

ISSN 1029-8940 (Print)  
ISSN 2524-230X (Online)  
УДК 57.045  
<https://doi.org/10.29235/1029-8940-2026-71-2-167-176>

Поступила в редакцию 21.10.2025  
Received 21.10.2025

О. А. Лескова<sup>1</sup>, Е. А. Бондаревич<sup>1</sup>, Н. Н. Коцюржинская<sup>1</sup>, Г. Ю. Самойленко<sup>1</sup>, А. П. Лесков<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Читинская государственная медицинская академия, Чита, Российская Федерация

<sup>2</sup>Забайкальский государственный университет, Чита, Российская Федерация

## ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В *ARTEMISIA GMELINII*, ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ ЗАБАЙКАЛЬСКОГО КРАЯ

**Аннотация.** В статье приводятся данные об особенностях накопления некоторых химических элементов в почвах и органах *Artemisia gmelinii*, произрастающей на территории Забайкальского края (7 пунктов исследования). Содержание химических элементов в исследуемых образцах определяли методом рентгенофлуоресцентного анализа. Установлено, что в почвах исследуемых районов содержатся высокие концентрации валовых и подвижных форм (ВФ, ПФ) элементов, особенно железа, марганца, цинка, титана и хрома. Зафиксированы превышения предельно допустимой концентрации по Cr для ВФ элемента. Превышение кларка для почв по Mn, Zn, Co отмечено на двух точках исследования. По содержанию элементов в органах изучаемого вида в целом можно выстроить ряд: Fe > Mn > Zn > Ti > Cr > Cu > Ni > Co. Отмечено превышение кларка для железа, цинка, титана, хрома и никеля для надземных частей растений. Цинк и медь преимущественно концентрируются в листьях исследуемого вида, а железо, титан, хром и никель – в корнях. Расчет коэффициентов корневого барьера показал, что для большей части микроэлементов характерен барьерный тип накопления. Выявлено техногенное загрязнение изучаемого вида хромом, никелем, железом и титаном. Обнаружена прямая взаимосвязь между содержанием Co, Ni, Cr в почве и в растении.

**Ключевые слова:** *Artemisia gmelinii*, тяжелые металлы, надземные и подземные органы, Забайкальский край, рентгенофлуоресцентный метод, кларк

**Для цитирования:** Особенности накопления тяжелых металлов в *Artemisia gmelinii*, произрастающей на территории Забайкальского края / О. А. Лескова, Е. А. Бондаревич, Н. Н. Коцюржинская [и др.] // Весті Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя біялагічных навук. – 2026. – Т. 71, № 2. – С. 167–176. <https://doi.org/10.29235/1029-8940-2026-71-2-167-176>

Olga A. Leskova<sup>1</sup>, Evgeny A. Bondarevich<sup>1</sup>, Natalia N. Kotsyurzhinskaya<sup>1</sup>, Galina Yu. Samoilenko<sup>1</sup>, Artem P. Leskov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Chita State Medical Academy, Chita, Russian Federation

<sup>2</sup>Transbaikalian State University, Chita, Russian Federation

## FEATURES OF HEAVY METAL ACCUMULATION IN *ARTEMISIA GMELINII* GROWING IN THE TRANSBAIKAL REGION

**Abstract.** The study presents data on the peculiarities of accumulation of some chemical elements in soils and organs of *Artemisia gmelinii*, which grows in the Transbaikalian Region (7 study sites).

The content of chemical elements in the studied samples was determined by X-ray fluorescence analysis. It has been established that the soils of the studied areas contain high concentrations of gross and mobile forms of elements, especially iron, manganese, zinc, titanium, and chromium.

Exceedances of the MPC for Cr in gross forms of the element have been recorded. Exceeding the clark value for Mn, Zn, and Co in soils was observed at two study sites. According to the content of elements in the organs of the studied species as a whole it is possible to build a series: Fe > Mn > Zn > Ti > Cr > Cu > Ni > Co. Exceedances of the clark value for iron, zinc, titanium, chromium, and nickel have been observed in above-ground plants. Zinc and copper are predominantly concentrated in the leaves of the species under study, while iron, titanium, chromium, and nickel are concentrated in the roots. The calculation of root barrier coefficients showed that most of the micronutrients have a barrier type of accumulation. Technogenic contamination of the studied species with chromium, nickel, iron, and titanium was detected. A direct relationship was found between the content of Co, Ni, and Cr in the soil and the plant.

**Keywords:** *Artemisia gmelinii*, heavy metals, above-ground and underground organs, Transbaikalian Region, X-ray fluorescence method, clarkes

**For citation:** Leskova O. A., Bondarevich E. A., Kotsyurzhinskaya N. N., Samoilenko G. Yu., Leskov A. P. Features of heavy metal accumulation in *Artemisia gmelinii* growing in the Transbaikalian Region. *Vesti Natsyonal'noi akademii nauk Belarusi. Seriya biyalogichnykh nauk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Biological series*, 2026, vol. 71, no. 2, pp. 167–176 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1029-8940-2026-71-2-167-176>

**Введение.** На современном этапе развития медицины значительный интерес вызывает применение лекарственного сырья растительного происхождения. Это может быть связано с его хо-

рошим лечебным эффектом, низкой стоимостью и относительной безвредностью. Лекарственное сырье должно быть экологически чистым и без содержания высоких концентраций загрязняющих элементов. Лекарственные растения, произрастающие на территории Забайкальского края, широко используются местным населением. Учитывая возможность сбора растительного сырья в зонах с повышенной техногенной или антропогенной нагрузкой, в биогеохимически неблагоприятных районах произрастания, необходим его химический анализ на содержание макро- и микроэлементов, включая тяжелые металлы.

*Artemisia gmelinii* Web. ex Stechm. – многолетний полукустарник из семейства сложноцветные. В России произрастает преимущественно в степных районах Алтая, Забайкалья и Дальнего Востока [1]. Вид используется в народной медицине как жаропонижающее, отхаркивающее, противоотечное, противовоспалительное средство [2–4].

Цель работы – изучить особенности накопления и распределения некоторых химических элементов (Ti, Cr, Fe, Mn, Cu, Zn, Ni, Co) в почве и растениях *A. gmelinii*.

