

**Содержание некоторых химических элементов в *Chamaenerion angustifolium*
(Забайкальский край)
The content of some chemical elements in *Chamaenerion angustifolium*
(Transbaikal Territory)**

Лескова О. А.¹, Бондаревич Е. А.¹, Коцюржинская Н. Н.¹, Лесков А. П.²

Leskova O. A.¹, Bondarevich E. A.¹, Kotsyurzhinskaya N. N.¹, Leskov A. P.²

¹ Читинская государственная медицинская академия, г. Чита, Россия
E-mail: leskova-olga@inbox.ru, ev.bond123@gmail.com, kotsyurzhinskaya@inbox.ru

¹ Chita State Medical Academy, Chita, Russia

² Забайкальский Государственный Университет, г. Чита, Россия E-mail: leskov-artem80@inbox.ru

² Transbaikal State University, Chita, Russia

Реферат. В работе приведены данные исследований по содержанию химических элементов (Ca, Ti, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Sr, Ba, Pb) в почвах и кипрее узколистом, произрастающем в разных районах на территории Забайкальского края. Выявлено превышение предельно допустимых концентраций для хрома, марганца, меди, цинка, бария, свинца в почве, а также в исследуемом виде растения по меди, цинку и свинцу. Установлено, что некоторые химические элементы аккумулируются в листьях изучаемого вида. Для всех химических элементов коэффициент накопления, рассчитанный относительно валового содержания элементов в почве, оказался меньше единицы.

Ключевые слова. Забайкальский край, коэффициент накопления, предельно-допустимые концентрации, химические элементы, *Chamaenerion angustifolium*.

Summary. The paper presents research data on the content of chemical elements (Ca, Ti, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Sr, Ba, Pb) in soils and angustifolia fireweed, growing in different areas in the Transbaikal Territory. It was revealed that the maximum permissible concentrations for chromium, manganese, copper, zinc, barium, and lead in the soil were exceeded, as well as in the plant species under study for copper, zinc, and lead. It has been established that some chemical elements accumulate in the leaves of the studied species. For all chemical elements, the accumulation coefficient, calculated relative to the gross content of elements in the soil, turned out to be less than unity.

Key words. Accumulation factor, *Chamaenerion angustifolium*, chemical elements, maximum permissible concentrations, Transbaikal Territory.

Кипрей узколистый (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.) – многолетнее травянистое растение из семейства кипрейных (Телятьев, 1985; Лекарственные..., 2003). Вид широко распространён по территории России. Обитает по вырубкам, вдоль дорог, обрывах. Предпочитает селиться в таких местах, где отсутствует плодородный слой, а почва имеет сильную минерализацию (после лесных или торфяных пожаров). В лекарственных целях используют стебли, листья, цветки растения, которые заготавливают во время цветения (июнь – август). В разных частях кипрея узколистного согласно литературным данным содержится широкий спектр биологически активных веществ: в корневищах – углеводы, дубильные вещества, флавоноиды, танин; в стеблях – дубильные вещества; в листьях – пектин, ликопин, лигнин, хлорофиллы, углеводы, органические кислоты и др. (Бушуева и др., 2016). Так как данный вид имеет широкое распространение и применение, то актуальным становится вопрос о химическом составе и экологической чистоте заготавливаемого сырья.

Исследования проводились на территории Забайкальского края: (Нерчинско-Заводский, Газимуро-Заводский районы). Объектами исследования являлись: почва и кипрей узколистый (*Chamaenerion angustifolium*), произрастающий на территории поймы реки Средняя Борзя и по отвалам и технозёмам золотодобывающей артели (окр. с. Явленка, Нерчинско-Заводского района) и в окр. Благодатского рудника (с. Нер-Завод); горностепной участок в окр. с. Тайна около гравийной дороги (Газимуро-Заводский район).

Цель исследования – изучить содержание некоторых химических элементов в почве и кипрее узколистом, произрастающем на территории Забайкальского края.

Для исследования отбирались внешне неповрежденные, здоровые растения. Исследование элементного состава в растительных образцах проводили в лаборатории рентгеновских методов анализа в институте геохимии СО РАН (г. Иркутск). Анализ почвенных образцов проводили методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой на спектрометре Perkin Elmer NexION 300D (США) в аккредитованной лаборатории ЗАО «СЖС Восток Лимитед» (г. Чита).

При определении содержания химических элементов в почвах исследуемых районов зафиксировано достаточно высокое валовое содержание металлов, при этом концентрации хрома марганца, меди, цинка, бария, свинца превышают предельно допустимые значения (табл. 1). Следует отметить значительное превышение ПДК по цинку – в 100 раз и свинцу – в 328 раз (пойма р. Ср. Борзя), что, возможно, связано с осуществлением добычи полезных ископаемых на территории изучаемого района. Согласно литературным данным в почвах и поверхностных водах районов исследования отмечаются большие концентрации некоторых химических элементов (Юргенсон, Горбань, 2015; Ку克林, Цыбикмитова, 2019; Бондаревич и др., 2020).

