

**МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ СЕМЕЙСТВА *POLYGONACEAE*
ФЛОРЫ СИБИРИ**

**Е.А. Лукша¹, И.Н. Корнеева¹, И.А. Савченко¹, Е.В. Иванова¹,
Г.И. Калинкина², Н.Э. Коломиец²**

¹Омский государственный медицинский университет,
644099, Омск, ул. Ленина, 12, e-mail: chem68@mail.ru

²Сибирский государственный медицинский университет,
634050, Томск, Московский тракт, 2, e-mail: borkol47@mail.ru

Проведена оценка минерального состава некоторых растений семейства Гречишные флоры Сибири по количественному содержанию макро- (кальций, калий, натрий, железо) и микроэлементов (цинк, барий, стронций, бром, кобальт, серебро, хром, сурьма, мышьяк, золото). Обоснована перспектива использования растений семейства в качестве сырьевых источников для получения фитопрепаратов.

Ключевые слова: микроэлементы растений, *Polygonaceae*, нейтронно-активационный анализ, Сибирь.

**MINERAL COMPOSITION OF *POLYGONACEAE*
FAMILY PLANTS FLORA OF SIBERIA**

**E.A. Luksha¹, I.N. Korneeva¹, I.A. Savchenko¹, E.V. Ivanova¹,
G.I. Kalinkina², N.E. Kolomiets²**

¹Omsk State Medical University,
644099, Omsk, Lenin str., 12, e-mail: chem68@mail.ru

²Siberian State Medical University,
634050, Tomsk, Moscovski Trakt, 2, e-mail: borkol47@mail.ru

The mineral composition of certain plants in the buckwheat flora of Siberia has been assessed in terms of the quantitative content of macro- (calcium, potassium, sodium, iron) and micronutrients (zinc, barium, strontium, bromine, cobalt, silver, chromium, antimony, arsenic, gold). The prospect of using plants as raw sources for the manufacturing of phytodrugs was justified.

Key words: microelements of plants, *Polygonaceae*, neutron activation analysis, Siberia.

ВВЕДЕНИЕ

Центрами видового разнообразия большинства растений семейства *Polygonaceae* являются внетропические области Северной, Средней и Восточной Азии (Высочина, 2004). Растения этого семейства – продуценты ценных биологически активных веществ, обладающих значительным потенциалом для использования в медицинской практике (Лукша, 2015; Da et al., 2015).

Для решения вопросов по освоению ресурсного разнообразия растений семейства *Polygonaceae* на научной основе, наряду с изучением биологически активных компонентов органической природы, необходимо провести анализ состава макро- и микроэлементов.

В настоящее время сведения о минеральном составе, изученном методом атомно-абсорбцион-

ной спектроскопии, приведены только для официальных видов сырья растений семейства Гречишные (Ловкова и др., 1989). Использование более чувствительного и селективного метода нейтронно-активационного анализа для исследования макро- и микроэлементов растений семейства *Polygonaceae*, произрастающих на территории Сибири и перспективных для производства фитопрепаратов, представляет интерес как с теоретической, так и с практической точки зрения.

Цель настоящей работы – количественное определение макро- и микроэлементов некоторых растений семейства *Polygonaceae* для оценки перспективы их применения в качестве сырьевых источников для получения фитопрепаратов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследовали высушенные надземные части десяти растений семейства Гречишные, имеющих доступную сырьевую базу на территории Сибири:

Aconogonon divaricatum (L.) Nakai ex Mori. – Таран растопыренный, Иркутская область, Иркутский р-н, окр. д. Черемушки, суходольный луг, 08.08.2015 г.

Polygonum aviculare L. – Спорыш птичий, Кемеровская область, Юргинский р-н, окр. с. Просково, заливной луг, 18.07.2015 г.

Persicaria lapathifolia (L.) S.F. Gray – Горец развесистый, Томская область, Шегарский р-н, окр. с. Мельниково, заливной луг, 28.07.2015 г.

Persicaria minor (Huds) Opiz – Горец малый, Омская область, Павлоградский р-н, окр. с. Тихвинка, залежь, 15.08.2016 г.

Persicaria scabra (Moench) Mold. – Горец шероховатый, Омская область, Омский р-н, окр. с. Пушкино, залежь, 10.07.2016 г.

Persicaria hydropiper (L.) Spach – Горец перечный, Омская область, Любинский р-н, окр. с. Политотдел, берег р. Иртыш, 17.09.2016 г.