**Объекты и методы исследования.** Исследования проводились на определенных территориях Забайкальского края, которые условно можно разделить на две группы:

условно незагрязненные районы [5], где отсутствует интенсивный техногенез, – Дульдургинский р-н, окр. с. Иля (белоберезовый остепненный лес с мерзлотно-таежными дерновыми почвами); Акшинский р-н, окр. с. Курулга (сосново-лиственничный лес с мерзлотно-лугово-черноземными почвами);

техноземы – Агинский р-н, окр. п. г. т. Орловский, расположенного вблизи Орловского горно-обогатительного комбината, с 1962 г. добывающего и перерабатывающего литиевые, танталовые и вольфрамовые руды [6]; сильно урбанизированные территории – Сретенский р-н, окр. п. г. т. Кокуй, где длительно функционировал Сретенский судостроительный завод (мерзлотно-таежные типичные почвы); разные районы г. Читы и его окр. – стадион Восточного военного округа (ВВО), окр. поселков Песчанка и Молоковка (мерзлотно-таежные оподзоленные почвы).

Объектами исследования являлись корнеобитаемый слой почвы и органы растений *A. gmelinii*. Отбор проб растений для анализа (не менее 5 экз.) проводили на стадии цветения или активной вегетации (для большинства растений в эту фазу отмечается максимальная продуктивность и накопление веществ). В работе использовали надземную и подземную части исследуемого вида. Растения очищали от загрязнений, промывали в проточной, а затем в дистиллированной воде и сушили до воздушно-сухого состояния. Образцы почв отбирали на месте произрастания растений на глубине 0–10 см, очищали от крупных примесей, просеивали и составляли смешанную пробу методом конверта для проведения химического анализа.

Определение микроэлементов (Ti, Cr, Fe, Mn, Cu, Zn, Ni, Co) в почве (валовое содержание (BC) и подвижные формы (ПФ)) и растительных образцах выполнено методом рентгенофлуоресцентного анализа на спектрометре S2 Picofox (Bruker, Nano, Germany). Образцы предварительно подвергались разложению: почвы – смесью минеральных кислот или экстракции подвижных форм аммонийно-ацетатным буферным раствором (рН 4,7), растения – концентрированными кислотами и перекисью водорода.

Водородный показатель водной суспензии почвы измеряли потенциометрическим методом с помощью рН-метра Hanna HI 98128. Содержание органического углерода выполнялось по методу Тюрина со спектрофотометрическим окончанием на спектрофотометре ПЭ-5400УФ. Пересчет на количество гумуса (в %) проводили через коэффициент Шпренгеля (1,724) [7].

Для оценки степени аккумуляции химических элементов рассчитан коэффициент корневого барьера (Ккб) – отношение величин содержания элементов в корне растения и надземных органах. Для выявления связей между содержанием химических элементов в почве и их аккумуляцией в растениях был проведен корреляционный анализ (по Пирсону) с использованием программного пакета PAST 3.25 [8]. Анализировались парные связи между содержанием подвижных форм элементов в почве и их концентрацией в средней надземной части растения для всех точек отбора проб. Описательная статистика и визуализация данных проведены в программах Microsoft Excel 2019 и PAST 5.2.1 [8].

**Результаты и их обсуждение.** Почвы исследованных районов – мерзлотно-таежные дерновые, мерзлотно-лугово-черноземные и мерзлотно-таежные оподзоленные – характеризуются низким

содержанием гумуса (табл. 1). Кислотность почв близка к нейтральной. Согласно полученным данным максимальные показатели суммарного содержания валовых форм (ВФ) исследуемых элементов в почвах обнаружены на территории п. Песчанка. В соответствии с этим показателем исследуемые территории можно ранжировать в следующий ряд: п. Песчанка > п. Молоковка > с. Иля > п. г. т. Орловский > с. Курулга > г. Чита > п. г. т. Кокуй. Максимальные концентрации по ВФ зафиксированы для железа, марганца и титана; среди ПФ – для железа, марганца, цинка. Количество ВФ химических элементов превышает предельно допустимую концентрацию (ПДК) по хрому, однако по ПФ элемента значений выше нормирующих не зафиксировано. Выявлено превышение ПДК по ПФ марганца в Сретенском р-не и на территории стадиона ВВО (г. Чита). Содержание цинка и марганца выше кларковых величин отмечено для почв поселков Молоковка и Песчанка.

Таблица 1. Валовое содержание и количество подвижных форм химических элементов в почвах пунктов исследования, мг/кг

Table 1. Total content and quantity of mobile forms of chemical elements in soils of study sites, mg/kg

Формы элементов	pH	Гумус, %	Ti	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
с. Иля, Дульдургинский р-н										
ВФ	7,2	3,76	103,42	5,6	279,19	6 927,89	0,19	3,63	5,71	24,64
ПФ			0,71	0,65	0,19	6,51	0,07	0,19	0,16	2,93
с. Курулга, Акшинский р-н										
ВФ	7,2	3,15	53,86	3,5	32,29	1 189,28	0,53	1,09	1,26	34,3
ПФ			1,54	0,93	6,36	15,85	0,06	0,22	0,19	4,1
п. г. т. Кокуй, Сретенский р-н										
ВФ	7,3	8,42	11,24	–	577,85	152,45	7,13	6,92	0,73	42,33
ПФ			3,3	–	235,35	10,33	0,38	0,83	0,34	1,59
п. г. т. Орловский, Агинский р-н										
ВФ	8,00	1,73	45,58	4,91	169,84	3 928,75	0,16	3,26	5,11	41,14
ПФ			2,1	0,58	96,38	383,25	0,06	0,63	2,48	10,58
п. Песчанка (г. Чита)										
ВФ	7	6,2	190,61	11,74	958,74	15 202,77	0,46	9,98	15,98	82,63
ПФ			6,92	1,26	66,72	134,69	0,08	1,15	1,36	2,07
п. Молоковка (г. Чита)										
ВФ	6,7	6,08	10,27	3,26	1 172,34	7 560,61	11,74	18,41	1,52	155
ПФ			0,29	0,33	69,79	243,35	0,22	3,89	0,11	3,09
ВВО (г. Чита)										
ВФ	7	7,1	17,67	–	331,57	833,71	0,91	6,63	2,39	48,43
ПФ			2,1	–	46,26	168,44	0,74	0,61	1,71	18,23
Кларк почв Земли [9]			4 600	200	850	38 000	8	40	20	50
ПДК/ОДК (ВФ) [10]			–	0,05/	1 500/	–	–	/80	/132	/220
ПДК/ОДК (ПФ) [10]			–	6,0/	100/	–	5,0/	4,0/	3,0/	23,0/

Примечание. ОДК – ориентировочно допустимая концентрация.

На содержание химических элементов в растении оказывают влияние различные факторы: почвенные, микроклиматические и биологические (вид растения, его возраст, физиология и биохимия). Максимальное содержание микроэлементов в фитомассе *A. gmelinii* среди всех исследуемых проб было зафиксировано в образцах, отобранных на территории п. Песчанка (3 012 мг/кг), а минимальное – на территории стадиона ВВО (г. Чита) (207 мг/кг) (рис. 1).

