

О СОДЕРЖАНИИ МЫШЬЯКА В НЕКОТОРЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЯХ ЗАБАЙКАЛЬСКОГО КРАЯ

Солодухина М.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения Российской академии науки, Чита, Россия (672014, г. Чита, ул. Недорезова, 16а), e-mail: mabn@ya.ru

Изучены уровни накопления мышьяка (As) некоторыми лекарственными растениями – боярышником кроваво-красным (*Crataegus sanguinea* Pallas), березой повислой (*Betula pendula* Roth), пятилисточник кустарниковым (*Pentaphylloides fruticosa* (L.) O. Schwarz) и полынью Гмелина (*Artemisia gmelinii* Weber ex Stechm), произрастающими на территории одного из рудных районов Забайкальского края. Установлено, что растения фонового участка накапливают As до 6 мг/кг, растения месторождения Шерловая Гора до 138,5 мг/кг, а растения техногенных массивов до 22 мг/кг. Несмотря на то что содержание As в почвах существенно превышает ПДК и кларк, *C. sanguinea* и *B. pendula* захватывают лишь малую его часть, превышение ПДК и кларка до 15. *P. Fruticosa* и *A. gmelinii*, произрастающие на месторождении характеризуются безбарьерным накоплением до 78 кларков. В целом наблюдается видовая дифференциация биологического захвата и накопления As. Установлено, что *C. sanguinea* и *B. pendula* не склонны к гипераккумуляции As, они обладают барьерностью, в отличие от *P. Fruticosa* и *A. gmelinii*.

Ключевые слова: мышьяк (As), лекарственные растения, биологический захват, накопление, уровень содержания.

ABOUT THE CONTENT OF ARSENIC IN SOME OF THE MEDICINAL PLANTS OF THE ZABAIKALSKY KRAI

Solodukhina M.A.

Federal state budgetary institution of science Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology of SB RAS, Chita, Russia (672014, Chita, Nedorezova Street 16a), e-mail: mabn@ya.ru

Studied the levels of accumulation of arsenic (As) some of the medicinal plants - *Crataegus sanguinea* Pallas, *Betula pendula* Roth, *Pentaphylloides fruticosa* (L.) O. Schwarz and *Artemisia gmelinii* Weber ex Stechm, growing on the territory of one of ore districts of the Zabaikalsky Krai. It is established, that the plants background area accumulate As up to 6 mg/kg, the plants of the field to the 138,5 mg/kg, and the plants of technogenic massifs to 22 mg/kg. In spite of the fact, that the content As in soils considerably exceeded the MPC and Clark, *C. sanguinea*, and *B. pendula* capture only a small part of it, the excess of MPC and Clark to 15. *P. fruticosa* and *A. gmelinii*, growing on the field are characterized by a high level of savings up to 78 Clark. In General there is a specific differentiation of biological capture and accumulation As. It is established, that shrubby and herbaceous plants in contrast to wood and shrub absorb As more intensively. One of them *C. sanguinea*, and *B. pendula* not inclined to hyper accumulation As they have filters, in contrast to *P. fruticosa* and *A. gmelinii*.

Key words: arsenic (As), medicinal plants, biological capture, accumulation, the level of content.

Введение

Мышьяк (As) – канцерогенный химический элемент, по отношению к растениям его относят к группе элементов слабого накопления и среднего захвата [7]. Его биохимическая роль практически не изучена и должна быть предметом специального исследования.

Известно, что на территории Забайкальского края в рудных районах почвы существенно обогащены As. Кроме этого, вблизи горнорудных предприятий, в результате их деятельности, образуются техногенные массивы с его ураганным, существенно превышающим ПДК и кларк (более 1000 раз) содержанием в компонентах ландшафтов [6; 9]. Поскольку растения – это часть трофической цепи, то и исследования уровня его накопления

в них являются актуальными. Кроме этого, боярышник кроваво-красный (*Crataegus sanguinea* Pallas), береза повислая (*Betula pendula* Roth), пятилистник кустарниковый (*Pentaphylloides fruticosa* (L.) O. Schwarz) и полынь Гмелина (*Artemisia gmelinii* Weber ex Stechm) – лекарственные растения [10]. Поэтому целью данной работы является изучение уровня содержания As в лекарственных растениях на примере одного из рудных районов Забайкальского края, где с 2002 г. проводятся комплексные геохимические и биогеохимические исследования [9].

