

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ТРАВЫ ГОРЦА ПОЧЕЧУЙНОГО (*POLYGONUM PERSICARIA* L.) И ГОРЦА ВОЙЛОЧНОГО (*PERSICARIA TOMENTOSA* (SCHRANK) E.P. BICKNELL))

А.А. Гудкова^{1*}, А.С. Чистякова¹, А.И. Сливкин¹, А.А. Сорокина²

¹ ФГБОУ ВО Воронежский государственный университет, Воронеж

² ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва

РЕЗЮМЕ. Проведен сравнительный анализ и определено содержание макро- и микроэлементов в траве двух близкородственных видов семейства гречишные *Polygonaceae* Juss. Установлены особенности накопления минеральных веществ данными растениями. Показана корреляция между частотой встречаемости, размерами друз оксалата кальция и количественным содержанием кальция в растении. Выявлено, что перспективным источником магния, кальция и цинка является горец войлочный *Persicaria tomentosa*, фосфор в большем количестве характерен для горца почечуйного *Polygonum persicaria*. Установлено, что содержание токсичных элементов во всех изучаемых видах не превышает предельно-допустимых концентраций, регламентированных нормативной документацией. Кроме того, накоплению некоторых элементов препятствует физиологический барьер. Проведенные исследования показывают перспективность использования изучаемых видов для создания фитопрепаратов для коррекции минерального баланса в организме человека.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: минеральные вещества, хромато-масс-спектрометрия, трава, *Polygonum persicaria* L., *Persicaria tomentosa* (Schrank) E.P. Bicknell.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из факторов возникновения различных заболеваний человека является дефицит минеральных веществ. Оптимальное содержание и соотношение жизненно необходимых микроэлементов в организме человека обуславливает нормальное течение метаболических процессов (Игамбедиева, Карабаев, 2017). Дефицит ряда микроэлементов (селена, цинка, железа, йода, марганца) и нагрузка поллютантами (ртуть, свинец, мышьяк, никель) способствуют росту частоты злокачественных новообразований кожи, мозга, желудочно-кишечного тракта, лимфопролиферативных заболеваний, инфекционных патологий, аутоиммунных и дегенеративных заболеваний (Сульдина, 2016).

Природными источниками минеральных веществ являются растительные объекты, содержащие металлоорганические соединения, что спо-

собствует облегчению и улучшению их усвояемости организмом (Шилова и др., 2002). Ранее авторами были проведены исследования минерального комплекса травы фармакопейных видов семейства *Polygonaceae* Juss., горца перечного *Polygonum hydropiper* L. и горца почечуйного *Polygonum persicaria* L., в результате чего показаны некоторые различия в элементном составе и возможность использования растений в качестве источника макро- и микроэлементов (Мальцева, 2016).

Горец почечуйный (*P. persicaria*) относится к широко распространенным, подлежащим заготовке растениям, образующим полиморфные формы, скрещиваясь с близкородственными видами (Войлокова, 2007; Лазарев, Недопекина, 2009). Сравнительного изучения элементного состава горца почечуйного и примесных к нему видов ранее не проводилось. Данные исследования актуальны в рамках расширения перечня растений,

* Адрес для переписки:

Гудкова Алевтина Алексеевна
E-mail: alinevoroneg@mail.ru

перспективных в качестве дополнительных источников минеральных веществ.

Цель работы – сравнительное изучение минерального состава травы горца почечуйного (*P. persicaria*) и горца войлочного (*P. tomentosa*).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследования служили трава горца почечуйного (*P. persicaria* L.) и трава горца войлочного (*P. tomentosa* (Schrank) E.P. Bicknell). Все образцы заготавливались во время цветения в Воронежской области, подвергались воздушно-теновой сушке и соответствовали нормативной документации (НД) (Государственная фармакопея Российской Федерации XIV, Т.4, 2018). Для расчета биологического накопления элементов в растительных объектах была проанализирована почва с места произрастания данных видов.

Анализ элементного состава проводили методом хромато-масс-спектропии с индуктивно связанной плазмой на приборе ELAN-DRC, для чего образцы подвергали кислотному разложению с использованием систем микроволновой пробоподготовки.

