



DOI: <https://doi.org/10.23859/estr-250113>

EDN: <https://elibrary.ru/mgchgws>

УДК 546.49:574.24:599.742.4(571.62)

Краткое сообщение

Первые сведения о содержании ртути в организме колонка (*Mustela sibirica manchurica* Brass, 1911) на юге Хабаровского края

О.С. Хомченко 

*Институт водных и экологических проблем ДВО РАН – обособленное подразделение
Хабаровского Федерального исследовательского центра ДВО РАН, 680000, Россия,
г. Хабаровск, ул. Дикопольцева, д. 56*

homchenko.ru@mail.ru

Аннотация. Впервые изучено содержание ртути в органах и тканях колонка из южных районов Хабаровского края. Исследованию подверглись особи, случайно погибшие зимой 2023–2024 гг. в результате попадания в капканы в частных хозяйствах, расположенных на границе с лесом. Определение выполнено методом атомно-абсорбционной спектрометрии на основе эффекта Зеемана. Максимальные концентрации ртути выявлены в почках (1.4 мг/кг) и мехе (2.6 мг/кг) животных. Ряд убывания концентраций в тканях и органах колонка имеет вид: мех > почки > печень > мышцы > сердце > селезенка > легкие. Сделано предположение о значительной роли сезонной линьки в очищении организма от ртути путем ее депонирования в мехе.

Ключевые слова: куны, ртуть, органы и ткани, мех, линька, детоксикация

Финансирование. Работа выполнена в рамках государственного задания ИВЭП ДВО РАН (№ 126031118637-5) с использованием научного оборудования центра коллективного пользования.

ORCID:

О.С. Хомченко, <https://orcid.org/0000-0003-1953-7249>

Для цитирования: Хомченко, О.С., 2026. Первые сведения о содержании ртути в организме колонка (*Mustela sibirica manchurica* Brass, 1911) на юге Хабаровского края. *Трансформация экосистем* 9 (4), 3–13. <https://doi.org/10.23859/estr-250113>

Поступила в редакцию: 13.01.2025

Принята к печати: 08.07.2025

Опубликована онлайн: 09.10.2026

DOI: <https://doi.org/10.23859/estr-250113>

EDN: <https://elibrary.ru/mgchgws>

UDC 546.49:574.24:599.742.4(571.62)

Short communication

First data on mercury content in the body of the Siberian weasel (*Mustela sibirica manchurica* Brass, 1911) in the south of Khabarovsk Territory

O.S. Khomchenko 

Institute of Water and Ecological Problems, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences – a separate division of the Khabarovsk Federal Research Center, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Dikopoltsev St. 56, Khabarovsk, 680000 Russia

homchenko.ru@mail.ru

Abstract. The mercury content in the organs and tissues of the Siberian weasel from the southern districts of Khabarovsk Territory was studied for the first time. The specimens examined were individuals that died accidentally in the winter of 2023–2024 after being caught in traps on private farmsteads located adjacent to the forest. Mercury was determined by Zeeman atomic absorption spectrometry. The highest mercury concentrations were found in the kidneys (1.4 mg/kg) and fur (2.6 mg/kg) of the animals. The mercury concentrations in the tissues and organs of the Siberian weasel decreased in the following order: fur > kidneys > liver > muscle > heart > spleen > lungs. It is suggested that seasonal molting plays a significant role in clearing mercury from the body through its deposition in the fur.

Keywords: Mustelidae, mercury, organs and tissues, fur, molting, detoxification

Funding. This work was carried out within the framework of the state assignment of the Institute of Water and Ecological Problems, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences (No. 126031118637-5), using the scientific equipment of the Center for Collective Use

ORCID:

O.S. Khomchenko, <https://orcid.org/0000-0003-1953-7249>

To cite this article: Khomchenko, O.S., 2026. First data on mercury content in the body of the Siberian weasel (*Mustela sibirica manchurica* Brass, 1911) in the south of Khabarovsk Territory. *Ecosystem Transformation* 9 (4), 3–13. <https://doi.org/10.23859/estr-250113>