В основу данной работы положены материалы, собранные автором и ее коллегами в составе полевых экспедиций в течение сезонов 2002–2011 гг. на территории Шерловогорского рудного района, который находится на юго-востоке Забайкальского края, в Борзинском административном районе (рис. 1).

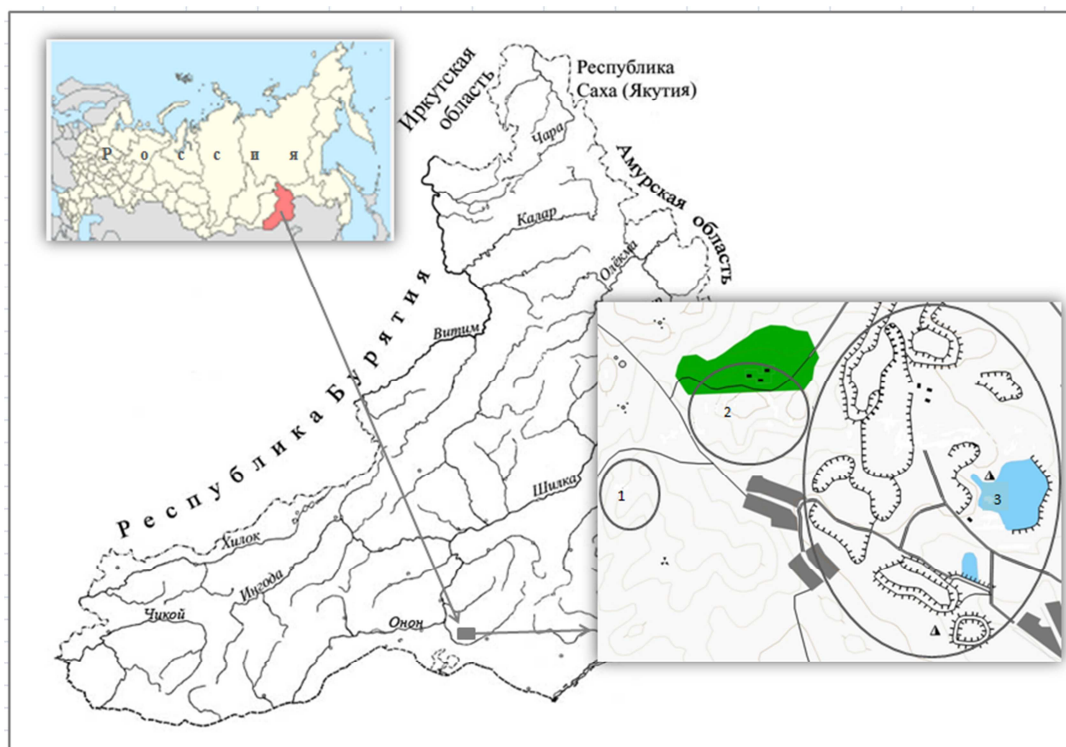


Рис. 1. Картосхема расположения участков отбора проб: 1 – фоновый участок; 2 – месторождение Шерловая Гора; 3 – техногенные массивы.

Рассматриваемая территория располагается в пределах Онон-Аргунской степи, представляет собой преимущественно степное среднегорье с небольшими участками лесостепных ландшафтов в привершинной части северных склонов. Здесь наблюдается сочетание степных и подтаежных геосистем. Климат района – резко континентальный. Отрицательная среднегодовая температура, короткий безморозный период, небольшое количество осадков и их неравномерное распределение по месяцам, большие амплитуды температур являются основными чертами климата района.

Материал и методы исследования

Отбор объединенных проб растений проводили в конце лета (август, сентябрь) на трех участках: фоновый (за пределами месторождения), олово-вольфрам-висмут-бериллиевое месторождение с наложенной мышьяковой минерализацией Шерловая Гора и техногенные массивы (карьер и хвостохранилище обогатительной фабрики) (рис. 1).