Исследование особенностей аккумуляции элементов *A. gmelinii* показало, что фитомасса интенсивно накапливает железо, марганец и цинк (рис. 2). При этом содержание железа отличается высокой вариабельностью в образцах растений. Следует отметить, что для данного элемента отсутствуют нормативные показатели (ПДК). Максимальные величины концентрации железа зафиксированы у растений, произрастающих в окр. п. Песчанка (2 241 мг/кг) и с. Иля в Дульдургинском р-не (1 598 мг/кг), а минимальные – в окр. г. Читы (163 мг/кг). Кларк элемента в наземных растениях составляет 140 мг/кг; для всех исследованных образцов отмечено превышение данного показателя от 1,2 (min) до 16 (max) раз.

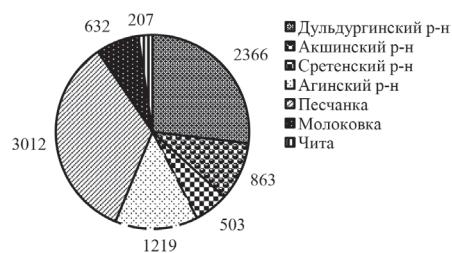


Рис. 1. Суммарное содержание восьми микроэлементов в растениях *A. gmelinii* по районам исследования, мг/кг

Fig. 1. Total content of eight microelements in *A. gmelinii* plants by study areas, mg/kg

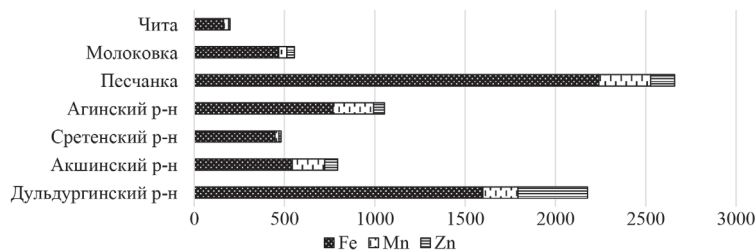


Рис. 2. Содержание Fe, Mn, Zn в растениях *A. gmelinii*, мг/кг

Fig. 2. Content of Fe, Mn, Zn in *A. gmelinii* plants, mg/kg

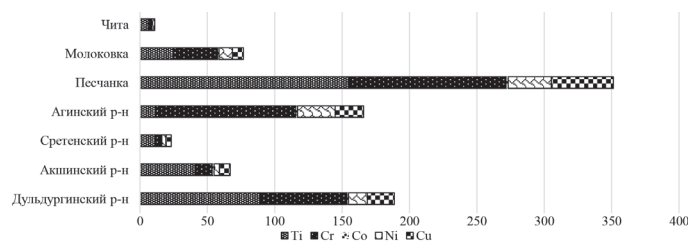


Рис. 3. Распределение химических элементов в растениях *A. gmelinii*, мг/кг

Fig. 3. Distribution of chemical elements in *A. gmelinii*, mg/kg

Для марганца характерна высокая подвижность по растению в связи с преобладанием его низкомолекулярных ПФ [11], что дает возможность растению быстро захватывать элемент в большом количестве. Выявлено, что максимальные концентрации Mn отмечены для растений *A. gmelinii* из окр. п. Песчанка (287 мг/кг) и п. г. т. Орловский Агинского р-на (224 мг/кг), минимальные – для п. г. т. Кокуй Сретенского р-на (22 мг/кг). Следует отметить, что почвы Сретенского р-на богаты элементом, но имеют щелочную реакцию среды, что, вероятно, способствует связыванию марганца в малорастворимые комплексы и затрудняет захват элемента растением. Для Mn наблюдается отрицательная корреляция с pH почв и положительная – с содержанием органического вещества [11]. Превышения кларка в надземных органах растений по элементу не зафиксировано. Среди исследуемых элементов наибольшую растворимость имеет цинк. Растения активно его поглощают, что связано с важным биологическим значением этого элемента: участвует в процессах фотосинтеза, пигментообразования, активации ферментов, поддержании пространственной структуры биополимеров. Содержание Zn в одном и том же виде растения может существенно различаться, что связано с разной кислотностью почв [12]. Оптимальная концентрация элемента в растениях колеблется в пределах 27–150 мг/кг, токсичная – 150–400 мг/кг [11]. В нашем случае максимальные величины содержания Zn зафиксированы в растениях *A. gmelinii* из окр. с. Иля Дульдургинского р-на (385 мг/кг) и п. Песчанка (133 мг/кг). Эти показатели превышают кларк (100 мг/кг) в наземных растениях в 3,85 и 1,33 раза соответственно. Другие изучаемые элементы обнаружены в значительно меньшем количестве (рис. 3).

Необходимо отметить высокое содержание титана в фитомассе *A. gmelinii*. Согласно литературным данным элемент повышает активность некоторых ферментов, а также увеличивает концентрацию железа в листьях и хлоропластах [13, 14]. Максимальные значения для элемента отмечены для вида, обитающего в окр. п. Песчанка (155 мг/кг) и в с. Иля Дульдургинского р-на (98 мг/кг). Кларк Ti в наземных растениях составляет 1 мг/кг. Для всех районов исследования наблюдается значительное превышение этого нормирующего показателя. Также следует отметить и высокие ВС элемента в почвах исследуемых районов. Элемент хром необходим для роста и развития растения, однако по токсичности уступает только ртути. В среднем в наземных растениях содержание Cr составляет 0,02–1,0 мг/кг [11], оптимальная концентрация – 0,4–0,6 мг/кг, а избыточная – >5 мг/кг. Анализ полученных данных показывает, что во всех образцах