Received: 13.01.2025

Accepted: 08.07.2025

Published online: 09.10.2026

Введение

Ртуть – один из самых опасных глобальных загрязнителей планеты, обладающий высокой активностью и подвижностью в окружающей среде. Высвобождающаяся из минералов, горных пород, угля, нефти или в результате вулканической деятельности (Nriagu and Becker, 2003) ртуть, претерпевая ряд химических превращений, включается во множество локальных биогеохимических циклов, каждый из которых на определенном этапе является частью круговорота, затрагивающего всю планету (Pavithra et al., 2023). Глобальный атмосферный перенос играет огромную роль в обогащении различных регионов ртутью. Повышение содержания Hg все чаще отмечается в регионах, отдаленных от источников ее поступления, в том числе в Арктике (Dietz et al., 2022). В Хабаровском крае основными антропогенными источниками ртути являются золотодобывающие производства (Крупская и др., 2024), а также не функционирующий в настоящее время целлюлозно-картонный комбинат. На этом предприятии использовалась технология отбеливания целлюлозы хлором, для производства которого применялась ртутная электролизная установка. На территории комбината до настоящего времени не проведено должной рекультивации (Целых и др., 2022). Однако наиболее вероятно влияние трансграничного переноса с территории Китая, являющегося лидером по выбросам ртути в атмосферу (Qi et al., 2019).

Уровни накопления ртути фауной Приамурья изучены слабо и касаются лишь рыб (Кот, 1993; Никитина, 2013; Сенькевич и др., 2023; Хомченко, 2024) и сельскохозяйственных животных (Катола и др., 2008). Изучение содержания ртути в организме диких животных представляет интерес как для анализа влияния имеющегося естественного фона и его изменения, так и в части изучения видовых и индивидуальных приспособительных реакций организмов. Колонок дальневосточный (*Mustela sibirica manchurica* Brass, 1911) – часто встречающийся подвид колонка сибирского, широко распространен в Приамурье (на запад до р. Зея) и Приморье, на северо-востоке Китая. Круглый год обитает на относительно небольшом участке, предпочитает небольшие березовые или осиновые леса, заросли кустарников по берегам озер и рек, встречается на окраинах населенных пунктов, включая города. Основу питания колонка составляют мелкие полевки и мыши. В рационе также присутствуют птицы, земноводные и насекомые. Доля других групп кормов незначительна (Гептнер и др., 1967, Ткаченко, 1997). В связи с этим колонка наряду с рыжей лисицей *Vulpes vulpes* (L., 1758) (Kalisinska et al., 2012) может рассматриваться как потенциальный вид-индикатор качества окружающей среды. Настоящее исследование было призвано подтвердить или опровергнуть данное предположение.

Материалы и методы

Исследованы пять особей колонка, случайно погибших в декабре–январе 2023–2024 гг. в результате попадания в капканы в частных хозяйствах на окраине поселка Дормидонтовка (Вяземский район, Хабаровский край), расположенного в 80 км к югу от г. Хабаровска (Рис. 1). Прилегающая территория представлена заболоченными и закоряженными равнинами, пойменными лугами (местами с зарослями ивняка), перемежающимися небольшими массивами широколиственного леса. Водные объекты участка многочисленны и включают 2 реки (нижнее течение р. Подхоренок и его приток р. Пашино), озера естественного и искусственного происхождения, множественные каналы, образовавшиеся в результате строительства дамб. Производства, традиционно считающиеся поставщиками ртути, в районе отсутствуют.

Определение содержания общей ртути выполнено на анализаторе ртути РА–915+ с пиролитической приставкой Пиро–915+ (ООО «Люмэкс»), позволяющем анализировать нативные образцы без предварительной подготовки. Калибровка прибора и контроль точности измерений осуществлялись с использованием стандартного раствора ионов ртути ГСО 7263-96 (относительная погрешность аттестованного значения $\pm 1.0\%$). Измерение проводили согласно ГОСТ 34427–2018¹. Диапазон измерений массовой доли ртути составляет 0.0025–5.0000 мг/кг. Содержание ртути измеряли в двух повторностях; за результат измерения принимали среднеарифметическое значение при условии, что расхождение между результатами параллельных измерений не превышало предела повторяемости методики – 17% в диапазоне 0.025–0.25 мг/кг и 11% в диапазоне концентраций 0.25–5.0 мг/кг. Расширенная неопределенность методики (U) при $k = 2$ для данных

¹ ГОСТ 34427–2018. Продукты пищевые и корма для животных. Определение ртути методом атомно-абсорбционной спектроскопии на основе эффекта Зеемана.