Корни и наиболее запыленные части растений промывали сначала струей проточной воды, а затем дистиллированной и высушивали до воздушно-сухого состояния. Анализ растений проведен методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой на приборе ICP-MS Elan DRC II PerkinElmer (нижний порог обнаружения (НПО) As 0,01 мкг/кг) в Институте тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина ДВО РАН аналитиками В.Е. Зазулиной, А.Ю. Будкиной, Д.В. Авдеевым и Е.М. Голубевой. Во избежание потерь As вследствие летучести его оксида (As_2O_3) пробы растений не озоляли, а непосредственно переводили в раствор.

Результаты исследования и их обсуждение

Растительный кларк As составляет 0,2 мг/кг [3]. ПДК As в пищевых продуктах – 0,2 мг/кг [4].

Концентрация As в растениях на незагрязненных почвах, по данным [5], – 0,01–5 мг/кг, по данным [6], она варьирует в пределах 0,009–1,5 мг/кг. Критическая его концентрация в листьях для сельскохозяйственных культур, снижающая продуктивность на 10%, равна 20 мг/кг [1].

Содержание As в растениях фонового участка варьирует незначительно: от значений ниже порога чувствительности прибора до 6,01 мг/кг (табл. 1), тем не менее его концентрация в *V. pendula* и *A. gmelinii* в несколько раз превышает кларк и ПДК [3]. Максимальное содержание As, равное 6,01 мг/кг, обнаружено у *V. pendula*, но оно не является критическим для растений, такой уровень содержания As характерен для незагрязненных районов мира. Невысокое его содержание и незначительный размах значений хорошо согласуется с выбором этого участка в качестве фонового.

В растениях, произрастающих на территории месторождения, концентрация As варьирует довольно широко: от значений ниже НПО до 138,5 мг/кг (табл. 1).

Таблица 1 – Содержание As в растениях, мг/кг

Место отбора	Название растения	Среднее содержание	Отношение среднего содержания к кларку и ПДК	Пределы значений	Число проб / число экземпляров в пробе
Фоновый участок	<i>C. sanguinea</i>	0,19	1	Ниже НПО–0,65	15/225
	<i>V. pendula</i>	0,68	3	0,01–6,01	16/240

	<i>A.gmelinii</i>	0,31	2	Ниже НПО– 1,38	10/150
Месторождение Шерловая Гора	<i>C. sanguinea</i>	3,07	15	Ниже НПО– 16,36	24/360
	<i>B. pendula</i>	1,58	8	Ниже НПО– 6,07	28/420
	<i>P. fruticosa</i>	15,52	78	3,24–37,8	3/45
	<i>A. gmelinii</i>	11,1	56	0,16–138,5	62/930
Техногенные массивы	<i>C. sanguinea</i>	0,53	3	Ниже НПО– 0,89	3/45
	<i>A.gmelinii</i>	4,57	23	0,41–20	34/510

Среднее содержание As в растениях месторождений в 3 раза превышает таковое в техногенных массивах и в 22 раз содержание в растениях фонового участка. Максимум зафиксирован в *A. gmelinii* и составляет 138,5 мг/кг.

Исходя из данных, представленных в таблице, следует, что его среднее содержание в *B. pendula* и *C. sanguinea* находится в пределах допустимых значений, тогда как в *P. fruticosa* и *A. gmelinii* выявлена такая его концентрация, которая может быть токсичной и критической для них.

Известно, что при повышенном содержании As в почвах уровни его концентрации в растениях могут находиться в пределах мировых фоновых значений [2]. У разных видов растений месторождения Шерловая Гора, растущих на почвах с аномальной концентрацией As [9], обнаружено его различное содержание. Береза и боярышник в среднем концентрируют As умеренно, не превышая нижней границы токсичной концентрации, даже максимальное содержание не является критическим. Однако *A. gmelinii* и *P. fruticosa* стремятся к большему захвату As. Его среднее содержание в них превышает кларк в 56 раз и более. Тем не менее визуально признаков токсического отравления мышьяком обнаружено не было. Такая особенность изученных растений может указывать как на высокую степень толерантности по отношению к его высокому содержанию, так и на наличие у растений неких защитных механизмов.