*A. gmelinii* наблюдаются высокие концентрации  $\text{Cr}$ , значительно превышающие кларк для наземных растений (0,23 мг/кг сухого вещества). При этом максимальные значения зафиксированы в растениях, произраставших в окр. п. Песчанка (117 мг/кг) и в п. г. т. Орловский Агинского р-на (104 мг/кг). Считается, что медь в почвах является относительно малоподвижным элементом, а также интенсивно связывается веществами клеточной стенки и ее передвижение в надземную часть растения затруднено [11]. В среднем в растении содержится около 20 мг/кг сухой массы  $\text{Cu}$ , кларк для наземных растений – 14 мг/кг [13]. Для *A. gmelinii* выявлено, что средняя концентрация  $\text{Cu}$  в растении колебалась в пределах от 0,61 до 46,15 мг/кг. Максимальные значения зафиксированы в фитомассе *A. gmelinii* в окр. п. Песчанка (46 мг/кг) и в п. г. т. Орловский Агинского р-на (21 мг/кг). Никель относится к элементам, принимающим участие в жизнедеятельности растений [14, 15]. Содержание  $\text{Ni}$  в наземных растениях колеблется от 1 до 10 мг/кг. Небольшая концентрация  $\text{Ni}$  в растениях *A. gmelinii*, вероятно, связана с его низким содержанием в почвах и малой биодоступностью для растений. Границы токсичного уровня  $\text{Ni}$  для большинства видов растений лежат в пределах 5–30 мг/кг [11], а кларк для наземных растений – 3 мг/кг. Для *A. gmelinii* наблюдается превышение содержания микроэлемента в фитомассе в сравнении с кларковым числом практически на всех исследуемых участках. Максимальные значения зафиксированы в растениях из окр. п. Песчанка (32 мг/кг) и п. г. т. Орловский Агинского р-на (28 мг/кг). Кобальт также необходим для жизнедеятельности растений, поскольку входит в состав витамина  $\text{B}_{12}$ , ферментов, участвует в функционировании микробиома ризосферы, стимулируя процесс азотфиксации. Содержание  $\text{Co}$  в почвах нормируется, и ПДК для подвижных форм составляет 5 мг/кг. В исследовании выявлено, что концентрация данной формы элемента значительно ниже. Нормальное содержание  $\text{Co}$  в растительной продукции колеблется в пределах 0,02–1,0 мг/кг, токсичная концентрация – 15–50 мг/кг [11]. Кларк  $\text{Co}$  для наземных растений составляет 0,5 мг/кг. По среднему содержанию элемента в растениях *A. gmelinii* наблюдается превышение кларка для большей части участков. Максимальные значения  $\text{Co}$  зафиксированы в растениях, собранных в окр. п. Песчанка (1,23 мг/кг) и п. г. т. Орловский Агинского р-на (0,92 мг/кг).

Анализ содержания металлов в органах *A. gmelinii* показал, что железо, хром, титан, никель активно аккумулируются корневой системой, тогда как листья интенсивно поглощают и накапливают цинк и медь (табл. 2). Аналогичная закономерность накопления элементов для данного вида была описана в работах [19, 20]. Кроме того, имеются литературные данные [21, 22] о том, что выявленная особенность накопления характерна и для других видов полыней. Хром чаще концентрируется в наземной фитомассе. Элемент является токсичным для растений, и у них вырабатываются защитные механизмы в условиях загрязнения [23, 24]. В исследовании выявлено, что высокие концентрации хрома зафиксированы в растениях *A. gmelinii*, произрастающих в окр. г. Читы (поселки Песчанка и Молоковка), что, вероятно, связано с фолитарным путем поступления элемента. Кобальт относится к элементам незначительного накопления и равномерно распределен по органам изучаемого вида растения. При высоких концентрациях металлов в почве элементы активно поступают и в надземную часть растения, что возможно связано с нарушениями защитных механизмов вида. Из подземной фитомассы растений *A. gmelinii* элементы активно поступают в надземную, особенно при отсутствии развитых барьерных механизмов.

Для анализа возможности поступления химических элементов по системам «корень-лист», «корень-стебель» был рассчитан Ккб. Значения  $>1$  свидетельствуют о наличии барьера при поступлении элементов в надземную фитомассу [25]. Расчет Ккб показал, что для большей части изучаемых микроэлементов характерным является барьерный тип накопления (табл. 2).

Для оценки фонового и аномального содержания микроэлементов в *A. gmelinii* целесообразно сопоставить полученные данные с результатами исследований в других регионах. Показатели среднего содержания элементов в надземной фитомассе растений *A. gmelinii* из относительно фоновых точек настоящего исследования (например, Акшинский р-н, окр. г. Читы) в целом сопоставимы с данными по надземной части растений из Тувы [17] и укосам трав из с. Бургень и окр. г. Нерчинска [18] (табл. 2). В то же время выявлены значительные превышения регионального фона для большинства изученных элементов в образцах из поселков Песчанка, Молоковка и п. г. т. Орловский Агинского р-на. Так, содержание хрома в растениях из п. г. т. Орловский

Таблица 2. Содержание химических элементов в надземной и подземной фитомассе *A. gmelinii* и коэффициент корневого барьераTable 2. The content of chemical elements in the aboveground and underground phytomass of *A. gmelinii* and the root barrier coefficient

