

Содержание некоторых тяжелых металлов в *Artemisia gmelinii* Web. et Stechm (Забайкальский край)

Content of some heavy metals in plants of *Artemisia gmelinii* Web. et Stechm (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-mails: leskova-olga@inbox.ru, ev.bond123@gmail.com, kotsyurzhinskaya@inbox.ru

¹Chita 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 (Fe, Mn, Ti, Zn, Cu, Pb, Cr, Ni) в растении *Artemisia gmelinii* Web. ex Stechm, произрастающего на территории Забайкальского края. Установлено, что большая часть изучаемых элементов сконцентрирована в надземной фитомассе растения. Максимальные средние концентрации зафиксированы для железа, марганца и титана. В листьях исследуемого вида накапливается только цинк. Такие биогенные элементы как медь и никель равномерно распределены по всему растению. Для меди, цинка и свинца зафиксированы превышения предельно допустимых концентраций (для сухих овощей).

Ключевые слова. Забайкальский край, загрязнение, предельно допустимые концентрации, химические элементы, *Artemisia gmelinii*.

Summary. The paper presents research data on the content of chemical elements (Fe, Mn, Ti, Zn, Cu, Pb, Cr, Ni) in a plant *Artemisia gmelinii* Web. ex Stechm, growing on the territory of the Transbaikal Territory. It has been established that most of the studied elements are concentrated in the aboveground phytomass of the plant. The maximum average concentrations are recorded for iron, manganese and titanium. Only zinc accumulates in the leaves of the studied species. Nutrients chemical elements as copper and nickel are evenly distributed throughout the plant. For copper, zinc and lead, exceedances of the maximum permissible concentrations were recorded (for dry vegetables).

Key words. *Artemisia gmelinii*, chemical elements, pollution, maximum permissible concentrations, Transbaikal Territory.

Artemisia gmelinii Web. ex Stechm (полынь Гмелина) – многолетний полукустарник из семейства Asteraceae (астровые или сложноцветные). Вид обитает на крутых каменистых склонах, в степях, в зарослях степных кустарников, на лесных лугах и полянах в изреженных лиственных и смешанных лесах (Флора Сибири, 1997).

Полынь Гмелина используется в народной медицине при лечении широкого спектра заболеваний (Телятьев, 1989; Растительные ресурсы ..., 1993), однако не используется в фармакологии. Известно, что вид богат эфирными маслами, терпеноидами, флавоноидами, кумаринами и другими биологически активными химическими соединениями (Растительные ресурсы ..., 1993; Жигжитжапова и др., 2010). Так как *A. gmelinii* имеет широкое распространение и применение у населения региона, то актуальным становится вопрос об экологической чистоте заготавливаемого сырья.

Исследования проводились на территории Забайкальского края (Нерчинско-Заводский р-н). Отбор проб проводился в фазу цветения (3-кратная повторность). Отбирались здоровые, без внешних повреждений растения. Элементный состав в растительных образцов проводили в лаборатории рентгеновских методов анализа в институте геохимии СО РАН (г. Иркутск).

Для выявления содержания химических элементов исследовались надземная (лист и стебель) и подземная (корневища) фитомасса растений. Полученные результаты исследования представлены в таблице. В настоящее время нет нормативно-правовых документов, регламентирующих содержание тяжелых металлов в растительном сырье. Наиболее близким эталоном ПДК для лекарственного растительного сырья служат соответствующие нормирующие показатели для сухих овощей и фруктов, а также для чая (Предельно допустимые ..., 1986; СанПин, 1996; Пименова, Шелепова, 2004).