Rheum compactum L. – Ревень густоцветковый, Алтайский край, Зональный р-н, окр. с. Буланиха, заливной луг, 08.07.2015 г.

Rumex confertus Willd. – Щавель конский, Новосибирская область, Барабинский р-н, окр. д. Устьянцево, сырой луг, 18.07.2016 г.

Rumex ucranicus Fisch. ex Spreng. – Щавель украинский, Омская область, Любинский р-н, окр. с. Политотдел, берег р. Иртыш, 10.09.2016 г.

Rumex thyrsoflorus Fingerh. – Щавель пирамидальный, Омская область, Омский р-н, окр.

базы отдыха “Смена”, опушка соснового бора, 27.06.2015 г.

Подлинность образцов установлена на кафедре фармацевтической, аналитической и токсикологической химии Омского государственного медицинского университета.

Гравиметрическое определение суммы минеральных веществ (зола) в растительном сырье проводили по методике Государственной фармакопее XIII изд. (2015).

Макро- и микроэлементы в золе определяли методом нейтронно-активационного анализа на исследовательском ядерном реакторе ИРТ (nuclear research reactor IRT) Физико-технического института Национального исследовательского Томского политехнического университета в постоянном вертикальном канале тепловыми нейтронами (н) с интегральной дозой $2 \cdot 10^{17} - 1.5 \cdot 10^{18}$ н/см². Навеску зола (не менее 0.1 г) прессовали в таблетку, упаковывали в алюминиевую фольгу, анализ проводили по валидированной методике, погрешность измерений составляла менее 2 % для каждого элемента (Судыко, 2016). Количество макро- (кальций, калий, натрий, железо) и микроэлементов (цинк, барий, стронций, бром, кобальт, серебро, хром, сурьма, мышьяк, золото) оценивали в пересчете на абсолютно сухую массу растительного сырья. Статистическую обработку результатов показателей зола общей (%) выполняли методом описательной статистики с указанием среднего результата (Mean) и величины стандартного отклонения (Std. Dv.). Расчеты и кластерный анализ осуществляли с использованием программы Statistica 6.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты гравиметрического измерения содержания зола общей в исследуемых образцах представлены в табл. 1. Зола общая является показателем содержания всего минерального комплекса веществ эндогенного и экзогенного происхождения и частично характеризует качество сырья. Минимальное среднее значение показателя зола общей зафиксировано для надземной части щавеля украинского (4.32 %), максимальное – для щавеля конского (11.8 %). Эти показатели не превышают значений, указанных для официальных видов гречишных, являющихся производящими растениями для лекарственного растительного сырья (травы), нормируемого в соответствии с фармакопейными статьями Государственной фармакопее XI изд. (1990).

Детальный кластерный анализ показал, что по количественному содержанию зольного остатка исследуемые растения могут быть распределены на три группы: 1-я группа объектов с низким со-

держанием зола: *Rumex ucranicus*, *Persicaria minor*, 2-я группа – со средним содержанием зола: *Persicaria lapathifolia*, *P. scabra*, *Rumex confertus*, 3-я груп-

Таблица 1

Показатели содержания зола общей (%) в надземной части растений семейства *Polygonaceae*

№ п/п	Образец	Зола общая (процент от абсолютно сухой массы сырья)
		Mean ± Std.Dv., n = 5
1	<i>Aconogonon divaricatum</i>	8.5 ± 0.29
2	<i>Polygonum aviculare</i>	6.42 ± 0.25
3	<i>Persicaria lapathifolia</i>	10.87 ± 0.35
4	<i>Persicaria minor</i>	4.44 ± 0.15
5	<i>Persicaria scabra</i>	11.12 ± 0.44
6	<i>Persicaria hydropiper</i>	7.35 ± 0.29
7	<i>Rheum compactum</i>	7.3 ± 0.31
8	<i>Rumex confertus</i>	11.8 ± 0.46
9	<i>Rumex ucranicus</i>	4.32 ± 0.14
10	<i>Rumex thyrsoflorus</i>	6.84 ± 0.25