Рис. 1. Карта-схема места отлова колонков.

концентраций составляет соответственно 28 и 20%. Фактические расхождения между повторностями для всех диапазонов концентраций находились в пределах 0.7–9.3% при среднем значении 4.3% и медиане 3.2%.

При исследовании тушек животных были определены пол, масса, длина тела и длина хвоста, содержание ртути в мехе, мышцах, почках, печени, сердце, легких, селезенке. Возраст животных не определялся. Мех для анализа был взят со спинной части тушки, мышцы – из бедра. Исследовали образцы влажного веса без предварительного высушивания.

Результаты и обсуждение

Образцы №№ 3–5 представляли собой самцов несколько сниженной упитанности, о чем свидетельствовало не только соотношение веса и размера тела, но и отсутствие запасов жира. Крупная самка (образец № 2) была весьма упитана, имелись запасы жира. Образец № 1 – самец с признаками истощения: масса тела сильно снижена, висцеральный жир практически отсутствовал, мышцы тела и конечностей атрофичные. Однако степень упитанности животных не влияла на содержание ртути в их внутренних органах и мехе. Малый объем выборки не позволил предположить, влияет ли пол животных на накопление ртути в их организме. Информация о содержании ртути в органах и тканях колонков представлена в Табл. 1.

Усредненный ряд убывания концентрации ртути в органах и тканях выглядит следующим образом: мех > почки > печень > мышцы > сердце > селезенка > легкие. Концентрации ртути в органах у разных особей различались многократно.

Так как в литературных источниках не удалось найти информацию о содержании Hg в органах и тканях колонков, полученные данные были сопоставлены с ранее описанными для других представителей семейства куньих: европейского хорька, американской норки, лесной куницы, ласки и барсука (Табл. 2).

Табл. 1. Содержание ртути в органах и тканях колонков, $X \pm U$ мг/кг; X – среднеарифметическое значение результатов двух параллельных измерений, полученных в условиях повторяемости, U – расширенная неопределенность.

№ образца	Масса тела, г	Длина тела, см	Длина хвоста, см	Пол	Содержание ртути в образце, мг/кг						
					Мех	Почки	Мышцы	Печень	Сердце	Селезенка	Легкие
1	325	33	18	♂	2.603 ± 0.521	0.105 ± 0.029	0.040 ± 0.011	0.036 ± 0.010	0.030 ± 0.008	0.029 ± 0.008	0.016 ± 0.006
2	458	29	13	♀	2.031 ± 0.406	0.095 ± 0.027	0.037 ± 0.010	0.031 ± 0.009	0.023 ± 0.009	0.016 ± 0.006	0.012 ± 0.005
3	608	29	16	♂	1.801 ± 0.360	0.109 ± 0.031	0.049 ± 0.014	0.030 ± 0.008	0.040 ± 0.011	0.031 ± 0.009	0.022 ± 0.009
4	635	36	19	♂	0.331 ± 0.066	0.570 ± 0.114	0.222 ± 0.062	0.257 ± 0.051	0.152 ± 0.042	0.128 ± 0.036	0.074 ± 0.021
5	626	32	19	♂	1.641 ± 0.328	1.404 ± 0.281	0.825 ± 0.165	0.903 ± 0.181	0.610 ± 0.122	0.494 ± 0.099	0.376 ± 0.075
Среднее					1.681 ± 0.336	0.457 ± 0.091	0.235 ± 0.066	0.251 ± 0.050	0.171 ± 0.048	0.140 ± 0.039	0.100 ± 0.028

Табл. 2. Содержание ртути (мг/кг влажного веса) в мышцах, мехе и органах некоторых представителей семейства куньих (по литературным данным).