Для контроля правильности определения использовали метод добавок. Рабочие стандартные растворы готовили путем смешивания нескольких опорных многоэлементных стандарт-

ных растворов для масс-спектрометрии производства «Perkin-Elmer» или аналогичные, содержащие разные группы элементов.

Используемые референс-стандарты: для анализа почв – почва дерновоподзолистая ГСО 5360-90, ООКО-153, почва дерновоподзолистая супесчаная ГСО 2498-83-2500-83, СДПС-1, СДПС-2, СДПС-3; для анализа проб растительного происхождения – 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 (Винокурова и др., 2016; Чистякова, 2016).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты определения элементного состава объектов исследования, почвы с места их произрастания, а также значения коэффициентов биологического поглощения (Кбп) представлены в табл. 1 (все значения приведены в пересчете на абсолютно сухое сырье).

Проведенные исследования показали, что изучаемые виды имеют широкий спектр эссенциальных элементов (56 наименований). Необходимо отметить высокое содержание магния, фосфора, калия и кальция в растительном сырье, что согласуется с их важной ролью в процессах биосинтеза веществ первичного и вторичного метаболизма (Markert, Jayasekera, 1987; Тринеева, Сливкин, 2015).

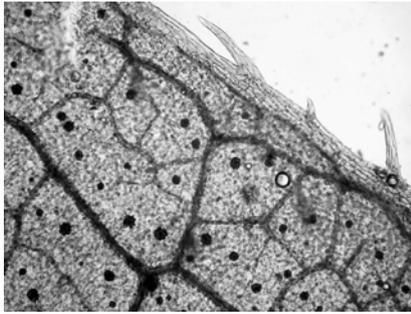
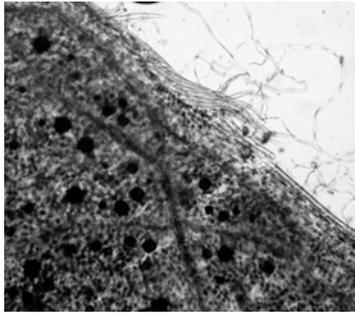
Таблица 1. Элементный состав и коэффициент биологического поглощения минеральных веществ *P. persicaria* и *P. tomentosa* (мкг/г)

№ пп	Элемент	<i>P. tomentosum</i>	Почва	Кбп	<i>P. persicaria</i>	Почва	Кбп
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Литий (Li)	0,099	15	0,006	0,21	29	0,007
2	Бериллий (Be)	0,0263	0,72	0,036	<0,001	1,51	0,0007
3	Натрий (Na)	13,48	2200	0,006	17,62	5520	0,0032
4	Магний (Mg)	9791	4100	2,39	5697	7555	0,75
5	Алюминий (Al)	51,43	28500	0,002	27,26	49200	0,0005
6	Фосфор (P)	5302,8	810	6,55	6318	549	11,51
7	Калий (K)	14046	9200	1,53	24357	15400	1,58
8	Кальций (Ca)	20847	7800	2,67	8249	14200	0,58
9	Титан (Ti)	3,3	2200	0,0015	1,71	4150	0,0004
10	Хром (Cr)	1,79	83	0,02	4,38	108	0,04
11	Марганец (Mn)	374,86	390	0,961	172,0	420	0,41
12	Железо (Fe)	236,57	24500	0,009	183,3	27290	0,007
13	Кобальт (Co)	0,2	9,8	0,021	0,35	14	0,025

