

Содержание селена в некоторых растениях Забайкальского края

Selenium content in some plants of the (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

¹Читинская 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

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

²Transbaikal State University, Chita, Russia

Реферат. В работе приведены данные исследований по содержанию селена в почвах и некоторых видах растений, произрастающих на территории Забайкальского края. Установлено, что содержание селена в растениях края колеблется от 0,05 до 0,53 мг/кг сухой массы. Максимальные концентрации зафиксированы в листьях *Artemisia sieversiana* (0,53 мг/кг), а минимальные в корнях *Artemisia frigida* (0,05 мг/кг). В надземной фитомассе растений селен аккумулируется чаще, чем в подземной. Почвы региона характеризуются низким содержанием валовых и подвижных форм элемента.

Ключевые слова. Забайкальский край, почва, растения, рентгенофлуоресцентный анализ, селен.

Summary. The paper presents research data on the selenium content in soils and some plant species growing in the Transbaikal Territory. It has been established that the selenium content in plants of the region ranges from 0.05 to 0.53 mg/kg of dry weight. The maximum concentrations were recorded in the leaves of *Artemisia sieversiana* (0.53 mg/kg), and the minimum in the roots of *Artemisia frigida* (0.05 mg/kg). Selenium accumulates more frequently in the aboveground phytomass of plants than in the underground one. The soils of the region are characterized by a low content of gross and mobile forms of the element.

Key words. Plants, selenium, soil, Transbaikal Territory, X-ray fluorescence analysis.

Селен относится к микроэлементам, необходимым всем живым организмам. Его биологическая роль обусловлена отличиями в химических свойствах от элемента-аналога – серы, особенно в химии окислительно-восстановительных процессов. Способность селена замещать атом серы приводит к образованию Se-содержащих биомолекул, которые благодаря особенностям его химического взаимодействия с атомами кислорода гораздо более устойчивы к необратимому окислению и способны участвовать в окислительно-восстановительных процессах, в том числе защите от окислительного стресса (Reich, Hondal, 2016).

Основными источниками данного элемента для организма человека являются растения (Голубкина и др., 2017; Титов и др., 2021), которые получают его из почвы. Из всех форм (селениты, селенаты, селениды) наиболее доступной для растений является селенаты, которые хорошо растворимы в воде. Доступность форм селена зависит от свойств почв: pH, механического и химического состава. По способности к накоплению элемента все растения разделены на три группы: первая группа (самая многочисленная) – растения накапливают от 0,1 до 1,0 мг/кг сухой массы; вторая группа способна накапливать до 200 мг/кг и третья группа объединяет растения-сверхнакопители, которые способны аккумулировать от 1000 до 15000 мг/кг (Ермаков, Ковальский, 1974). К третьей группе относят виды рода *Astragalus*, *Stanleya*, *Oenopsis*, *Xylorhiza*. В растениях обнаружено около 8 селеносодержащих соединений (Кабата-Пендиас, Пендиас, 1989). Считается, что селен принимает участие в синтезе хлорофилла, метаболизме липидов и играет важную роль в антиоксидантной системе (Блинохватов и др., 2001; Аристархов и др., 2018; Миних, 2022).

Цель исследования – изучить содержание селена в почве и некоторых видах растений, произрастающих на территории Забайкальского края.

Исследования проводились на территории Акшинского района (окр. с. Курулга, сосново-лиственный лес с мерзлотными лугово-черноземными почвами). Для экспериментальной работы отбиралась наземная и подземная фитомасса внешне здоровых растений. Определение селена в почвах и растительных образцах выполнено методом рентгенофлуоресцентного анализа (РФА) на спектрометре S2 Picofox (Bruker, Nano, Germany). Полученные данные были подвергнуты обработке методами описательной статистики с помощью пакета Microsoft Excel 2010 и PAST 3.25 (Hammer, 2001).

Как видно из приведенных данных, растения, произрастающие на территории Забайкальского края, относятся к группе с низким содержанием селена (табл. 1). Концентрации элемента колебались от 0,05 до 0,53 мг/кг сухой массы. Для всех исследуемых видов, за исключением *Artemisia frigida*, отмечено превышение кларковых значений (Касимов, Власов, 2015).