Вид	Регион	Средняя концентрация (диапазон)	Источник
Печень			
Европейский хорек (<i>Mustela putorius</i> L., 1758)	Финляндия	0.39	Lodenius et al., 2014
Американская норка (<i>Neovison vison</i> Schreber, 1777)	Швеция	0.72 (0.03–5.95)	Ljungvall et al., 2017
Лесная куница (<i>Martes martes</i> L., 1758)	РФ, Вологодская область	0.41 (0.11–2.27)	Комов и др., 2012
Ласка (<i>Martes nivalis</i> L., 1766)		0.13 (0.01–0.64)	
Американская норка		3.49 (0.57–6.49)	
Лесная куница	Хорватия	(0.019–0.056)	Bilandžić et al., 2012
Европейский барсук (<i>Meles meles</i> L., 1758)		(0.019-0.072)	
Почки			
Европейский хорек	Финляндия	0.66	Lodenius et al., 2014
Лесная куница	РФ, Вологодская область	0.67 (0.21–3.2)	Комов и др., 2012
Ласка		0.27 (0.01–1.03)	
Американская норка		3.42 (0.58–5.52)	
Лесная куница	Хорватия	(0.073–0.162)	Bilandžić et al., 2012
Мышцы			
Европейский хорек	Финляндия	0.49	Lodenius et al., 2014
Лесная куница		0.22	
Лесная куница	РФ, Вологодская область	0.36 (0.10–1.44)	Комов и др., 2012
Ласка		0.12 (0.01–0.44)	
Американская норка		2.37 (0.25–5.08)	
Лесная куница	Хорватия	(0.005–0.048)	Bilandžić et al., 2012
Мех			
Европейский хорек	Финляндия	5.0	Lodenius et al., 2014
Лесная куница		2.1	

Содержание ртути в печени, почках и мышцах всех исследованных колонков не превышало таковое у других представителей семейства. У особей №№ 1–3 оно было сходно с содержанием в организме хорька, куницы и барсука; у особей №№ 4–5 значение показателей приближалось к описанным для норки, хотя в ее рационе присутствует значительное количество рыбы – основного источника ртути.

Для характеристики токсического воздействия тяжелых металлов на организм часто используются показатели их концентрации в печени. Содержание Hg в печени колонков находилось в диапазоне 0.030–0.903 мг/кг, что сходно с содержанием в печени песцов 0.010–1.110 мг/кг (Hailanger et al., 2019), большую часть рациона которых, как и колонков, составляют мелкие грызуны. Содержание ртути изучено для мышевидных грызунов, обитающих в различных экологических нишах в Словении (Petkovšek et al., 2014). Показано, что на территориях, испытывающих повышенную ртутную нагрузку и имеющих более высокие концентрации металла в почве относительно фоновых участков, у грызунов содержание Hg в печени также повышено в среднем в 2.3 раза. Разброс концентраций внутри выборки колебался от фоновых до превышающих таковые более чем в 6 раз. В нашем исследовании у особей №№ 1–3 концентрации ртути в аналогичных органах и тканях были сходны, а у особи № 4 были выше в 6–8 раз. Если допустить аналогию с мышевидными грызунами, то выявленные концентрации для особей №№ 1–3 можно было принять за вариант фона. Максимальные концентрации Hg были выявлены в органах колонка № 5. Превышение по сравнению с особями №№ 1–3 составило 25–30 раз для печени, 13–15 раз для почек, 16–26 раз для мышц и сердца, 16–31 раз для селезенки и легких.

Самые высокие концентрации ртути были отмечены в мехе животных. Осенняя линька колонков характеризуется полной сменой волосяного покрова, заканчивающейся к началу ноября. На момент исследования все особи обладали хорошо сформировавшимся зимним мехом, густым и пушистым. Для 4 особей из 5 исследованных содержание Hg в мехе превышало 1.5 мг/кг, для особи № 4 было в 3 раза ниже. В целом такие значения можно считать низкими по сравнению с мехом европейского хорька, где концентрация элемента составляла 5.0 ± 2.1 мг/кг (Lodenius et al., 2014). Критическим уровнем Hg в мехе речной выдры и норки предлагается считать 15 мг/кг, так как, согласно результатам моделирования, это соответствует содержанию ртути в мозге на уровне 2.23–2.33 мг/кг сухого веса, что может быть принято за максимальную безопасную концентрацию (Eccles et al., 2017).