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8
14	Никель (Ni)	0,82	13	0,063	0,51	19,5	0,026
15	Медь (Cu)	8,35	30	0,278	7,81	31,7	0,25
16	Цинк (Zn)	110,7	87	1,273	35,3	101	0,35
17	Галлий (Ga)	0,08	7,5	0,01	0,08	13,7	0,006
18	Германий (Ge)	0,0023	1,1	0,0021	0,0021	1,73	0,001
19	Мышьяк (As)	0,067	5,6	0,012	0,16260	6,6	0,025
20	Селен (Se)	0,106	5	0,021	3,52304	10	0,35
21	Рубидий (Rb)	21,83	44	0,49	38,76517	79	0,49
22	Стронций (Sr)	131,43	75	1,75	50,91316	107	0,476
23	Итрий (Y)	0,043	10	0,004	0,02121	18,9	0,001
24	Цирконий (Zr)	0,09	94	0,0009	0,04713	139	0,0003
25	Ниобий (Nb)	0,0137	6,9	0,00199	0,00271	12,4	0,0002
26	Молибден (Mo)	0,903	1,4	0,646	0,31224	0,98	0,32
27	Серебро (Ag)	0,007	2,5	0,003	0,01650	0,239	0,069
28	Кадмий (Cd)	0,08	0,14	0,60	0,03700	0,167	0,221
29	Олово (Sn)	0,0183	2,4	0,007	0,05	2,16	0,022
30	Сурьма (Sb)	0,0105	0,74	0,014	0,009	0,83	0,011
31	Цезий (Cs)	0,015	2,2	0,007	0,035	4,1	0,008
32	Барий (Ba)	270,06	260	1,039	32,64	386,4	0,08
33	Лантан (La)	0,07	13	0,005	0,034	27,7	0,001
34	Церий (Ce)	0,14	28	0,005	0,07	59	0,001
35	Празеодим (Pr)	0,014	3,2	0,0043	0,0084	6,9	0,001
36	Неодим (Nd)	0,05	13	0,004	0,032	25,4	0,0012
37	Самарий (Sm)	0,0134	2,8	0,005	0,003	5,1	0,0007
38	Европий (Eu)	0,0025	0,59	0,004	0,0015	1,04	0,0015
39	Гадолиний (Gd)	0,0114	2,5	0,005	0,0052	5,4	0,0009
40	Тербий (Tb)	0,0017	0,35	0,005	0,0015	0,76	0,002
41	Диспрозий (Dy)	0,0075	2	0,004	0,0044	3,7	0,0012
42	Гольмий (Ho)	0,0014	0,38	0,004	0,0009	0,69	0,0013
43	Эрбий (Er)	0,004	1,1	0,003	0,0015	2,36	0,0006
44	Тулий (Tm)	0,0006	0,17	0,003	0,0002	0,29	0,0006
45	Иттербий (Yb)	0,0032	1,1	0,003	0,0015	1,91	0,00080
46	Лютеций (Lu)	0,0006	0,16	0,004	0,0004	0,288	0,001
47	Гафний (Hf)	0,0017	2	0,0008	0,001	3,2	0,0003
48	Тантал (Ta)	0,0007	0,5	0,0013	0,0007	0,94	0,0007
49	Вольфрам (W)	0,0583	1,4	0,042	0,007	1,5	0,005
50	Золото (Au)	0,0086	0,05	0,17	0,0052	0,01	0,52
51	Ртуть (Hg)	0,0013	0,3	0,004	0,0052	0,0126	0,41
52	Таллий (Tl)	0,0066	0,24	0,03	0,0065	0,4	0,02
53	Свинец (Pb)	0,2286	32	0,007	0,206	17,4	0,012
54	Висмут (Bi)	0,0039	0,13	0,03	0,0045	0,208	0,02
55	Торий (Th)	0,0126	4	0,003	0,009	8,8	0,001
56	Уран (U)	0,0025	0,94	0,003	0,0032	1,58	0,002

Таблица 2. Частота встречаемости (W) друз оксалата кальция в листьях представителей рода *Persicaria* Mill.

Показатель	<i>P. persicaria</i>	<i>P. tomentosa</i>
W (поле зрения 372,8 мкм)	9,0±4,0	80,0±12,0
Диаметр друз, мкм	11,65–41,94	49,0–81,55
Содержание кальция, мкг/г	8249,0	20847,0
Анатомическое строение листа		

Общим для всех представителей семейства гречишных является наличие друз оксалата кальция. При этом можно предположить зависимость между частотой встречаемости, размером друз оксалата кальция и количественным содержанием кальция (табл. 2), что прослеживается при сравнении результатов микроскопического анализа и определения содержания кальция в объектах. В табл. 2 представлена картина микроскопического строения листа горца почечуйного (*P. persicaria*) и горца войлочного (*P. tomentosa*). На изображениях отчетливо видно, что друзы горца войлочного значительно крупнее и чаще встречаются, чем у горца почечуйного, что коррелирует с количественным содержанием кальция в объектах.