Таблица 1. Содержание селена в надземной и подземной фитомассе растений (мг/кг сухой массы)

Вид растения	Часть растения	Концентрация элемента
<i>Artemisia gmelinii</i> Weber ex Stechm.	Корни	0,25
	Стебли	0,17
	Листья	0,34
	Соцветия	0,44
<i>Artemisia sieversiana</i> Willd.	Корни	0,39
	Стебли	0,37
	Листья	0,53
	Соцветия	0,23
<i>Artemisia frigida</i> Willd.	Корни	0,05
	Стебли	0,09
	Листья	0,09
<i>Taraxacum officinale</i> F. H. Wigg.	Корни	0,18
	Листья	0,24
	Соцветия	0,19
<i>Taraxacum mongolicum</i> Hand.-Mazz.	Корневище	0,22
	Листья	0,10
	Цветоносы	0,23
	Соцветия	0,29
<i>Leontopodium conglobatum</i> (Turcz.) Hand.-Mazz.	Корни	0,28
	Стебли	0,14
	Листья	0,48
	Соцветия	0,15
<i>Thymus dahuricus</i> Serg.	Корни	0,21
	Стебли	0,15
	Листья	0,14
<i>Plantago major</i> L.	Корневища	0,29
	Листья	0,21
	Цветоносы	0,21
	Плоды	0,17
<i>Saposhnikovia divaricata</i> (Turcz.) Schischk.	Корень	0,18
	Стебли	0,39
	Листья	0,38
	Соцветия	0,26
Кларк в растении		0,1
Почва	ВС	0,09
	ПФ	0,02

Известно, что селен характеризуется неоднородным распределением по органам (Шеуджен и др., 2013). В нашем эксперименте для большей части исследуемых видов отмечено его максимальное накопление в надземной фитомассе растений, что согласуется с литературными данными (Ключников и др., 2009; Шеуджен и др., 2013). Следует отметить низкое содержание подвижных и валовых форм элемента в почве исследуемого региона (табл. 1), что позволяет отнести Забайкальский край к селено-дефицитным территориям (Ермаков, 2004). На доступность селена влияет реакция почвенной среды. При кислых значениях доступность элемента понижается. На исследуемой территории pH почв 7,2. Анализируя среднее содержание элемента в изучаемых видах выявлено максимальное накопление в *Artemisia sieversiana* и минимальное в *Artemisia frigida* (рис. 1).

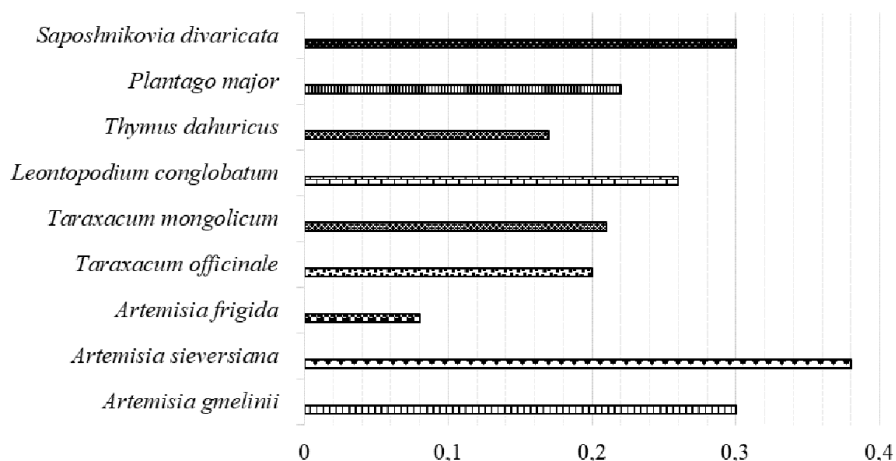


Рис. 1. Среднее содержание селена в растениях (мг/кг сухой массы).

Концентрация селена в травах, произрастающих на территории Горного Алтая, колеблется от 0,04 до 0,43 мг/кг (Малыгин и др., 2000). Лекарственные растения с низким содержанием селена, произрастающих в Хабаровском крае содержат от 0,032 до 0,311 мг/кг элемента (Ключникова и др., 2009). В этих же исследованиях авторы определили растения с повышенным содержанием селена 0,078 до 0,124 мг/кг и растения-аккумуляторы, которые содержат до 362 г/кг элемента. Растения Амурской области содержат от 0,0012 до 0,022 мг/кг селена на сухую массу (Краснощекова и др., 2017). В наших исследованиях содержание селена колебалось от 0,08 до 0,53 мг/кг.