Вопрос о наличии какой-либо зависимости между содержанием ртути в мехе и внутренних органах колонков требует дополнительного изучения с привлечением большего объема выборки. Очевидно лишь, что для колонков нельзя использовать мех в качестве индикатора риска хронической ртутной интоксикации организма в целом, как это предложено для выдры и норки (Eccles et al., 2017). Исходя из полученных нами данных, можно сделать следующие предположения. Высокие концентрации ртути в мехе колонков могут выявляться у особей как с низким, так и с достаточно высоким уровнем элемента во внутренних органах. Линька может служить своеобразным очищающим процессом, в ходе которого Hg из органов и тканей перемещается в активно растущие волосы и выключается из общего метаболизма. Хотя рост волос продолжается у животных круглогодично, после окончания периода линьки его скорость снижается. Ранее детоксикационная роль сезонной линьки была отмечена у выдр Восточной Финляндии (Hyvärinen et al., 2003). В эксперименте с добавлением в рацион норок метилртути также было показано, что значительная ее часть (от 22 до 100%) аккумулируется в шерсти животных, и сезонная линька пушных зверей служит эффективным механизмом снижения содержания ртути в организме (Wang et al., 2014).

Заключение

Максимальные концентрации ртути для колонков отмечены в мехе и в почках, несколько меньшие – в печени и мышечной ткани. Содержание ртути в органах и тканях у различных особей может различаться в десятки раз. Высокие концентрации Hg в мехе не являются показателем накопления элемента во внутренних органах. Факторы, влияющие на накопление, перераспределение и выведение ртути из организма колонка, требуют дальнейшего изучения с привлечением дополнительных исследований и большего объема выборки.

Список литературы

- Гептнер, В.Г., Наумов, Н.П., Юргенсон, П.Б., Слудский, А.А., Чиркова, А.Ф., Банников, А.Г., 1967. Колонок. В: Гептнер, В.Г., Наумов, Н.П. (ред.), *Млекопитающие Советского Союза. Т. 2, ч. 1. Морские коровы и хищные*. Высшая школа, Москва, СССР, 700–718.
- Катола, В.М., Радомская, В.И., Радомский, С.М., 2008. Загрязнение ртутью и сопутствующими элементами верхнего Приамурья. *Экология и промышленность России* 5, 51–53.
- Комов, В.Т., Степина, Е.С., Гремячих, В.А., Поддубная, Н.Я., Борисов, М.Я., 2012. Содержание ртути в органах млекопитающих семейства куньих (*Mustelidae*) Вологодской области. *Поволжский экологический журнал* 4, 385–393.
- Кот, Ф.С., 1993. Оценка уровней содержания тяжелых металлов в ихтиофауне Нижнего Амура. В: Ивашов, П.В. (ред.), *Биогеохимическая экспертиза состояния окружающей среды*. Дальнаука, Владивосток, Россия, 100–106.
- Крупская, Л.Т., Леоненко, А.В., Филатова, М.Ю., 2024. Проблемы ртутного загрязнения в границах влияния ликвидированного горного предприятия россыпной золотодобычи в Приамурье как ключевой фактор устойчивого развития района. *Материалы VII региональной научно-практической конференции «Интеллектуальная собственность в инновационном развитии региона»*. Хабаровск, Россия, 65–73.
- Никитина, И.А., 2013. Индикация экологического состояния экосистем водно-болотных угодий "Болонь" по содержанию элементов в рыбах. *Материалы X Дальневосточной конференции по заповедному делу*. Благовещенск, Россия, 235–238.
- Сенькевич, О.А., Ковальский, Ю.Г., Чебаргина, М.А., 2023. Мониторинг фоновое содержание ртути в биосистеме и организме детского населения нижнего течения реки Амур. *Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. Серия: Медицинские науки* 2 (31), 31–41. <https://doi.org/10.25587/SVFU.2023.31.2.004>
- Ткаченко, К.Н., 1997. Особенности питания соболя и колонка в Большехецирском заповеднике. *Тезисы докладов III Дальневосточной конференция по заповедному делу*. Дальнаука, Владивосток, Россия, 117.
- Хомченко, О.С., 2024. О содержании ртути в некоторых видах рыб реки Амур. *Региональные проблемы* 27 (3), 25–27. <https://doi.org/10.31433/2618-9593-2024-27-3-25-27>
- Целых, Е.Д., Ахтямов, М.Х., Полещук, А.Е., 2022. Баланс микроэлементов в цепи "вода – почва – растения – животные – человек" в урбоэкосистеме г. Амурска Хабаровского края в условиях техногенного загрязнения ртутью. *Russian Journal of Ecosystem Ecology* 7 (2), 9–24. <https://doi.org/10.21685/2500-0578-2022-2-2>
- Bilandžić, N., Deždek, D., Sedak, M., Đokić, M., Šimić, B. et al., 2012. Trace elements in tissues of wild carnivores and omnivores in Croatia. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 88, 94–99. <https://doi.org/10.1007/s00128-011-0449-y>
- Dietz, R., Wilson, S., Loseto, L.L., Dommergue, A., Xie, Z., Sonne, C., Chételat, J., 2022. Special issue on the AMAP 2021 assessment of mercury in the Arctic. *Science of the Total Environment* 843, 157020. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157020>
- Eccles, K.M., Thomas, P.J., Chan, H.M., 2017. Predictive meta-regressions relating mercury tissue concentrations of freshwater piscivorous mammals. *Environmental Toxicology and Chemistry* 36 (9), 2377–2384. <https://doi.org/10.1002/etc.3775>