Территория исследования	Орган растения	Среднее содержание элемента, мг/кг (Ккб)							
		Ti	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
с. Иля, Дульдургинский р-н	Корни	173,38	135,43	285,88	3 349,37	0,72	25,54	13,67	321,4
	Стебли	57,19 (3)	41,36 (3,3)	147,78 (1,9)	851,91 (3,9)	0,61 (1,2)	10,55 (2,4)	13,76 (1)	228,36 (1,4)
	Листья	35,67 (4,8)	18,96 (7)	151,71 (1,9)	592,31 (5,7)	0,84 (0,9)	4,93 (5,2)	31,08 (0,4)	604,09 (0,5)
	Средняя надземная часть	46,43 (3,73)	30,16 (4,5)	149,75 (1,9)	722,11 (4,6)	0,73 (0,9)	7,74 (3,3)	22,38 (0,6)	416,23 (0,8)
с. Курулга, Акшинский р-н	Корни	30,36	21,79	66,58	680,32	0,76	4,49	6,96	42,49
	Стебли	5,81 (5,2)	5,73 (3,8)	59,72 (1,1)	161,96 (4,2)	0,42 (1,8)	1,83 (2,5)	6,06 (1,1)	64,78 (0,7)
	Листья	49,83 (0,6)	12,65 (1,7)	250,75 (0,3)	588,78 (1,2)	1,01 (0,7)	2,59 (1,7)	5,36 (1,3)	83,58 (0,5)
	Средняя надземная часть	27,82 (1,1)	9,19 (2,4)	155,24 (0,4)	375,37 (1,8)	0,72 (1)	2,21 (2)	5,71 (1,2)	74,18 (0,6)
п. г. т. Кокуй, Сретенский р-н	Корни	17,35	8,12	33,65	658,6	0,21	4,27	4,59	9,07
	Стебли	0,53 (32,7)	1 (8,12)	4,33 (7,8)	21,67 (30,1)	0,2 (1,1)	0,53 (8,1)	1,47 (3,1)	6,27 (1,4)
	Листья	13,85 (1,3)	7,36 (1,1)	26,59 (1,3)	662,4 (1)	0,23 (0,9)	4,7 (0,9)	6,03 (0,8)	17,56 (0,5)
	Средняя надземная часть	7,19 (2,4)	4,18 (1,9)	15,46 (2,2)	342,04 (1,9)	0,22 (0,9)	2,62 (1,6)	3,75 (1,2)	11,92 (0,8)
п. г. т. Орловский, Агинский р-н	Корни	8,61	219,01	212,68	1027,07	0,7	63,62	25,11	57,12
	Стебли	15,78 (0,5)	43,45 (5)	136,0 (1,6)	645,87 (1,6)	0,46 (1,5)	9,84 (6,5)	18,38 (1,4)	77,99 (0,7)
	Листья	1,27 (6,8)	23,07 (9,5)	447,11 (0,5)	67,89 (15,1)	2,17 (0,3)	11,93 (5,3)	23,43 (1,1)	67,23 (0,8)
	Средняя надземная часть	8,53 (1)	33,26 (6,6)	291,56 (0,7)	356,88 (2,9)	1,32 (0,5)	10,89 (5,8)	20,91 (1,2)	72,61 (0,8)
п. Песчанка	Корни	29,68	27,96	164,5	574,43	1,34	14,5	29,68	87,69
	Стебли	55,29 (0,5)	20,38 (1,4)	425,45 (0,4)	1 037,4 (0,6)	1,2 (1,4)	16,94 (0,9)	34,82 (0,9)	150,99 (0,6)
	Листья	380,57 (0,1)	301,62 (0,1)	272,86 (0,6)	5 110,6 (1,1)	1,16 (1,2)	63,15 (0,3)	73,94 (0,4)	161,14 (0,5)
	Средняя надземная часть	217,93 (0,1)	161,0 (0,2)	349,16 (0,5)	3 074,0 (0,2)	0,59 (2,3)	40,04 (0,4)	54,38 (0,5)	156,07 (0,6)
п. Молоковка	Корни	16,61	35,23	24,22	374,22	0,73	9,36	5,96	30,18
	Стебли	16,61 (1)	17,32 (2)	45,09 (0,5)	306,88 (1,2)	0,63 (1,2)	10,54 (0,9)	8,3 (0,7)	54,55 (0,6)
	Листья	40,42 (0,4)	47,31 (0,7)	65,88 (0,4)	722,86 (0,5)	0,67 (1)	10,25 (0,9)	10,92 (0,5)	40,25 (0,7)
	Средняя надземная часть	28,52 (0,6)	32,32 (1)	55,89 (0,4)	514,87 (0,7)	0,65 (1,1)	10,40 (0,9)	9,61 (0,6)	47,40 (0,6)
ВВО (г. Чита)	Корни	12,08	2,63	45,14	369,67	0,27	1,18	1,45	8,63
	Стебли	0,81 (14,9)	1,04 (2,5)	7,88 (5,7)	28,85 (12,8)	0,12 (2,3)	0,23 (5,1)	1,39 (5,1)	3,48 (2,5)
	Листья	3,81 (3,2)	0,94 (2,8)	30,67 (1,5)	98,24 (4,1)	0,5 (0,5)	0,39 (3)	1,99 (0,7)	10,76 (0,8)
	Средняя надземная часть	2,31 (5,3)	0,99 (2,6)	19,28 (2,3)	59,05 (6,3)	0,31 (0,9)	0,31 (3,8)	1,69 (0,9)	7,12 (1,2)
Кларк наземных растений [16]		1,0	0,23	630	140	0,5	3	14	100
Среднее содержание микроэлементов в надземной части растений из Тувы [17]		54,6	1,92	85,2	561,4	0,30	1,19	9,8	40,3
Среднее содержание элемента в укосе трав Забайкалья [18]	с. Бургень, Читинский р-н	–	0,19	138,0	330	0,9	109,8	25,20	73,8
	г. Нерчинск	–	0,22	162,0	318,0	0,7	3,0	9,0	17,4

(33,26 мг/кг) и п. Песчанка (161,0 мг/кг) значительно превышает количество микроэлемента в пробах из с. Бургень (0,19 мг/кг), г. Нерчинска (0,22 мг/кг) и из Тувы (1,92 мг/кг). Аналогичная ситуация наблюдается для никеля: 10,89 мг/кг в п. г. т. Орловский Агинского р-на и 40,04 мг/кг в п. Песчанка против 3,0 мг/кг в г. Нерчинске и 1,19 мг/кг в Туве. Тем не менее в условиях с. Бургень количество никеля было аномально высоким (табл. 2). Исключительно высокое содержание железа в растениях из п. Песчанка (3 074,0 мг/кг) и с. Иля Дульдургинского р-на (722,11 мг/кг) также значительно превышает фоновые уровни, характерные для г. Нерчинска (318 мг/кг) и Тувы (561,4 мг/кг). Полученные данные убедительно свидетельствуют о сильном техногенном влиянии на экосистемы в точках отбора проб в поселках Песчанка, Молоковка и п. г. т. Орловский Агинского р-на, что делает собранное там растительное сырье потенциально опасным для медицинского и пищевого использования.

Анализ взаимосвязи между концентрацией подвижных форм элементов в почве и в надземной части растения позволил выявить статистически значимые сильные положительные корреляции между содержанием для таких элементов, как кобальт ( $r = 0,91$ ), никель ( $r = 0,88$ ) и хром ( $r = 0,82$ ) (табл. 3).

Таблица 3. Коэффициенты корреляции Пирсона ( $r$ ) между содержанием подвижных форм элементов в почве и их концентрацией в надземной части *A. gmelinii*

Table 3. Pearson correlation coefficients ( $r$ ) between the content of mobile forms of elements in the soil and their concentration in the aboveground part of *A. gmelinii*

Элемент	Коэффициент корреляции ( $r$ ) и $p$ -уровень	Сила связи
Ti	0,15 ( $p > 0,05$ )	Слабая, незначимая связь
Mn	0,28 ( $p > 0,05$ )	
Fe	0,10 ( $p > 0,05$ )	
Cu	0,45 ( $p > 0,05$ )	
Zn	-0,30 ( $p > 0,05$ )	Слабая отрицательная, незначимая связь
Cr	0,82 ( $p < 0,05$ )	Сильная положительная связь
Co	0,91 ( $p < 0,05$ )	
Ni	0,88 ( $p < 0,05$ )	

Полученные величины корреляционной связи указывают на то, что аккумуляция Co, Ni и Cr в *A. gmelinii* происходит напрямую и пропорционально уровню почвенного загрязнения их ПФ. Элементы обладают высокой биологической доступностью в изученных условиях. Для других изученных элементов (Ti, Mn, Fe, Cu, Zn) достоверной сильной корреляционной связи не обнаружено (табл. 3), что свидетельствует о сложном характере их поглощения, который не ограничивается простым градиентом концентрации между почвой и растением. На их поступление и транслокацию значительное влияние оказывают другие факторы. Для железа и марганца выявлено влияние на накопление в почве величины pH и окислительно-восстановительных условий, что подтверждается аномально низким содержанием Mn в растении из Сретенского р-на при его высоком содержании в почве. Для меди и цинка, в связи с их эссенциальностью, можно предположить наличие активных физиологических механизмов для регуляции поступления, что нивелирует прямую зависимость от их почвенных концентраций. Для титана отмечено интенсивное накопление в надземной части *A. gmelinii*, что может указывать на возможность фолиарного поступления пылевых частиц, обогащенных титаном. Таким образом, прогнозировать накопление Co, Ni и Cr в *A. gmelinii* можно на основе данных о содержании их подвижных форм в почве. Для других элементов необходимо учитывать комплекс почвенных и физиологических факторов.