Таблица 2

Макроэлементный состав растений семейства *Polygonaceae*

№ п/п	Образец	Макроэлемент, мг/г абсолютно сухого сырья			
		Ca	K	Fe	Na
1	<i>Aconogonon divaricatum</i>	6.92	23.83	0.09	0.04
2	<i>Polygonum aviculare</i>	6.26	13.12	0.06	0.33
3	<i>Persicaria lapathifolia</i>	17.33	9.91	0.54	1.43
4	<i>P. minor</i>	2.96	8.76	0.04	0.12
5	<i>P. scabra</i>	24.51	6.63	0.77	0.34
6	<i>P. hydropiper</i>	7.39	14.59	0.10	0.04
7	<i>Rheum compactum</i>	13.43	11.16	0.11	0.05
8	<i>Rumex confertus</i>	26.90	9.90	0.12	0.48
9	<i>R. ucranicus</i>	4.51	4.94	0.44	0.45
10	<i>R. thyrsoflorus</i>	4.61	16.87	0.07	0.04
Показатели нормы и токсичности (Скальный, Рудаков, 2004)					
Суточное поступление, мг		800–1500	2000	6–40	4000–6000
Токсичная доза, мг/Летальная доза, мг		Н.т.*	6 г/14 г	200/7–35 г	Н.т.

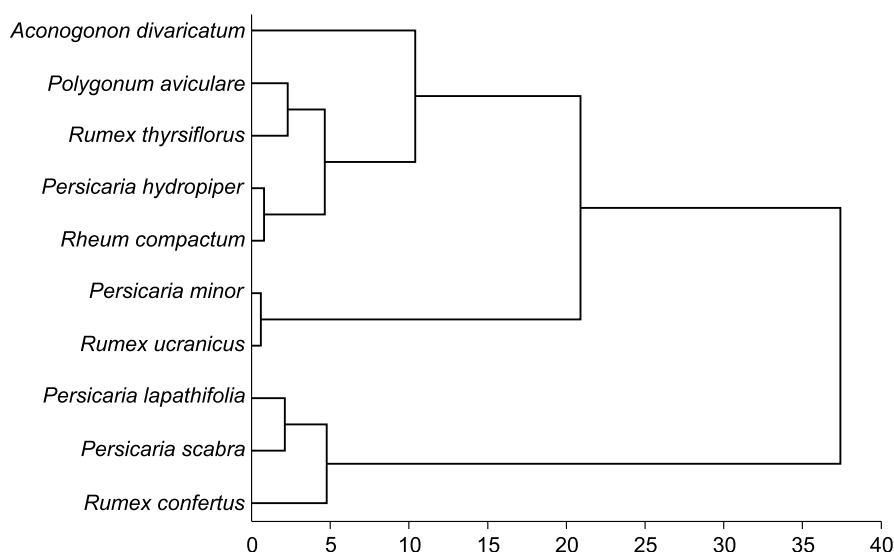
* Н.т. – не токсичен.

Таблица 3

Микроэлементный состав растений семейства *Polygonaceae*

№ п/п	Образец, ряд распределения	Микроэлемент, мкг/г абсолютно сухого сырья										
		доминирующий				"минорный"						
		Zn	Ba	Sr	Σ, %	Au	As	Ag	Br	Cr	Co	Sb
1	<i>Aconogonon divaricatum</i> Zn > Ba > Sr > Br > Co > Ag > Cr > As > Au; Sb Н.о.	68.13	59.78	58.12	99.32	0.0018	0.022	0.1	0.782	0.034	0.336	0
2	<i>Polygonum aviculare</i> Zn > Sr > Ba > Br > Co > As > Cr > Ag > Au; Sb Н.о.	78.51	38.77	56.14	96.39	0.0012	0.032	0.015	6.302	0.026	0.123	0
3	<i>Persicaria lapathifolia</i> Sr > Ba > Zn > Br > Co > Cr > As > Sb > Ag > Au	31.75	41.24	142.75	99.14	0.0009	0.311	0.011	0.744	0.338	0.383	0.073
4	<i>P. minor</i> Zn > Sr > Ba > Br > Co > As > Ag > Cr > Au; Sb Н.о.	37.01	14.07	21.92	93.17	0.0018	0.092	0.019	4.881	0.018	0.343	0
5	<i>P. scabra</i> Sr > Ba > Zn > Br > Co > As > Cr > Sb > Ag > Au	13.51	51.38	195.41	99.37	0.0012	0.333	0.011	0.804	0.044	0.434	0.022
6	<i>P. hydropiper</i> Sr > Ba > Zn > Br > Cr > Co > Ag > As > Sb > Au	20.88	48.28	185.98	97.74	0.0096	0.037	0.075	5.029	0.523	0.212	0.021
7	<i>Rheum compactum</i> Sr > Ba > Br > Zn > Cr > Co > As > Sb > Ag > Au	3.55	24.83	127.34	95.47	0.0002	0.093	0.007	6.49	0.664	0.109	0.024
8	<i>Rumex confertus</i> Sr > Ba > Zn > Br > Co > As > Cr > Ag > Au; Sb Н.о.	6.38	131.96	312.22	99.77	0.0008	0.087	0.025	0.654	0.047	0.224	0
9	<i>R. ucranicus</i> Zn > Sr > Ba > Cr > Br > Co > As > Sb > Ag > Au	53.50	29.41	43.09	97.06	0.0011	0.399	0.004	1.151	1.615	0.597	0.056
10	<i>R. thyrsoflorus</i> Zn > Sr > Ba > Br > Co > Cr > As > Ag > Au; Sb Н.о.	53.44	46.23	47.36	93.71	0.0062	0.023	0.007	8.498	0.027	1.309	0
Показатели нормы и токсичности (Скальный, Рудаков, 2004)												
Суточное поступление, мг		40	0.3–1	14–22		–	0.04–1.4	0.001–0.08	2–8	0.01–1.2	0.005–1.8	0.05
Токсичная доза, мг/Летальная доза, мг		150–600/6 г	200/3.7 г	Н.т./–		Н.т./–	50/340	60/1.3–6.2 г	3 г/35 г	200/3 г	500/–	0.1/–