Некоторыми учеными высказано предположение, что зависимость элементного состава от мест произрастания и, соответственно, почв выражена слабо или, точнее, имеет незначительное влияние по сравнению с фактором эволюционного возраста и филогенетического родства (Круглов, 2012). Данный факт прослеживается при исследовании состава минеральных веществ изучаемых объектов, где горец войлочный (*P. tomentosa*) относится к ряду *Lapathiiformes* Worosch., а горец почечуйный (*P. persicaria*) – к ряду *Persicariaeformes* Kom. (Маевский, 2014).

Для сравнения в табл. 3 представлены результаты определения состава минеральных веществ в траве горца перечного (*P. hydropiper* L.) (Мальцева, 2016), в которой в большем количе-

стве присутствует магний, кальций, марганец и кобальт. Необходимо отметить довольно высокое содержание элементов в траве горца войлочного, а именно магния, кальция, меди. Растение богато цинком, который участвует в синтезе ферментов, гормонов, белков, необходим для жизнедеятельности ряда органов, способен замедлять рост раковых клеток и т.д. (Спиваковский, Спиваковская, 2005). Фосфор содержится в большем количестве в траве горца почечуйного, по сравнению с другими видами, изучаемыми в работе.

Для ряда микроэлементов в СанПин 2.3.21078-01 «Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов» (СанПин 2.3.21078-01 «Гигиенические требования...») приведены предельно допустимые количества (ПДК) (табл.3.). В той же таблице представлены нормы содержания в растительном сырье токсичных элементов (Государственная фармакопея Российской Федерации XIII, Т.1, 2015).

В исследуемых объектах для ряда микроэлементов отмечены превышения ПДК (установленные для овощей и зелени) (СанПин 2.3.21078-01 «Гигиенические требования...») по содержанию железа, меди, кобальта, цинка и хрома. Допустимые концентрации их для лекарственного растительного сырья до сих пор не установлены. Токсичные элементы в растениях не превышают норм, допустимых НД. Несмотря на завышенное содержание некоторых микроэлементов в расти-

тельных объектах, показатель «зола общая», который характеризует всю сумму минеральных компонентов, не превышает требований НД, а такой критерий, как «зола нерастворимая» в 10%-ном растворе хлористоводородной кислоты не нормируется в действующей НД (Государственная фармакопея Российской Федерации XIV, Т.2, 2018) (табл. 1, 3.).

Анализ полученных результатов (табл. 3.) показал, что систематически близкие виды имеют сходный набор минеральных веществ. Количе-

ственное содержание некоторых элементов может выступать дополнительным хемотаксономическим признаком для видов рода *Persicaria* Mill.

В табл. 1 и 4 приведены значения Кбп по Перельману, характеризующие способность растений накапливать минеральные вещества, которые необходимы для нормального протекания физиологических потребностей (Перельман, 1975; Минеев, 2001; Минкина и др., 2011). Установлен физиологический барьер для ряда элементов.

Таблица 3. Содержание наиболее ценных для организма человека макро- и микроэлементов в растительных объектах (мг/кг)

Элемент	ПДК, мг/кг*	<i>P. tomentosa</i>	<i>P. maculosa</i>	<i>P. hydró Piper*</i>	Потребность для взрослого человека в сутки, мг*	Порог токсичности, мг/сутки*	Всасываемость, %*
К	–	1318	1762	3142	2500	7 г	100
Na	–	1318	1762	3142	1100–1300	15 г	–
Mg	–	9791	5697	9161	400	30 г	30
Ca	–	20847	8249	15445	800–1200	–	30
P	–	5303	6318	5008	800	–	80
Fe	5,0	236,6	183,3	253,4	15,0–20,0	200	10
Cu	5,0	8,35	7,8	7,2	2,0–2,5	200	50
Zn	10	110,7	35,3	36,9	10,0–12,0	600	50
Mn	–	375,0	172,0	658,0	5,0–6,0	40	10
Co	0,03	0,2	0,35	0,94	0,1–0,2	500	30
Ni	3,0	0,82	0,51	0,38	0,6–0,8	20	–
Cr	0,2	1,79	4,4	3,5	0,05	5	10
Pb	6,0	0,23	0,2	0,22	–	1,0	–
Cd	1,0	0,08	0,04	0,015	–	0,03	–
Hg	0,1	0,0013	0,0052	0,01	–	0,4	–
As	0,5	0,067	0,162	0,22	–	10	–
Зола общая, %	Не более 10	8,53	9,40	–	–	–	–
Зола, нерастворимая в 10%-ном HCl	–	1,73	0,45	–	–	–	–