Таким образом, при определении содержания селена в почве исследуемой территории обнаружено низкое содержание валовых и подвижных форм селена. В тканях всех изучаемых видов растений концентрируется незначительное количество элемента. Максимальные количества обнаружены в тканях *Artemisia sieversiana*, минимальные в *Artemisia frigida*. Чаще всего накопление элемента происходило в надземной фитомассе растений (соцветия и листья). На территории Забайкальского края отмечены более высокие концентрации селена в растениях, чем у видов, произрастающих на территории Горного Алтая и Амурской области.

ЛИТЕРАТУРА

- Аристархов А. Н., Бусыгин А. С., Яковлева Т. А. Дефицит селена в почвах и растениях северо-восточного Нечерноземья как индикатор необходимости применения селеновых удобрений // Междунар. сельскохоз. журн., 2018. – № 1 (361). – С. 31–36.
- Блинохватов А. Ф., Денисова Г. В., Ильин Д. Ю. и др. Селен в биосфере: Посвящается 50-летию Пензенской государственной сельскохозяйственной академии / Под ред. доктора химических наук, проф., акад. РАЕН А. Ф. Блинохватова. – Пенза: Пензенская государственная сельскохозяйственная академия, 2001. – 324 с.
- Голубкина Н. А., Полубояринов П. А., Синдирева А. В. Селен в продуктах растительного происхождения // Вопросы питания, 2017. – Т. 86, № 2. – С. 63–69.
- Ермаков В. В. Биогеохимия селена и его значение в профилактике эндемических заболеваний человека // Вестник отделения наук о земле РАН, 2004. – № 1. – С. 1–17.

Ермаков В. В., Ковальский В. В. Биологическое значение селена. – М.: Наука, 1974. – 298 с.

Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. – 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.

Ключникова Н. Ф., Голубкина Н. А., Сенькевич О. А., Ключников П. Ф. Селен в лекарственных растениях Хабаровского края // Бюллетень Ботанического сада-института ДВО РАН, 2009. – Вып. 4. – С. 37–40.

Краснощечкова Т. А., Перепелкина Л. И., Нимаева В. Ц. Зависимость содержания селена в почве и кормах от уровня Hg, Pb, Cd, являющихся его антагонистами // Вестник Ульяновской ГСХА, 2017. – № 4 (40). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zavisimost-soderzhaniya-selena-v-pochve-i-kormah-ot-urovnya-hg-pb-cd-yavlyayuschisya-ego-antagonistami> (дата обращения: 04.03.2026).

Мальгин М. А., Пузанов А. В., Майманова Т. М. Селен в основных компонентах окружающей среды Алтая // Химия в интересах устойчивого развития, 2000. – Т. 8. – № 6. – С. 837–843.

Миних В. Б. Базовые аспекты метаболизма селена и биосинтеза селенопротеинов в организме человека // Успехи биологической химии, 2022 – Т. 62. – С. 369–390.

Титов А. Ф., Казнина Н. М., Карапетян Т. А., Доршакова Н. В., Тарасова В. Н. Роль селена в жизнедеятельности растений, животных и человека // Успехи современной биологии, 2021. – Т. 141, № 5. – С. 443–456. <https://doi.org/10.31857/S0042132421050094>

Шеуджен А. Х., Лебедовский И. А., Бондарева Т. Н. Биогеохимия и агрохимия селена // Научный журнал КубГАУ, 2013. – № 92(08). – С. 1–11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/biogeohimiya-i-agrohimiya-selena> (дата обращения: 06.03.2026).

Reich H. J, Hondal R. J. Why Nature Chose Selenium // ACS Chem Biol., 2016. – Apr 15; 11(4):821 – 41. <https://doi.org/10.1021/acschembio.6b00031>

Hammer Ø., Harper D. A. T., Ryan P. D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis // Palaeontologia Electronica, 2001. – Vol. 4, № 1 – P. 9. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm