8_vol-1.pdf) (accessed 20.09.2019)
6. Gosudarstvennyi reestr lekarstvennykh sredstv. Available at: <https://grls.rosminzdrav.ru/Default.aspx> (accessed 20.09.2019)
7. Lavrenov V.K. Sovremennaya entsiklopediya lekarstvennykh rastenii, Moscow, OLMA Mediagrupp, 2007, 272 p.
8. Opredelenie sodержaniya khimicheskikh elementov v diagnostiruemykh biosubstratakh, preparatakh i biologicheskii aktivnykh dobavkakh metodom mass-spektrometrii s induktivno svyazannoi argonovoi plazmoi, MUK 4.1.1483-03
9. Yakovishin L.A., Kolotilova O.I., Scientific notes of Taurida National V.I. Vernadsky University. Series: Biology, Chemistry, 2009, Vol. 22 (61), No. 1, pp. 208-213.
10. Yakovishin, L.A., Vozzhzova M.A., Journal of Organic and Pharmaceutical Chemistry, 2005, No. 3, pp. 57-59.
11. Avtsyn A.P., Zhavoronkov A.A., Mikroelementy cheloveka. Moscow, Meditsina, 1991, 496 p.
12. Ershov Yu.A., Popkov V.A., Berlyand A.S., Knizhnik A.Z., Mikhailichenko N.I., Obshchaya khimiya. Biofizicheskaya khimiya. Khimiya biogennykh elementov. Moscow, Vysshaya shkola, 1993, 560 p.
13. Slesarev V.I. Khimiya. Osnovy khimii zhivogo. Saint-Petersburg, Khimizdat, 2001, 784 p.
14. Skal'nyi A.V. Bioelementy v meditsine. Moscow, Mir, 2004, 274 p.
15. Zherebtsov N.A. Biokhimiya. Voronezh, Izd. VSU, 2001, 693 p.
16. Filippovich Yu.B. Biokhimicheskie osnovy zhiznedeyatel'nosti cheloveka. Moscow, Vldos, 2005, 404 p.
17. Vinokurova O.A., Slivkin A.I., Proceedings of Voronezh State University. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy, 2016, No.3, pp. 101-104.
18. Yakovishin L.A., Chemistry of Natural Compounds, 2003, No. 5, pp. 419-420.
19. Yakovishin L.A., Khimija Rastitel'nogo Syr'ya, 2015, No.1, pp. 83-87.
20. Gosudarstvennaya Farmakopeya Rossiiskoi Federatsii XIV izd. v 4 t. Available at: <http://www.femb.ru/feml> (accessed 13.09.2019)