Примечание: * – литературные данные (СанПин 2.3.21078-01 «Гигиенические требования...»; Морозова, 2001; Спиваковский, Спиваковская, 2005; Мальцева, 2016).

Таблица 4. Распределение элементов согласно классификации Перельмана

Группа элементов (по Перельману)	<i>P. tomentosa</i>	<i>P. maculosa</i>
Энергично накапливаемые	–	P
Сильно накапливаемые	Mg, P, K, Ca, Zn, Sr, Ba	K
Слабого накопления и среднего захвата	Mn, Mo, Cd	Mg, Ca
Слабого захвата	Cu, Rb, Au	Cu, Zn, Se, Rb, Sr, Mo, Cd, Au, Hg

Показано, что накопление элементов среди представителей рода *Persicaria* Mill. не однородно. Наибольшая аккумуляция характерна для магния, фосфора, калия, кальция, цинка, стронция и бария. Минеральные компоненты, не представленные в табл. 4, но обнаруженные в составе объектов исследования, относятся к группе слабого и очень слабого захвата.

ВЫВОДЫ

В результате проведенного сравнительного изучения состава минеральных веществ в траве близкородственных видов – горца почечуйного и горца войлочного, установлено содержание и особенности накопления элементов растениями. Наибольшая аккумуляция характерна для магния, фосфора, калия, кальция, цинка, стронция и бария. Выявлена зависимость между частотой встречаемости, размером друз оксалата кальция и количественным содержанием кальция в растительных объектах. Показано, что изучаемые виды не концентрируют в себе токсичные элементы.

Проведенные исследования позволили предположить возможность создания фитопрепаратов на их основе для коррекции минерального баланса.

ЛИТЕРАТУРА

- Винокурова О.А., Сливкин А.И., Тринеева О.В. Исследование элементного состава травы тимьяна ползучего различных фирм производителей. Вестник ВГУ. Сер. Химия. Биология. Фармация. 2016. № 3. С. 101–104.
- Войлокова В.Н. Филогения и систематика рода *Polygonum* L.s.str.: молекулярно-генетический подход. Дисс. ... канд. биол. наук. Москва, 2007. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <http://earthpapers.net/sistematika-ifilogeniya-roda-polygonum-l-s-str>.
- Государственная фармакопея Российской Федерации. 14 изд-е. Москва. 2018. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://femb.ru/femb/pharmacopoea.php>.
- Игамбедиева П.К., Карабаев М.К. Оценка фармакотерапевтического потенциала жизненно важных химических элементов некоторых лекарственных растений Южной Ферганы в свете проблемы коррекции микроэлементозов. Микроэлементы в медицине. 2017. Т. 18. № 3. С. 49–56.
- Круглов Д.С., Овчинникова С.В. Элементный состав растений рода *Voagaginaceae*. Растительный мир Азиатской России. 2012, № 1(9). С. 77–95.
- Лазарев А.В., Недопекина С.В. Обзор рода *Polygonum* L. Научные ведомости Белгородского государственного университета. 2009. № 11. С. 18–24.
- Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. 635 с.
- Мальцева А.А., Чистякова А.С., Сорокина А.А., Сливкин А.И. Элементный состав горцев почечуйного и печечного. Фармация. 2016. № 2. С. 14–18.
- Минеев В.Г., Сычев В.Г., Амелянчик О.А. Практикум по агрохимии. 2-е изд. М.: Московский государственный университет, 2001. 689 с.
- Минкина Т.М., Бурачевская М.В., Чаплыгин В.А., Бакоев С.Ю., Антоненко Е.М., Белогорская С.Е. Накопление тяжелых металлов в среде почва – растение в условиях загрязнения. Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2011. № 4(04). С. 1–17.
- Перельман А.И. Геохимия ландшафта. М.: Высшая школа, 1975. 392 с.
- СанПиН 2.3.21078-01 «Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов» от 14.11.2001/22.03.02. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.service-holod.ru/SanPiN2/SanPiN_2_3_2_1078_01.htm.
- Спиваковский Ю.М., Спиваковская А.Ю. Микроэлементы и их роль в жизни человека. Медицинская сестра. 2005. С. 19–22. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://medsestrajournal.ru/ru/system/files/medsestra-2005-05-06.pdf>.
- Сулдына Т.И. Содержание тяжелых металлов в продуктах питания и их влияние на организм. Рациональное питание, пищевые добавки и биостимуляторы. 2016. № 1. С. 136–140.
- Тринеева О.В., Сливкин А.И. Исследование микроэлементного состава листьев крапивы двудомной. Научные ведомости. Сер. Медицина. Фармация. 2015. № 22(219). Вып. 32. С. 169–174.
- Химические элементы в организме человека. Справочные материалы / Под ред. Л.В. Морозовой. ПГУ им. М.В. Ломоносова, 2001. 45 с.
- Чистякова А.С. Фармакогностическое исследование травы горца почечуйного. Дисс. ... канд. фарм. наук. Воронеж. 2016. 200 с.
- Шилова И.В., Краснов Е.А., Барановская Н.В., Пяк А.И., Некратов Н.Ф. Аминокислотный и минеральный состав надземной части *Atragene speciosa* Weinm. Химико-фармацевтический журнал. 2002. Т. 36. № 11. С. 36–38.
- Markert B., Jayasekera R. Elemental composition of different plant species. Journal of Plant Nutrition. 1987, 10:783–794.