Таким образом, установлены существенные различия захвата As разными растениями. Важной особенностью его накопления растениями на территории месторождения является то, что *C. sanguinea* и *B. pendula* не склонны к гипераккумуляции As, чего нельзя сказать о *P. fruticosa* и *A. gmelinii*, у которых обнаружена способность накапливать его токсичную концентрацию (более 5 мг/кг).

Содержание As в растениях техногенных массивов варьируется от значений ниже чувствительности анализа до 20 мг/кг. Максимальное содержание превышает кларк в 23

раза. Среднее же содержание As в растениях техногенных массивов для изученных видов не превышает мировую фоновую концентрацию. Здесь, так же как и на территории месторождения, *A. gmelinii* накапливает в 8 раз больше As, чем *C. sanguinea*.

Известно, что одни растения, растущие на площадях с антропогенной нагрузкой, не допускают поступления токсичной концентрации элементов в свои органы и ткани, тогда как другие могут в несколько раз увеличить интенсивность их поглощения [2]. Фактически все растения, произрастающие на поверхности техногенных массивов, поглощают в несколько раз меньше As, чем растущие на месторождении. Тем не менее *A. gmelinii* может накапливать до 20 мг/кг As. Эти растения, по-видимому, не обладают барьерностью по отношению к As.

В целом в растениях техногенных массивов не обнаружена способность к гипераккумуляции As, хотя в отдельных пробах наблюдалась его критическая концентрация (более 20 мг/кг).

Выводы

1. Установлены существенные различия захвата As разными растениями. Важной особенностью его биологического захвата растениями на территории месторождения является то, что *C. sanguinea* и *V. pendula* не склонны к гипераккумуляции As, они обладают барьерностью, а *P. fruticosa* и *A. gmelinii* поглощают As более интенсивно, они способны накапливать его критическую концентрацию.
2. Использование изученных растений в качестве лекарственного сырья недопустимо, поскольку уровень содержания As в них существенно превышает ПДК. Исключением является *C. sanguinea*, растущий на фоновом участке.

Список литературы

1. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. – Л. : Агропромиздат. Ленинградское отд-ние, 1987. – 142 с.
2. Бабошкина С.В., Пузанов А.В. Некоторые аспекты биогеохимического перераспределения мышьяка в природных экосистемах Алтая // Мир науки, культуры, образования. – 2008. – № 1 (8). – С. 13–17.
3. Брукс Р.Р. Биологические методы поисков полезных ископаемых : пер. с англ. – М. : Недра, 1986. – 311 с.
4. Габович Р.Д., Присухина Л.С. Гигиенические основы охраны продуктов питания от вредных химических веществ. – Киев : Здоровье, 1987. – 248 с.
5. Гамаюрова В.С. Мышьяк в экологии и биологии. – М. : Наука, 1993. – 208 с.

6. Геологические исследования и горно-промышленный комплекс Забайкалья: история, современное состояние, проблемы, перспективы развития. К 300-летию основания Приказа рудокопных дел / Г.А. Юргенсон и др. – Новосибирск : Наука, 1999. – 574 с.
7. Ивлев А.М. Биогеохимия : учеб. для вузов. – М. : Высшая школа, 1986. – 127 с.
8. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. – М. : Мир, 1989. – 439 с.
9. Солодухина М.А., Юргенсон Г.А., Смирнова О.К. Мышьяк в почвах Шерловогорского рудного района // Вестник Забайкальского центра Российской академии естественных наук. – 2010. – № 1 (3). – С. 15-19.
10. Телятьев В.В. Целебные клады Восточной Сибири. – Иркутск : Восточно-Сибирское книжное издательство, 1976. – 448 с.

Рецензенты

Попова Ольга Александровна, доктор биологических наук, профессор кафедры биологии и методики обучения биологии Федерального бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Забайкальский государственный гуманитарно-педагогический университет им. Н.Г. Чернышевского», г. Чита.

Юргенсон Георгий Александрович, доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий лабораторией геохимии и рудогенеза Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения Российской академии наук, г. Чита.