Примечание. Н.о. – не обнаружен; Н.т. – не токсичен; прочерк – доза не установлена.



Дендрограмма кластеризации растений семейства *Polygonaceae* на группы по количественному показателю “зола общая” (метод Варда, манхэттенское расстояние).

па – с высоким содержанием золы: *Aconogonon divaricatum*, *Polygonum aviculare*, *Rumex thyrsiflorus*, *Persicaria hydro Piper*, *Rheum compactum* (см. рисунок).

Количественный анализ макроэлементов исследуемых растительных объектов представлен в табл. 2. Установлено доминирующее присутствие кальция и калия во всех изученных образцах. Известно, что зольный остаток растений формируется за счет органогенных (O, H, C, N, P, S) и неорганогенных (Ca, K, Na и др.) макроэлементов и характеризуется относительно постоянными значениями.

Результаты анализа микроэлементов представлены в табл. 3. Распределение элементов по количественному соотношению позволяет условно разделить микроэлементы на две группы: доминирующую и “минорную”. Ряд распределения элементов по количеству показывает, что к доминирующим микроэлементам относятся Zn, Sr и Ba. Суммарная доля этих трех элементов по отношению к изучаемым микроэлементам (Σ , %) составляет от 93.17 % в горце малом до 99.77 % в щавеле конском (см. табл. 3).

Биологический и экологический аспекты значения бария, цинка и брома из растений детально описаны в ряде работ (Кашин, 2011; Сальникова, 2012; Коренюк, Базанов, 2016; Попп, Бокова, 2016; Сосорова и др., 2016). Общеизвестные сведения о вредном влиянии на организм радиоактивного изотопа стронция-90 значительно препятствовали изучению его стабильного аналога, именно который и накапливается в растениях. В настоящее время установлено, что стронций связан с обменом кальция и выполняет аналогичные ему функции, используется при лечении остеопорозов, пре-

пятствует кариесу зубов. Использование сверхконцентраторов стронция, к числу которых относятся растения семейства Гречишные, для коррекции стронциевого элементоза и связанных с ним патологий, является перспективным направлением (Ловкова и др., 1989).

Кобальт, хром, серебро, золото, мышьяк и сурьма составляют “минорную” группу микроэлементов исследованных объектов, причем интерес представляют золото и серебро, которые ранее не были обнаружены в лекарственных растениях семейства Гречишные (Ловкова и др., 1989). В работе А.В. Скального (2004) серебро, золото, мышьяк и сурьма упоминаются среди условно жизненно необходимых (As) и потенциально токсичных (Ag, Au, Sb) микроэлементов, и их низкое содержание свидетельствует об экологической безопасности использования исследованных растений в качестве сырья для фитопрепаратов.