## Выводы

1. В результате проведенных исследований было определено содержание Ti, Cr, Fe, Mn, Cu, Zn, Ni, Co в почвах и растении *A. gmelinii*, произрастающем на территории Забайкальского края. Установлено, что ВС хрома в почвах всех исследованных районов Забайкальского края превышает ПДК, но по ПФ превышения не зафиксированы. Отмечены превышения ОДК по подвижным формам марганца в п. г. т. Кокуй Сретенского р-на и окр. г. Читы. Превышение региональ-

ного фонового содержания (кларка) – для почв по Mn, Zn, Co выявлено в поселках Молоковка и Песчанка.

2. Содержание химических элементов в *A. gmelinii* значительно варьирует в зависимости от района произрастания. По суммарному содержанию элементов в растении можно выстроить следующий ряд: п. Песчанка > с. Иля (Дульдургинский р-н) > п. г. т. Орловский (Агинский р-н) > п. Молоковка > с. Курулга (Акшинский р-н) > п. г. т. Кокуй (Сретенский р-н) > г. Чита.

3. Во всех изученных образцах растения *A. gmelinii* зафиксировано превышение кларковых значений для наземных растений по Fe, Zn, Ti, Cr, Ni. Содержание марганца, напротив, во всех случаях было ниже кларка.

4. Выявлены особенности распределения элементов по органам растения: железо, титан, хром и никель преимущественно аккумулируются в корневой системе *A. gmelinii*, а цинк и медь – в листьях.

5. Расчет Ккб подтвердил, что для большей части изученных микроэлементов характерен барьерный тип накопления, при котором их концентрация в подземных органах значительно выше, чем в надземных.

6. Сравнительный анализ показал, что содержание Cr, Ni, Fe, Ti в растениях из поселков Песчанка, Молоковка и п. г. т. Орловский Агинского р-на аномально высокое и значительно превышает фоновые уровни, характерные для других районов Забайкалья и сопредельных территорий (Тува, с. Бургень, г. Нерчинск), что свидетельствует о сильном техногенном загрязнении данных территорий.

7. Корреляционный анализ выявил прямую сильную зависимость накопления в надземной массе растения кобальта, никеля и хрома от содержания их ПФ в почве ( $r = 0,91; 0,88$  и  $0,82$  соответственно). Накопление остальных изученных элементов находится под сложным влиянием почвенных условий и физиологических барьеров растения.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Список использованных источников

1. Флора Сибири: в 14 т. / сост.: И. М. Краснобородов, М. Н. Ломоносова, Г. К. Жирова [и др.]; под ред. И. М. Краснобородова. – Новосибирск: Наука, 1997. – Т. 13: Asteraceae (Compositae). – 472 с.
2. Телятьев, В. В. Полезные растения Центральной Сибири / В. В. Телятьев. – Иркутск: Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1987. – 398 с.
3. Жигжитжапова, С. В. Химический состав эфирного масла *Artemisia gmelinii* Web. et Stechm, произрастающей в Центральной Азии / С. В. Жигжитжапова, Т. Э. Соктоева, Л. Д. Раднаева // Химия растительного сырья. – 2010. – № 2. – С. 131–133.
4. Чимитцыренова, Л. И. Применение в народной медицине *Artemisia gmelinii* травы / Л. И. Чимитцыренова, С. В. Жигжитжапова, Л. Д. Раднаева // Вестник Бурятского государственного университета. Медицина и фармация. – 2019. – № 3. – С. 29–34.
5. Накопление и распределение химических элементов в растениях *Taraxacum officinale* (L.) Weber ex F. H. Wigg Забайкальского края / О. А. Лескова, Е. А. Бондаревич, Н. Н. Коцюржинская, А. П. Лесков // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2025. – Т. 33, № 2. – С. 204–218.
6. Быбин, Ф. Ф. Орловский горно-обогатительный комбинат / Ф. Ф. Быбин // Энциклопедия Забайкалья. – URL: <https://ez.chita.ru/encycl/concepts/?id=4450> (дата обращения: 10.02.2025).
7. Воробьева, Л. А. Химический анализ почв / Л. А. Воробьева. – М.: МГУ, 1998. – 272 с.
8. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis / Ø. Hammer, D. A. T. Harper, P. D. Ryan // Palaeontologia Electronica. – 2001. – Vol. 4, N 1. – Art. 4. – URL: [https://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/past.pdf](https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf) (date of access: 10.02.2025).
9. Алексеенко, В. А. Химические элементы в городских почвах / В. А. Алексеенко, А. В. Алексеенко. – М.: Логос, 2014. – 310 с.
10. Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»: Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 № 2: с изм. от 24 дек. 2025 г. № 19 // КонсультантПлюс. Россия: справ. правовая система (дата обращения: 16.04.2025).
11. Кабата-Пендиас, А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. – М.: Мир, 1989. – 439 с.
12. Побилат, А. Е. Микроэлементы в сельскохозяйственных растениях (обзор) / А. Е. Побилат, Е. И. Волошин // Микроэлементы в медицине. – 2021. – Т. 22, № 3. – С. 3–14.
13. Иванов, В. В. Экологическая геохимия элементов: справочник: в 6 кн. / В. В. Иванов. – М.: Экология, 1995. – Кн. 4: Главные d-элементы. – 407 с.