- Hallanger, I.G., Fuglei, E., Yoccoz, N.G., Pedersen, Å.Ø., König, M., Routti, H., 2019. Temporal trend of mercury in relation to feeding habits and food availability in arctic foxes (*Vulpes lagopus*) from Svalbard, Norway. *Science of the Total Environment* **670**, 1125–1132. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.239>
- Hyvärinen, H., Tyni, P., Nieminen, P., 2003. Effects of moult, age, and sex on the accumulation of heavy metals in the otter (*Lutra lutra*) in Finland. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* **70**, 278–284. <https://doi.org/10.1007/s00128-002-0188-1>
- Kalisinska, E., Lisowski, P., Kosik-Bogacka, D.I., 2012. Red fox *Vulpes vulpes* (L., 1758) as a bioindicator of mercury contamination in terrestrial ecosystems of North-Western Poland. *Biological Trace Element Research* **145**, 172–180. <https://doi.org/10.1007/s12011-011-9181-z>
- Ljungvall, K., Magnusson, U., Korvela, M., Norrby, M., Bergquist, J., Persson, S., 2017. Heavy metal concentrations in female wild mink (*Neovison vison*) in Sweden: sources of variation and associations with internal organ weights. *Environmental Toxicology and Chemistry* **36** (8), 2030–2035. <https://doi.org/10.1002/etc.3717>
- Lodenius, M., Skarén, U., Hellstedt, P., Tulisalo, E., 2014. Mercury in various tissues of three mustelid species and other trace metals in liver of European otter from Eastern Finland. *Environmental Monitoring and Assessment* **186**, 325–333. <https://doi.org/10.1007/s10661-013-3376-z>
- Nriagu, J., Becker, C., 2003. Volcanic emissions of mercury to the atmosphere: global and regional inventories. *The Science of the Total Environment* **304**, 3–12.
- Pavithra, K.G., Rajan, P.S., Kumar, P.S., Rangasamy, G., 2023. Mercury sources, contaminations, mercury cycle, detection and treatment techniques: A review. *Chemosphere* **312**, 137314. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.137314>
- Petkovšek, S., Al S., Kopušar, N., Kryštufek, B., 2014. Small mammals as biomonitors of metal pollution: a case study in Slovenia. *Environmental Monitoring and Assessment* **186**, 4261–4274. <https://doi.org/10.1007/s10661-014-3696-7>
- Qi, J., Wang, Y., Liang, S., Li, Y., Li, Y. et al., 2019. Primary suppliers driving atmospheric mercury emissions through global supply chains. *One Earth* **1**, 254–266. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2019.10.005>
- Wang, W., Evans, R.D., Hickie, B.E., Rouvinen-Watt, K., Evans, H.E., 2014. Methylmercury accumulation and elimination in mink (*Neovison vison*) hair and blood: Results of a controlled feeding experiment using stable isotope tracers. *Environmental Toxicology and Chemistry* **33** (12), 2873–2880. <https://doi.org/10.1002/etc.2762>

References

- Bilandžić, N., Deždek, D., Sedak, M., Đokić, M., Šimić, B. et al., 2012. Trace elements in tissues of wild carnivores and omnivores in Croatia. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* **88**, 94–99. <https://doi.org/10.1007/s00128-011-0449-y>
- Dietz, R., Wilson, S., Loseto, L.L., Dommergue, A., Xie, Z., Sonne, C., Chételat, J., 2022. Special issue on the AMAP 2021 assessment of mercury in the Arctic. *Science of the Total Environment* **843**, 157020. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157020>
- Eccles, K.M., Thomas, P.J., Chan, H.M., 2017. Predictive meta-regressions relating mercury tissue concentrations of freshwater piscivorous mammals. *Environmental Toxicology and Chemistry* **36** (9), 2377–2384. <https://doi.org/10.1002/etc.3775>