COMPARATIVE STUDY OF THE MINERAL COMPLEX *POLYGONUM PERSICARIA L.* AND *PERSICARIA TOMENTÓSA* (SCHRANK) E.P. BICKNELL)

A.A. Gudkova¹, A.C. Chistyakova¹, A.I. Slivkin¹, A.A. Sorokina²

¹ Voronezh State University, Universitetskaya Ploshchad, 1, 394018, Voronezh, Russia

² I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University), ul. Bolshaya Pirogovskaya, House 2, pg. 4, 119991, Moscow, Russia

ABSTRACT. A comparative analysis was carried out and the content of macro - and microelements in the grass of two closely related species of the *Polygonaceae* Juss family was determined.

As a result of work in two representatives of the genus *Persicaria* Mill. (*Polygonum persicaria* L., *Persicaria tomentosa* (Schrank) E. P. Bicknell) 56 elements were identified. The content of some elements may act as an additional chemotaxonomic sign for species of the genus *Persicaria* Mill. It has been revealed that *Persicaria tomentosa* is a promising source of magnesium, calcium and zinc; phosphorus is more abundant in *Polygonum persicaria*. A correlation is shown between the frequency of occurrence, the size of the druses of calcium oxalate, and the quantitative content of calcium in the plant. Peculiarities of the accumulation of mineral substances by these plants have been established. It is shown that the accumulation of elements among representatives of the genus is not homogeneous. The greatest accumulation was typical for magnesium, phosphorus, potassium, calcium, zinc, strontium, barium, manganese. It was established that the content of toxic elements in all studied species does not exceed the maximum permissible concentration set by in the normative documentation; in addition, the accumulation of certain elements is impeded by a physiological barrier. However, given that the harvesting of plant raw materials is carried out from wild relatives, which does not provide an opportunity to regulate the mineral composition of soils, it is necessary to pay attention to the development of maximum permissible concentration for microelements that are part of the studied objects.

The conducted research shows prospects of using the studied species for creation of phytopreparations for correction of mineral balance.

KEYWORDS: mineral substances, chromate-mass-spectrometry, grass, *Polygonum persicaria* L., *Persicaria tomentosa* (Schrank) E.P. Bicknell.