14. Кашин, В. К. Условно необходимые микроэлементы в лекарственных растениях Забайкалья / В. К. Кашин // Химия в интересах устойчивого развития. – 2011. – Т. 19, № 3. – С. 259–266.
15. Протасова, Н. А. Формы соединений никеля, свинца и кадмия в черноземах Центрально-Черноземного региона / Н. А. Протасова, Н. С. Горбунова // Агрохимия. – 2006. – № 8. – С. 68–76.
16. Справочник по геохимии / Г. В. Войткевич, А. В. Кокин, А. И. Мирошников, В. Г. Прохоров. – М.: Недра, 1990. – 480 с.
17. Круглов, Д. С. Микроэлементный состав наиболее распространенных растений рода *Artemisia* L. / Д. С. Круглов, Д. Л. Прокушева // Химия растительного сырья. – 2022. – № 3. – С. 139–149.
18. Концентрирование металлов растениями рода *Salix* и их значение при выявлении кадмиевых аномалий / В. В. Ермаков, Н. С. Петрунина, С. Ф. Тютиков [и др.] // Геохимия. – 2015. – № 11. – С. 978–990.
19. Гудкова, О. В. Содержание тяжелых металлов в полыни Гмелина на территории Шерловогорского горнорудного района / О. В. Гудкова, Г. А. Юргенсон // Минералогия и геохимия ландшафта горнорудных территорий. Современное минералообразование: материалы II Всерос. симпозиума с междунар. участием и VIII Всерос. чтений памяти акад. А. Е. Ферсмана, Чита, 24–27 нояб. 2008 г. / Забайкал. гос. гуманитар.-пед. ун-т им. Н. Г. Чернышевского – Чита, 2008. – С. 56–58.
20. Юргенсон, Г. А. Свинец и висмут в полыни Гмелина хвостохранилища Шерловогорского ГОКа (Юго-Восточное Забайкалье) / Г. А. Юргенсон, Д. Н. Горбань // Вестник Забайкальского государственного университета. – 2015. – № 10. – С. 20–32.
21. Самойленко, Г. Ю. Изучение содержания тяжёлых металлов в почвах и дикорастущих растениях инверсионно-вольтамперометрическим методом / Г. Ю. Самойленко, Е. А. Бондаревич, Н. Н. Коцюркинская // Ученые записки Забайкальского государственного университета. – 2017. – Т. 12, № 1. – С. 31–39.
22. Дьякова, Н. А. Накопление тяжелых металлов и мышьяка лекарственным растительным сырьем полыни горькой / Н. А. Дьякова // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. – 2020. – Т. 20, № 4. – С. 445–453.
23. Дьякова, Н. А. Изучение особенностей накопления тяжелых металлов и мышьяка в лекарственном растительном сырье синантропной флоры Воронежской области / Н. А. Дьякова // Химия растительного сырья. – 2023. – № 2. – С. 163–170.
24. Sharma, D. A. Chromium accumulation and its effects on wheat (*Triticum aestivum* L. cv. HD 2204) metabolism / D. A. Sharma, C. Chatterjee, C. D. Sharma // Plant Science. – 1995. – Vol. 111, N 2. – P. 145–151. [https://doi.org/10.1016/0168-9452\(95\)04230-r](https://doi.org/10.1016/0168-9452(95)04230-r)
25. Афанасьева, Л. В. Накопление и распределение микроэлементов в растениях *Arctostaphylos uva-ursi* / Л. В. Афанасьева, Т. А. Аюшина // Химия растительного сырья. – 2018. – № 3. – С. 123–128.

## References

1. Krasnoborov I. M., Lomonosova M. N., Zhirova G. K., Zhirova O. S., Ovchinnikova S. V., Tupitsyna N. N., Kurbatskii V. I., Korobkov A. A., Polozhii A. V., Shaulo D. N. *Flora of Siberia. Vol. 13. Asteraceae (Compositae)*. Novosibirsk, Nauka Publ., 1997. 472 p. (in Russian).
2. Telyat'ev V. V. *Useful plants of Central Siberia*. Irkutsk, East Siberian Book Publishing House, 1987. 398 p. (in Russian).
3. Zhigzhitzhapova S. V., Soktoeva T. E., Radnaeva L. D. Chemical composition of the essential oil of *Artemisia gmelinii* Web. et Stechm, which grows in Central Asia. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya* [Chemistry of plant raw materials], 2010, no. 2, pp. 131–133 (in Russian).
4. Chimittsyrenova L. I., Zhigzhitzhapova S. V., Radnaeva L. D. Use of *Artemisia gmelinii* herb in folk medicine. *Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta. Meditsina i farmatsiya* [Bulletin of Buryat State University. Medicine and Pharmacy], 2019, no. 3, pp. 29–34 (in Russian).
5. Leskova O. A., Bondarevich E. A., Kotsyurzhinskaya N. N., Leskov A. P. Accumulation and distribution of chemical elements in plants of *Taraxacum officinale* (L.) Weber ex F. H. Wigg of the Transbaikal Territory. *Vestnik Rossiiskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Ekologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti = RUDN Journal of Ecology and Life Safety*, 2025, vol. 33, no. 2, pp. 204–218 (in Russian).
6. Bybin F. F. Oryol Mining and Processing Plant. *Encyclopedia of Transbaikalia*. Available at: <https://ez.chita.ru/encycl/concepts/?id=4450> (accessed 10.02.2025) (in Russian).
7. Vorob'eva L. A. *Chemical analysis of soils*. Moscow, Moscow State University, 1998. 272 p. (in Russian).
8. Hammer Ø., Harper D. A. T., Ryan P. D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaentologia Electronica*, 2001. vol. 4, no. 1, art. 4. Available at: [https://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/past.pdf](https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf) (accessed 10.02.2025).
9. Alekseenko V. A., Alekseenko A. V. *Chemical elements in urban soils*. Moscow, Logos Publ., 2014. 310 p. (in Russian).
10. On approval of sanitary rules and regulations SanPiN 1.2.3685-21 “Hygienic standards and requirements for ensuring the safety and (or) harmlessness of environmental factors for humans”: Resolution of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation dated January 28, 2021 No. 2: as amended on December 24, 2025 No. 19. *ConsultantPlus. Russia: reference legal system* (accessed 16.04.2025) (in Russian).
11. Kabata-Pendias A., Pendias Kh. *Microelements in soils and plants*. Moscow, Mir Publ., 1989. 439 p. (in Russian).
12. Pobilat A. E., Voloshin E. I. Micronutrients in agricultural plants (review). *Mikroelementy v meditsine* [Microelements in medicine], 2021, vol. 22, no. 3, pp. 3–14 (in Russian).