- Geptner, V.G., Naumov, N.P., Yurgenson, P.B., Sludskii, A.A., Chirkova, A.F., Bannikov, A.G., 1967. Kolonok [Weasel]. In: Geptner, V.G., Naumov, N.P. (ed.), *Mlekopitayushchie Sovetskogo Soyuza. T. 2, ch. 1. Morskie korovy i hishchnye [Mammals of the Soviet Union. V. 2, p. 1. Sea cows and predators]*. Vysshaya shkola, Moscow, USSR, 700–718. (In Russian).
- Hallanger, I.G., Fuglei, E., Yoccoz, N.G., Pedersen, Å.Ø., König, M., Routti, H., 2019. Temporal trend of mercury in relation to feeding habits and food availability in arctic foxes (*Vulpes lagopus*) from Svalbard, Norway. *Science of the Total Environment* **670**, 1125–1132. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.239>
- Hyvärinen, H., Tyni, P., Nieminen, P., 2003. Effects of moult, age, and sex on the accumulation of heavy metals in the otter (*Lutra lutra*) in Finland. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* **70**, 278–284. <https://doi.org/10.1007/s00128-002-0188-1>
- Kalisinska, E., Lisowski, P., Kosik-Bogacka, D.I., 2012. Red fox *Vulpes vulpes* (L., 1758) as a bioindicator of mercury contamination in terrestrial ecosystems of North-Western Poland. *Biological Trace Element Research* **145**, 172–180. <https://doi.org/10.1007/s12011-011-9181-z>
- Khomchenko, O.S., 2024. O sodержanii rtuti v nekotorykh vidakh ryb reki Amur [On the mercury content in some fish species of the Amur River]. *Regional'nye problemy [Regional Problems]* **27** (3), 25–27. (In Russian). <https://doi.org/10.31433/2618-9593-2024-27-3-25-27>
- Katola, V.M., Radomskaya, V.I., Radomskii, S.M., 2008. Zagryaznenie rtut'yu i soputstvuyushchimi elementami verhnego Priamur'ya [Pollution of the Upper Amur Region with mercury and associated elements]. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii [Ecology and Industry of Russia]* **5**, 51–53. (In Russian).
- Komov, V.T., Stepina, E.S., Gremyachih, V.A., Poddubnaya, N.YA., Borisov, M.Ya., 2012. Soderzhanie rtuti v organakh mlekopitayushchih semeistva kun'ih (Mustelidae) Vologodskoi oblasti [Mercury content in the organs of mammals of the mustelid family (Mustelidae) of the Vologda region]. *Povolzhskii ekologicheskii zhurnal [Volga Region Ecological Journal]* **4**, 385–393. (In Russian).
- Kot, F.S., 1993. Ocenka urovnei sodержaniya tyazhelykh metallov v ihtiofaune Nizhnego Amura [Assessment of heavy metal levels in the ichthyofauna of the Lower Amur]. In: Ivashov, P.V. (ed.). *Biogeoхимическая экспертиза состояния окружающей среды [Biogeochemical assessment of the state of the environment]*. Dal'nauka, Vladivostok, Russia, 100–106. (In Russian).
- Krupskaya, L.T., Leonenko, A.V., Filatova, M.Yu., 2024. Problemy rtutnogo zagryazneniya v granicah vliyaniya likvidirovannogo gornogo predpriyatiya rossypnoi zolotodobychi v Priamur'e kak klyuchevoi faktor ustoychivogo razvitiya raiona [Problems of mercury pollution within the boundaries of influence of the liquidated placer gold mining enterprise in the Amur region as a key factor in the sustainable development of the region]. *Materialy VII regional'noi nauchno-prakticheskoi konferencii «Intellectual'naya sobstvennost' v innovatsionnom razvitiy regiona» [Proceedings of the VII regional scientific and practical conference "Intellectual property in innovative development of the region"]*. Khabarovsk, Russia, 65–73. (In Russian).
- Ljungvall, K., Magnusson, U., Korvela, M., Norrby, M., Bergquist, J., Persson, S., 2017. Heavy metal concentrations in female wild mink (*Neovison vison*) in Sweden: sources of variation and associations with internal organ weights. *Environmental Toxicology and Chemistry* **36** (8), 2030–2035. <https://doi.org/10.1002/etc.3717>
- Lodenius, M., Skarén, U., Hellstedt, P., Tulisalo, E., 2014. Mercury in various tissues of three mustelid species and other trace metals in liver of European otter from Eastern Finland. *Environmental Monitoring and Assessment* **186**, 325–333. <https://doi.org/10.1007/s10661-013-3376-z>