Таблица
Содержание химических элементов в надземных и подземных органах *Artemisia gmelinii*, мг/кг

Место отбора	Объект	Ti	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Pb
с. Воздвиженка	листья	18,8	< 3	53	218	< 2	10	40,5	< 3
	стебли	4,1	< 3	27	94	4,1	8,4	20,4	< 3
	корневища	120	8,5	117	1421	4,1	10,4	33,4	10
	среднее в растении	47,6	-	65,7	577,7	4,1	9,6	31,4	-
ПДК для сухих овощей, мг/кг		-	-	-	-	-	5,0	10,0	0,4
ПДК для чая, мг/кг		-	-	-	-	-	100,0	-	10,0

Исследования показали, что содержание тяжелых металлов в тканях *A. gmelinii*, носит практически однотипный характер. Как видно из полученных данных, максимальное среднее содержание среди определяемых микроэлементов отмечено для *железа*, причем наибольшая его концентрация зафиксирована в корневище, а наименьшая в стебле. Данный элемент относится к биогенным и входит в состав многих ферментов, участвующих в окислительно-восстановительных реакциях, а также в процессах фотосинтеза (Панченко др., 2004). При изучении закономерностей накопления *марганца* наибольшее его количество также зафиксировано в корневище. Известно, что содержание марганца в растении зависит от вида растения, а также типа почв (Макаров и др., 2021). Высокие концентрации марганца обеспечивают синтез аскорбиновой кислоты и танинов в растении (Сосорова и др., 2016). В нашем случае зафиксированы достаточно высокие концентрации марганца в исследуемом виде.

Титан *A. gmelinii* аккумулирует интенсивно в корневище – элемента в 6,4 раза больше, чем в надземной фитомассе. Известно, что титан повышает активность некоторых ферментов в растительном организме, а также увеличивает содержание железа в листьях и хлоропластах (Кашин, 2011).

При изучении содержания *цинка* в органах *A. gmelinii* обнаружено, что элемент в большем количестве накапливается в листьях. Такая же закономерность для вида отмечена и другими исследователями (Гудкова, Юргенсон, 2008; Юргенсон, Горбань, 2015). Необходимо отметить, что виды данного рода склонны к аккумуляции цинка в своих тканях (Самойленко и др., 2017; Дьякова, 2020). Цинк является физиологически важным элементом: участвует в активации ферментов, стабилизации и функционировании нативной структуры ДНК, участвует в образовании хлорофилла, повышает жаро- и засухоустойчивость растений (Попп, Бокова, 2017).

Содержание меди в надземной и подземной частях *A. gmelinii* различается незначительно. Медь – важный биогенный элемент, участвующий в процессах фотосинтеза, увеличивает засухоустойчивость растений (Зайцева и др., 2013; Попп, Бокова, 2017). Следует отметить, что по данному элементу зафиксировано превышение ПДК для сухих овощей в ≈ 2 раза, однако в сравнении с ПДК для чая превышений не выявлено.

При определении *свинца* было обнаружено, что данный элемент задерживается корневищем и в надземную часть поступает небольшое его количество (ниже предела обнаружения для данного метода). Можно предположить, что данный вид растения имеет развитые механизмы физиологического барьера, препятствующие поступлению этого токсиканта в надземную фитомассу. Для свинца зафиксировано значительное превышение ПДК для сухих овощей, однако при сравнении данного показателя для чая превышения не зафиксировано.

Наибольшее содержание *хрома* также отмечено в корневище, в надземную часть поступает небольшие количества данного элемента. Содержание *никеля* в надземной и подземной фитомассе исследуемого вида различается незначительно. Для растений никель относится к биогенным элементам – входит в состав фермента уреазы, является активатором ряда ферментов, способствует формирова-

нию пространственной структуры нуклеиновых кислот (Протасова, 2006; Кашин, 2011). Некоторые авторы отмечают незначительное накопление хрома и никеля в видах рода *Artemisia* (Дьякова, 2020).

Таким образом, наибольшее содержание элементов зафиксировано в подземной части *A. gmelinii*. Известно, что растения реализуют различные механизмы защиты от избыточного поступления тяжелых металлов. Для многих растений первым барьером для проникновения химических элементов из почвы является ризосфера и корень. У данного вида растения хорошо развиты защитные механизмы поступления элементов в надземную часть растения. В целом по среднему содержанию химических элементов в исследуемом виде можно выстроить следующий убывающий ряд: $Fe > Mn > Ti > Zn > Cu > Pb > Cr > Ni$. Надземная фитомасса данного вида активно аккумулирует цинк. Выявлено, что содержание меди, цинка и свинца превышает ПДК (в сравнении с ПДК для сухих овощей).