Таблица 1

Содержание химических элементов в почве, мг/кг

	Ca	Ti	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Sr	Ba	Pb
Нер-Завод, ГОК	56900,0	1900,0	115	2020,0	34900	29	167	3560	229	315	2770
Средняя Борзя	15000,0	600,0	142	2440,0	47700	14	191	10000	299	101	9830
Тайна	28000,0	2700,0	130	1950,0	36900	30	36,7	443	176	540	291
ПДК	29600*	5000	100	1500	46500*	85	55	100	340*	30	30

Примеч.: *приведены кларки химических элементов по А. П. Виноградову (Касимов, 2004).

При определении химических элементов в органах изучаемого вида обнаружено, что они распределены неравномерно (табл. 2). Выявлено, что содержание кальция, титана, хрома, марганца, железа, никеля преобладает в листьях, что согласуется с литературными данными (Царёв и др., 2010; Валов и др., 2016; Полежаева и др., 2005). Концентрации хрома, никеля, меди наименьшие среди изученных элементов и распределены по надземной и подземной фитомассе растения равномерно. Отмечено превышение ПДК для сухих овощей в растении по меди, цинку, свинцу во всех точках исследования, однако по имеющимся данным для чая превышение ПДК по меди не зафиксировано.

Таблица 2

Содержание химических элементов в органах кипрея узколистного (мг/кг сухого сырья)

	Ca	Ti	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Sr	Ba	Pb
Благодатский ГОК (Нерчинско-Заводский район)											
лист	12450	570	22	249	7000	13	8	44	122	105	18
стебель	3960	80	6	84	1159	4	9	72	195	57	12
корневище	10110	24	< 3	141	371	3	9	60	53	22	3,8
среднее содержание	8840± 2531	224± 173	10,4 ± 5,9	158± 48	2843± 2091	6,4± 3,1	9,7± 0,3	58,7± 8	123,4± 41	61± 24	11,3± 4,1
КН	0,2	0,01	-	0,07	0,01	0,1	0,05	0,02	0,23	0,07	0,001
Пойма р. Средняя Борзя (Нерчинско-Заводский район)											
лист	12440	22	< 3	99	322	2	8	30	94	12	< 3
стебель	4220	6	3	42	142	2	6	21	66	16	< 3
корневище	10570	9	< 3	55	161	3	9	27	83	13	< 3
среднее содержание	9077± 2487	12,3± 4,8	< 3	65,3± 17,2	208,3 ± 57,1	2,5± 0,4	7,8± 0,8	25,7± 2,6	81± 8,1	13,8± 1,3	< 3
КН	0,7	0,02	-	0,02	0,003	0,2	0,05	0,003	0,3	0,13	-

Продолжение табл. 2

	Ca	Ti	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Sr	Ba	Pb
с. Тайна (Газимуро-Заводский район)											
лист	12340	61	3	250	687	5	11	100	169	14	6
стебель	3820	< 4	3	53	89	2	9	42	88	13	3
корневище	2800	60	6	132	104	5	16	50	60	30	30
среднее содержание	6320±3024	41,7±18,85	3,8± 1,1	145±57	293±197	3,8±1	11,8±2,2	64±18	105,7±32,7	19,1±5,5	13,4±8,5
КН	0,1	0,02	0,05	0,07	0,003	0,2	0,4	0,11	0,34	0,06	0,1
ПДК для сухих овощей (Сан ПиН 42-123-4089-86)	-	-	-	-	-	-	5	10	-	-	0,4
ПДК для чая (СанПин 2.3.2.560-96)	-	-	-	-	-	-	100	-	-	-	10
Пределы колебаний концентрации элемента в растениях из незагрязнённых регионов мира, в мг/кг сухой массы (Кабата-Пендиас, 1989)	н/д	0,15-80	0,02-0,2	7-334	18-1000	0,1-1,7	6,4-16,2	12-47	10-1500	1-198	0,1-10

Сравнение полученных данных с величинами концентраций элементов в сухом веществе травянистых растений мира (Кабата-Пендиас, Пендиас, 1989) выявило существенное накопление титана, хрома, железа, никеля, цинка и свинца в тканях кипрея узколистного, произрастающего на техноземах Благодатского ГОКа. Для других точек сбора проб отмечается превышение нормирующих показателей по никелю (пойма р. Ср. Борзя) и по цинку и свинцу в с. Тайна (табл. 2).

В условиях Благодатского ГОКа в наибольшей мере микроэлементы накапливались в листьях и реже в корнях и корневищах, что позволяет предположить фолиарный путь поступления загрязнителей, либо их интенсивное перемещение из других органов для последующего удаления из растительного организма.

При высоких концентрациях металла в почвах больших содержаний в растении нами не обнаружено, что может быть связано с различными защитными механизмами в самом растении. Для анализа аккумуляционной способности вида и барьерной функции был рассчитан коэффициент накопления, который характеризует отношение содержания химического элемента в подземной части растения к его валовому содержанию в почве. Для всех исследуемых элементов КН < 1, что свидетельствует о барьерной функции корня (Афанасьева, Аюшина, 2018; Сибиркина, 2012; Жуйкова, Зиннатова, 2014).