- Nikitina, I.A., 2013. Indikaciya ekologicheskogo sostoyaniya ekosistem vodno-bolotnyh ugodii "Bolon" po sodержaniyu elementov v rybah [Indication of the ecological state of the "Bologna" wetland ecosystems based on the content of elements in fish]. *Materialy X Dal'nevostochnoi konferencii po zapovednomu delu [Proceedings of the X Far Eastern Conference on Nature Reserves]*. Blagoveshchensk, Russia, 235–238. (In Russian).
- Nriagu, J., Becker, C., 2003. Volcanic emissions of mercury to the atmosphere: global and regional inventories. *The Science of the Total Environment* **304**, 3–12.
- Pavithra, K.G., Rajan, P.S., Kumar, P.S., Rangasamy, G., 2023. Mercury sources, contaminations, mercury cycle, detection and treatment techniques: A review. *Chemosphere* **312**, 137314. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.137314>
- Petkovšek, S., Al S., Kopušar, N., Kryštufek, B., 2014. Small mammals as biomonitors of metal pollution: a case study in Slovenia. *Environmental Monitoring and Assessment* **186**, 4261–4274. <https://doi.org/10.1007/s10661-014-3696-7>
- Qi, J., Wang, Y., Liang, S., Li, Y., Li, Y. et al., 2019. Primary suppliers driving atmospheric mercury emissions through global supply chains. *One Earth* **1**, 254–266. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2019.10.005>
- Sen'kevich, O.A., Koval'skii, Yu.G., Chebargina, M.A., 2023. Monitoring fonovogo sodержaniya rtuti v biosisteme i organizme detskogo naseleniya nizhnego techeniya reki Amur [Monitoring background mercury content in the biosystem and body of the child population of the lower reaches of the Amur River]. *Vestnik Severo-Vostochnogo federal'nogo universiteta im. M.K. Ammosova. Seriya: Medicinskie nauki [Bulletin of the North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov. Series: Medical Sciences]* **2** (31), 31–41. (In Russian). <https://doi.org/10.25587/SVFU.2023.31.2.004>
- Tkachenko, K.N., 1997. Osobennosti pitaniya sobolya i kolonka v Bol'shekhkheksirskom zapovednike [Features of the diet of sable and siberian weasel in the Bolshekhkheksirsky Reserve]. *Tezisy dokladov III Dal'nevostochnoi konferencii po zapovednomu delu [Abstracts of the III Far Eastern Conference on Nature Reserves]*. Dal'nauka, Vladivostok, Russia, 117. (In Russian).
- Tselykh, E.D., Akhtyamov, M.H., Poleschchuk, A.E., 2022. Balans mikroelementov v cepi "voda – pochva – rasteniya – zhivotnye – chelovek" v urboekosisteme g. Amurska Habarovskogo kraia v usloviyah tekhnogen'nogo zagryazneniya rtut'yu [Balance of microelements in the chain "water – soil – plants – animals – humans" in the urban ecosystem of the city of Amursk, Khabarovsk Krai, under conditions of man-made mercury pollution]. *Russian Journal of Ecosystem Ecology* **7** (2), 9–24. (In Russian). <https://doi.org/10.21685/2500-0578-2022-2-2>
- Wang, W., Evans, R.D., Hickie, B.E., Rouvinen-Watt, K., Evans, H.E., 2014. Methylmercury accumulation and elimination in mink (*Neovison vison*) hair and blood: Results of a controlled feeding experiment using stable isotope tracers. *Environmental Toxicology and Chemistry* **33** (12), 2873–2880. <https://doi.org/10.1002/etc.2762>