13. Ivanov V. V. *Ecological geochemistry of the elements: handbook. Bk 4. Main d-elements*. Moscow, Ecology, 1995. 407 p. (in Russian).
14. Kashin V. K. Conditionally necessary microelements in the medicinal herbs of Transbaikalia. *Khimiya v interesakh ustoychivogo razvitiya = Chemistry for Sustainable Development*, 2011, vol. 19, no. 3, pp. 259–266 (in Russian).
15. Protasova N. A., Gorbunova N. S. Nickel, lead, and cadmium forms in chernozems of the central chernozemic zone. *Agrokimiya [Agrochemistry]*, 2006, no. 8. pp. 68–76 (in Russian).
16. Voitkevich G. V., Kokin A. V., Miroshnikov A. E., Prokhorov V. G. *Handbook of Geochemistry*. Moscow, Nedra Publ., 1990. 480 p. (in Russian).
17. Kruglov D. S., Prokusheva D. L. The trace-element constituents of the most widespread plants of genus *Artemisia* L. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya [Chemistry of plant raw materials]*, 2022, no. 3, pp. 139–149 (in Russian).
18. Ermakov V. V., Petrunina N. S., Tyutikov S. F., Danilova V. N., Khushvakhtova S. D., Degtyarev A. P., Krechetova E. V. Concentrating metals by plants of the genus *Salix* and their importance for identification of Cd anomalies. *Geochemistry International*, 2015, vol. 53, no. 11, pp. 951–963. <https://doi.org/10.1134/S0016702915110026>
19. Gudkova O. V., Yurgenson G. A. Quantity of heavy metals in the Gmelin wormwood on the territory of Sherlovogorsk mining district. *Mineralogiya i geokhimiya landshafta gornorudnykh territorii. Sovremennoe mineraloobrazovanie: materialy II Vserossiiskogo simpoziuma s mezhdunarodnym uchastiem i VIII Vserossiiskikh chtenii pamyati akademika A. E. Fersmana, Chita, 24–27 noyabrya 2008 goda [Mineralogy and Geochemistry of the Landscape of Mining Territories. Modern Mineral Formation: Proceedings of the 2<sup>nd</sup> All-Russian Symposium with International Participation and the 8<sup>th</sup> All-Russian Readings in Memory of Academician A. E. Fersman, Chita, November 24–27, 2008]*. Chita, 2008, pp. 155–157 (in Russian).
20. Yurgenson G. A., Gorban' D. N. Lead and bismuth in the wormwood *Artemisia Gmelini* in the tailing pond Sherlovogorsk mine (South-Eastern Transbaikalia). *Vestnik Zabaikal'skogo gosudarstvennogo universiteta [Bulletin of the Transbaikalian State University]*, 2015, no. 10, pp. 20–32 (in Russian).
21. Samoilenko G. Yu., Bondarevich E. A., Kotsyurzhinskaya N. N. Studying the quantitative indices of heavy metals in soils and wild-growing plants by an inversion-voltamperometric method. *Uchenye zapiski Zabaikal'skogo gosudarstvennogo universiteta [Scientific Notes of the Transbaikalian State University]*, 2017, vol. 12, no. 1, pp. 31–39 (in Russian).
22. D'yakova N. A. Accumulation of heavy metals and arsenic by medicinal plant raw material of bitter hollow. *Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya: Khimiya. Biologiya. Ekologiya [News of Saratov University. New Series. Series: Chemistry. Biology. Ecology]*, 2020, vol. 20, no. 4, pp. 445–453 (in Russian).
23. D'yakova N. A. Study of peculiarities of accumulation of heavy metals and arsenic in medicinal plant raw materials of synanthropic flora of Voronezh region. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya [Chemistry of plant raw materials]*, 2023, no. 2, pp. 163–170 (in Russian).
24. Sharma D. A., Chatterjee C., Sharma C. D. Chromium accumulation and its effects on wheat (*Triticum aestivum* L. cv. HD 2204) metabolism. *Plant Science*, 1995, vol. 111, no. 2, pp. 145–151. [https://doi.org/10.1016/0168-9452\(95\)04230-r](https://doi.org/10.1016/0168-9452(95)04230-r)
25. Afanas'eva L. V., Ayushina T. A. Accumulation and distribution of microelements in *Arctostaphylos uva-ursi* plants. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya [Chemistry of plant raw materials]*, 2018, no. 3, pp. 123–128 (in Russian).

## Информация об авторах

Лескова Ольга Александровна – канд. биол. наук, доцент. Читинская государственная медицинская академия (ул. Горького, д. 39а, 672000, г. Чита, Российская Федерация). E-mail: leskova-olga@inbox.ru. <https://orcid.org/0000-0001-9565-3546>

Бондаревич Евгений Александрович – канд. биол. наук, доцент. Читинская государственная медицинская академия (ул. Горького, д. 39а, 672000, г. Чита, Российская Федерация). E-mail: ev.bond123@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0002-0032-3155>

Котюржинская Наталья Николаевна – канд. биол. наук, доцент, заведующий кафедрой. Читинская государственная медицинская академия (ул. Горького, д. 39а, 672000, г. Чита, Российская Федерация). E-mail: kotsyurzhinskaya@inbox.ru. <https://orcid.org/0000-0003-0061-8014>

Самойленко Галина Юрьевна – канд. биол. наук, ассистент. Читинская государственная медицинская академия (ул. Горького, д. 39а, 672000, г. Чита, Российская Федерация). E-mail: g.s.311278@mail.ru. <https://orcid.org/0009-0006-0671-3388>

Лесков Артем Петрович – канд. биол. наук, доцент. Забайкальский государственный университет (ул. Александрово-Заводская, д. 30, 672039, г. Чита, Российская Федерация). E-mail: leskov-artem80@inbox.ru. <https://orcid.org/0000-0002-4158-5952>

## Information about the authors

Olga A. Leskova – Ph. D. (Biol.), Associate Professor Chita State Medical Academy (39a, Gorky Str., 672000, Chita, Russian Federation). E-mail: leskova-olga@inbox.ru. <https://orcid.org/0000-0001-9565-3546>

Evgeny A. Bondarevich – Ph. D. (Biol.), Associate Professor. Chita State Medical Academy (39a, Gorky Str., Chita, 672000, Russian Federation). E-mail: bondarevich84@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0002-0032-3155>

Natalia N. Kotsyurzhinskaya – Ph. D. (Biol.), Associate Professor, Head of the Department. Chita State Medical Academy (39a, Gorky Str., 672000, Chita, Russian Federation). E-mail: nata\_nik\_k@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0003-0061-8014>

Galina Yu. Samoilenko – Ph. D. (Biol.), Assistant. Chita State Medical Academy (39a, Gorky Str., 672000, Chita, Russian Federation). E-mail: g.s.311278@mail.ru. <https://orcid.org/0009-0006-0671-3388>

Artem P. Leskov – Ph. D. (Biol.), Associate Professor. Transbaikalian State University (30, Alexandro-Zavodskaya Str., 672039, Chita, Russian Federation). E-mail: leskov-artem80@inbox.ru. <https://orcid.org/0000-0002-4158-5952>