REFERENCES

- Vinokurova O.A., Slivkin A.I., Trineeva O.V. Research of elemental composition of thyme herb creeping various manufacturers firms. Bulletin of VSU, series Chemistry. Biology. Pharmacy. 2016. 3:101–104 (in Russ.).
- Voylokova V.N. Phylogeny and taxonomy of the genus *Polygonum* L.s.str.: molecular – genetic approach. Diss ... Cand. Biol. nauk. Moscow, 2007. [Electronic resource]. Access mode: URL: <http://earthpapers.net/sistematika-i-filogeniya-roda-polygonum-l-str> (in Russ.).
- State Pharmacopoeia of the Russian Federation. 14 izd-e. Moscow. 2018. [Electronic resource]. Access mode: URL: <http://femb.ru/femb/pharmacopea.php>. (in Russ.).
- Igambediya P.K., Karabayev M.K. Evaluation of the pharmacotherapeutic potential of vitally important chemical elements of some medicinal plants in South Fergana in the light of the problem of correction of microelements. Microelements in medicine. 2017. 18(3):49–56. (in Russ.).
- Kruglov D.S., Ovchinnikova S.V. Elemental composition of plants of the genus *Boraginaceae*. The vegetable world of Asian Russia. 2012. 1 (9:77–95 (in Russ.).
- Lazarev A. V., Nedopekina S.V. Overview of the genus *Polygonum* L. Scientific bulletins of the Belgorod State University. 2009. 11: 18–24 (in Russ.).
- Maevsky P.F. Flora of the middle belt of the European part of Russia. Moscow: The Partnership of Scientific Publications KMK, 2014. 635. (in Russ.).
- Maltseva A.A., Chistyakova A.S., Sorokina A.A., Slivkin A.I. Elemental composition of *Polygonum persicaria* L. and *Polygonum hydropiper* L. Pharmacy. 2016, 2:14–18 (in Russ.).
- Mineev V.G., Sychev V.G., Amelyanchik O.A. Workshop on agrochemistry. 2nd ed. Moscow: Moscow State University, 2001. 689 (in Russ.).
- Minkina T.M., Burachevskaya M.V., Chaplygin V.A., Bakoyev S.Yu., Antonenko E.M., Belogorskaya S.E. Accumulation of heavy metals in soil-plant environment in conditions of pollution. Scientific journal of the Russian Research Institute of Problems of Land Reclamation. 2011, 4 (04):1–17 (in Russ.).
- Perelman A.I. Geochemistry of the landscape]. Moscow: Higher School, 1975. 392. (in Russ.).

SanPin 2.3.21078-01 Hygienic requirements to the quality and safety of food raw materials and food products of 14.11.2001 / 22.03.02. [Electronic resource]. Access mode: http://www.service-holod.ru/SanPiN2/SanPiN_2_3_2_1078_01.htm (in Russ.).

Spivakovsky Yu.M., Spivakovskaya A.Yu. Microelements and their role in human life. Nurse. 2005, 19–22. [The electronic resource]. Access mode: <http://medsestrajournal.ru/ru/system/files/medsestra-2005-05-06.pdf> (in Russ.).

Suldina T.I. The content of heavy metals in food and their effect on the body. Rational nutrition, nutritional supplements and biostimulants. 2016, 1:136–140 (in Russ.).

Trineeva O.V., Slivkin A.I. Investigation of microelement composition of nettle leaves dioecious. Scientific bulletins. Series Medicine. Pharmacy. 2015, 22 (219), 32:169–174 (in Russ.).

Chemical elements in the human body. Reference materials / Ed. L.V. Frosty. PSU them. M.V. Lomonosov Moscow State University, 2001. 45. (in Russ.).

Chistyakova A.S. Farmakognosticheskoe study of the herb mountainchus pochechuynogo. Diss. ... Cand. farm. sciences. Voronezh. 2016. 200 s. (in Russ.).

Shilova I.V., Krasnov E.A., Baranovskaya N.V., Pyak A.I., Nekratov N.F. Amino acid and mineral composition of the aerial part of *Atragea speciosa* Weinm. Chemical-pharmaceutical magazine. 2002, 36(11):36–38 (in Russ.).

Markert B., Jayasekera R. Elemental composition of different plant species. Journal of Plant Nutrition. 1987, 10:783–794.