По суммарному содержанию всех элементов в органах изучаемого вида на первом месте оказались образцы, произрастающие на территории ГОКа (рис. 1).

Таким образом, в почвах территорий исследования обнаружено превышение ПДК для хрома, марганца, меди, цинка, бария, свинца, что возможно связано с интенсивным техногенным воздействием на почвенный покров.

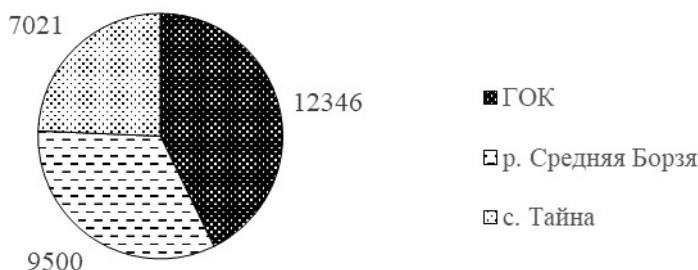


Рис. 1. Суммарное содержание химических элементов, мкг/кг.

Обнаружено, что данный вид накапливает в листьях кальций, титан, хром, марганец, железо и никель. Содержание элементов-металлов в растении была низкой, что возможно, связано с развитыми защитными механизмами вида. Максимальное суммарное содержание элементов зафиксировано в образцах, собранных по отвалам и технозёмам золотодобывающей артели (ГОК).

ЛИТЕРАТУРА

- Афанасьева Л. В., Аюшина Т. А.** Накопление и распределение микроэлементов в растениях *Arctostaphylos uva-ursi* // Химия растительного сырья, 2018. – № 3. – С. 123–128.
- Бондаревич Е. А., Коцюржинская Н. Н., Войченко А. А., Войченко Т. Ю., Лескова О. А., Лесков А. П.** Состояние почвенного покрова в районах техногенных биогеохимических аномалий Забайкалья // Успехи Современного Естествознания, 2020. – № 3. – С. 57–64.
- Бушуева Г. Р., Сыроешкин А. В., Максимова Т. В., Скальный А. В.** Кипрей узколистый – перспективный источник биологически активных соединений / Микроэлементы в медицине, 2016. – Vol. 17(2). – С. 15–23.
- Валов Р. И., Ханина М. А., Родин А. П.** Элементный состав *Chamaenerion angustifolium* // Сибирское медицинское обозрение, 2010. – № 5. – С. 44–47.
- Жуйкова Т. В., Зиннатова Э. Р.** Аккумулирующая способность растений в условиях техногенного загрязнения почв тяжёлыми металлами // Поволжский экологический журнал, 2014. – № 2. – С. 196–207.
- Кабата-Пендиас А., Пендиас Х.** Микроэлементы в почвах и растениях: пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 439 с.
- Касимов Н. С., Власов Д. В.** Кларки химических элементов как эталоны сравнения в экогеохимии // Вестник Московского университета. Серия 5. География, 2015. – Т. 2. – С. 7–17.
- Куклин А. П., Цыбекмитова Г. Ц.** Содержание токсичных элементов в воде и микроводорослях в водных объектах бассейна трансграничной реки Аргунь (Россия) // Теоретическая и прикладная экология, 2019. – № 1. – С. 30–35.
- Лекарственные растения* / Сост. И. Н. Путырский, В. Н. Прохоров. – Мн.: Книжный Дом, 2003. – 656 с.
- Полежаева И. В., Полежаева Н. И., Меняйло Л. Н.** Исследование минерального комплекса вегетативной части *Chamaenerion angustifolium* (L.) Holub // Химия растительного сырья, 2005. – № 4. – С. 67–70.
- Предельно-допустимые концентрации тяжелых металлов и мышьяка в продовольственном сырье и пищевых продуктах* (СанПиН 42-123-4089-86). – М.: МЗ СССР, 1986. – 182 с.
- СанПиН 2.3.2.560-96.* Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов. – М., 1996.
- Сибиркина А. Р.** Содержание никеля в травах соснового бора Семипалатинского Прииртышья Республики Казахстан // Вестник СПбГУ. Сер. 3, 2012. – Вып. 3. – С. 38–44.
- Телятнев В. В.** Полезные растения Центральной Сибири. – Иркутск, 1985. – 382 с.
- Царёв В. Н., Базарнова Н. Г., Дубенский М. М.** Кипрей узколистый (*Chamaenerion angustifolium*) химический состав, биологическая активность // Химия растительного сырья, 2016. – № 6. – С. 15–28.
- Юргенсон Г. А., Горбань Д. Н.** Свинец и висмут в полыни Гмелина хвостохранилища Шерловогорского ГОКа (Юго-восточное Забайкалье) // Вестник ЗабГУ, 2015. – № 10(125) – С. 20–32.