Низкое содержание в растениях семейства Гречишные жизненно необходимых кобальта и хрома может быть восполнено до физиологической нормы в препаратах, предназначенных для коррекции процессов кроветворения и углеводного обмена. Вопрос обогащения препаратов из растительного сырья видоспецифичными микроэлементами актуален не только в отношении минорных микроэлементов, поскольку они при извлечении их из растительного сырья переходят в растворитель со значительными потерями и в связи с этим существуют деление микроэлементов на группы высоко-, средне- и низкоэкстрагируемые (Pytlakowska et al., 2012).

В настоящее время безопасные концентрации микроэлементов регламентированы только в отношении пищевых растений и биологически ак-

тивных добавок к пище, в связи с этим оценка экологической чистоты исследованных образцов проводилась в сравнении с данными, представленными А.В. Скальным (2004). В соответствии с

данными, приведенными в табл. 2 и 3, исследованные растения семейства Гречишные не содержат макро- и микроэлементы в токсических количествах.

ВЫВОДЫ

Гравиметрическим методом в десяти видах растений семейства *Polygonaceae* определено количество золы.

Методом нейтронно-активационного анализа изучен минеральный состав десяти представителей семейства Гречишные.

Установлено количество макро- (кальций, калий, натрий, железо) и микроэлементов (цинк, барий, стронций, бром, кобальт, серебро, хром, сурьма, мышьяк, золото) в надземной части исследованных растений семейства *Polygonaceae*.

Все исследованные макро- и микроэлементы растений семейства Гречишные находятся в пределах доз и концентраций, не превышающих токсические.

Исследованные виды растений семейства *Polygonaceae* соответствуют требованиям безопасности по суммарному содержанию кальция, калия, натрия, железа, цинка, бария, стронция, брома, кобальта, серебра, хрома, сурьмы, мышьяка, золота и могут быть использованы в качестве сырьевых источников для получения фитопрепаратов.

ЛИТЕРАТУРА

- Высочина Г.И.** Фенольные соединения в систематике и филогении семейства гречишных / Г.И. Высочина. Новосибирск, 2004. 240 с.
- Государственная фармакопея СССР** XI изд. М., 1990. Вып. 2. 397 с.
- Государственная фармакопея Российской Федерации**. XIII изд. Т. I. М., 2015. ОФС.1.2.2.2.0013.15 Зола общая [Электронный ресурс <http://193.232.7.107/feml>].
- Кашин В.К.** Барий в растительности Забайкалья // Агрохимия. 2011. № 1. С. 56–66.
- Коренюк И.В., Базанов Г.А.** Биологическая значимость микроэлемента брома и средства для восполнения его недостатка в организме // Тверской мед. журн. 2016. № 3. С. 77–80.
- Ловкова М.Я.** Почему растения лечат / М.Я. Ловкова, А.М. Рабинович, С.М. Пономарева, Г.Н. Бузук, С.М. Соколова. М., 1989. 256 с.
- Лукша Е.А.** Биологическая активность видов *Persicaria* и *Polygonum* (*Polygonaceae*) флоры Сибири // Раст. ресурсы. 2015. Т. 51, № 4. С. 611–619.
- Попп Я.И., Бокова Т.И.** Содержание цинка в лекарственных растениях, произрастающих в поймах рек Иртыша и Оби // Вестн. Новосиб. гос. аграр. ун-та. 2016. № 3 (40). С. 98–104.

- Сальникова Е.В.** Цинк – эссенциальный элемент (обзор) // Вестн. Оренбург. гос. ун-та. 2012. № 10 (146). С. 170–172.
- Скальный А.В.** Биоэлементы в медицине / А.В. Скальный, И.А. Рудаков. М., 2004. 272 с.
- Сосорова С.Б., Меркушева М.Г., Убугунов Л.Л.** Содержание микроэлементов в лекарственных растениях разных экосистем озера Котокельского (Западное Забайкалье) // Химия раст. сырья. 2016. № 2. С. 53–59.
- Судыко А.Ф.** Определение урана, тория, скандия и некоторых редкоземельных элементов в двадцати четырех стандартных образцах сравнения инструментальным нейтронно-активационным методом // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека: Материалы V Междунар. конф. (Томск, 13–16 сент. 2016 г.). Томск, 2016. С. 620–624.
- Da C.H., Gu X.J., Xiao P.G.** Phytochemical and biological research of *Polygonaceae* medicinal resources // Medicinal Plants. 2015. P. 465–529.
- Pytlakowska K., Kita A., Janoska P., Połowniak M., Kozik V.** Multi-element analysis of mineral and trace elements in medicinal herbs and their infusions // Food Chemistry. 2012. P. 494–501.