ЛИТЕРАТУРА

Гудкова О. В., Юргенсон Г. А. Содержание тяжелых металлов в полыни Гмелина на территории Шерловогорского горнорудного района // Труды II Всероссийского симпозиума с международным участием и VIII-х Всероссийских чтений памяти академика А. Е. Ферсмана. – Чита, 2008. – С. 155–157.

Дьякова Н. А. Накопление тяжелых металлов и мышьяка лекарственным сырьем // Изв. Саратов. ун-та. Сер. Химия. Биология. Экология, 2020. – Т. 20. – С. 445–452.

Жигжитжапова С. В., Соктоева Т. Э., Раднаева Л. Д. Химический состав эфирного масла *Artemisia gmelinii* Web. ex Stechm, произрастающей в Центральной Азии // Химия растительного сырья, 2010. – № 2. – С. 131–133.

Зайцева М. В., Кравченко А. Л., Стекольников Ю. А., Сотников В. А. Тяжелые металлы в системе почва-растение в условиях загрязнения // Учен. зап. Орл. гос. ун-та. Сер. Естественные, технические и медицинские науки, 2013. – № 3. – С. 190–192.

Кашин В. К. Условно необходимые микроэлементы в лекарственных растениях Забайкалья // Химия в интересах устойчивого развития, 2011. – № 19. – С. 259–266.

Макаров В. П., Борзенко С. В., Помазкова Н. В., Желибо Т. В. Особенности накопления химических элементов в хвое лиственницы Гмелина, произрастающей в районе Удоканского месторождения меди // Химия растительного сырья, 2021. – № 2. – С. 191–200.

Панченко Л. Ф., Маев И. В., Гуревич К. Г. Клиническая биохимия микроэлементов. – М.: ГОУ ВУНМЦ МЗ РФ, 2004. – 368 с.

Пименова М. Е. Шелепова М. Е. Природное разнообразие содержания тяжёлых металлов в дикорастущих лекарственных растениях в сравнении с нормативами ПДК // Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства, 2004. – № 1. С. 155–157.

Попп Я. И., Бокова Т. И. Содержание цинка, меди и кадмия в различных видах лекарственных растений, произрастающих в поймах рек Иртыша и Оби // Вестн. Новосибир. гос. аграр. ун-та, 2017. – № 1. – С. 84–92.

Предельно-допустимые концентрации тяжелых металлов и мышьяка в продовольственном сырье и пищевых продуктах (СанПиН 42-123-4089-86), 1986. – М.: МЗ СССР. – 182 с.

Протасова Н. А., Горбунова Н. С. Формы соединений никеля, свинца и кадмия в черноземах Центрально-черноземного региона // Агрехимия, 2006. – № 8. – С. 68–76.

Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование; семейство Asteraceae (Compositae). – СПб.: Наука, 1993. – 353 с.

Самойленко Г. Ю., Бондаревич Е. А., Коцюржинская Н. Н. Изучение содержания тяжёлых металлов в почвах и дикорастущих растениях инверсионно-вольтамперометрическим методом // Ученые записки ЗабГУ. – Чита, 2017. – Т. 12, № 1. – С. 31–39.

СанПин 2.3.2.560.-96. Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов. – М., 1996.

Сосорова С. Б., Меркушева М. Г., Убугунов Л. Л. Содержание микроэлементов в лекарственных растениях разных экосистем озера Котокельское (Западное Забайкалье) // Химия растительного сырья, 2016. – № 2. – С. 53–59.

Телятьев В. В. Полезные растения Центральной Сибири. – Иркутск, 1985. – 382 с.

Флора Сибири. Т. 13. – Новосибирск: Наука, 1997. – С. 104–105.

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.