

УДК [599.742.4:615.9](470.12)

**СОДЕРЖАНИЕ РТУТИ В ОРГАНАХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ
СЕМЕЙСТВА КУНЬИХ (MUSTELIDAE)
ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

**В. Т. Комов¹, Е. С. Степина², В. А. Гремячих¹,
Н. Я. Поддубная², М. Я. Борисов³**

¹ *Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН
Россия, 152742, Ярославская обл., Некоузский р-н, пос. Борок
E-mail: vkomow@ibiw.yaroslavl.ru*

² *Череповецкий государственный университет
Россия, 162600, Череповец, Луначарского, 5
E-mail: StepinaElena@yandex.ru*

³ *Государственный научно-исследовательский институт
озерного и речного рыбного хозяйства
Россия, 160012, Вологда, Левичева, 5
E-mail: myaborisov@mail.ru*

Поступила в редакцию 16.12.11 г.

Содержание ртути в органах млекопитающих семейства куньих (Mustelidae) Вологодской области. – Комов В. Т., Степина Е. С., Гремячих В. А., Поддубная Н. Я., Борисов М. Я. – Концентрации ртути в органах хищных млекопитающих семейства куньих Вологодской области варьируют в широких пределах: от 0.03 мг/кг в мозге горностая до 6.29 мг/кг в печени лесной куницы. Среднее содержание металла в органах крупных представителей семейства куньих – американской норки и лесной куницы – выше, чем в органах меньших по размерам животных – горностая и ласки. Содержание ртути в органах лесной куницы, обитающей в районах на западе Вологодской области, в два-три раза превышает уровни накопления металла животными из восточной части области.

Ключевые слова: ртуть, хищные млекопитающие, куньи.

Mercury contents in the organs of musteline (Mustelidae) mammals in the Vologda region. – Komov V. T., Stepina E. S., Gremyachikh V. A., Poddybnaya N. Ya., and Borisov M. Ya. – The mercury concentrations in some organs of predatory musteline mammals in the Vologda region vary over a wide range: from 0.03 mg/kg in the ermine's brain to 6.29 mg/kg in the marten's liver. The average content of the metal in the organs of large representatives of mustelids (minks and martens) is higher than that in smaller animals (ermine and weasels). The mercury concentrations in the organs of martens from the western districts of the Vologda region two-three times exceed those in the animals from the eastern districts.

Key words: mercury, carnivorous mammals, food webs mustelidae.

ВВЕДЕНИЕ

Ртуть (Hg), в отличие от других тяжелых металлов, благодаря своим уникальным физико-химическим свойствам, мигрирует в атмосфере и гидросфере на сотни и тысячи километров от источников эмиссии, в первую очередь предприятий, сжигающих природные углеводороды в больших количествах, и накапливается в биотических компонентах водных экосистем (Arctic Pollution, 2002). Содержание

металла в живых организмах возрастает по мере приближения к вершинам трофических сетей и достигает максимальных значений у представителей высших трофических уровней (хищных рыб, рыбоядных птиц и млекопитающих) (Scheuhammer et al., 2007). Высокие концентрации Hg в органах представляют угрозу для здоровья животных (Wiener et al., 2002).

К настоящему времени основная часть работ по изучению накопления ртути животными проведена на водных и околоводных позвоночных, в частности рыбах и типичных ихтиофагах – гагарах, норках и выдрах (Arctic Pollution, 2002; Scheuhammer et al., 2007). Это связано с тем, что в водной среде происходит метилирование ртути с образованием более токсичных металлоорганических соединений (Babiarz et al., 1998). Несмотря на то, что водные и наземные экосистемы не изолированы друг от друга, данных по содержанию ртути в представителях последних мало. Это касается и животных, принадлежащих семейству куньих (за исключением американской норки и выдры), широко распространенных, многочисленных и эврибионтных консументах высших порядков наземных экосистем северо-запада России (Данилов, Туманов, 1976).

На территории Вологодской области расположены крупные промышленные предприятия, сжигающие в технологическом процессе большое количество природных углеводородов, которые являются источниками поступления ртути в окружающую среду. В озёрах, не имеющих на площади водосборного бассейна локальных источников и находящихся на расстоянии десятков и сотен километров от промышленных центров Вологодской области, неоднократно регистрировались высокие значения содержания ртути в мышцах окуня (> 1 мг Hg/kg) (Степанова, Комов, 1997; Haines et al., 1992). В то же время исследований по оценке содержания ртути в организмах высших трофических уровней наземных экосистем в Вологодской области и сопредельных территориях не проводилось.

Поэтому целью работы было определение содержания ртути в органах представителей хищных млекопитающих семейства куньих, обитающих в различных природно-ландшафтных районах Вологодской области.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Сбор материала и определение концентраций ртути в органах хищных млекопитающих из 7 районов Вологодской области, различающихся природно-климатическими условиями (гидрографическими особенностями, увлажнением, количеством осадков) и степенью развития промышленности: Череповецкого, Кадуйского, Белозерского, Вашкинского, Устюженского, Вожегодского и Никольского (табл. 1), проведены в 2007 – 2011 гг.

Объем собранного материала составил 311 проб от 90 особей 5 видов млекопитающих: ласки (*Mustela nivalis*), горностая (*M. erminea*), лесного хоря (*M. putorius*), лесной куницы (*Martes martes*), американской норки (*Neovison vison*).

Материал получали от охотников районных охотхозяйств и объединений, имеющих лицензию на добычу диких видов млекопитающих. Кроме того, были проанализированы несколько экземпляров животных, погибших в рыболовных сетях (4 экз.), ловушках, установленных в курятниках, или сбитых автотранспор-

СОДЕРЖАНИЕ РТУТИ В ОРГАНАХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ

том. Разная степень сохранности тушек не позволила в некоторых случаях определить массу тела животного и отобрать для анализа все необходимые органы.

Таблица 1

Природно-климатические условия районов Вологодской области

Показатели	Районы						Источ- ник
	Черепов- ецкий	Кадуй- ский	Устюжен- ский	Белозер- ский	Вашкин- ский	Николь- ский	
Площадь района, тыс. км ²	7.6	3/3	3.6	5.4	2.9	7.5	1
Расстояние от г. Череповца, км	0	65	93	114	141	400	1
Доля территории, занятой низинными болотами, %	5–10	1–5	1–5	5–10	1	0.1	3
Доля территории, занятой верховыми болотами, %	5–10	15–25	20	5–15	1	0.1	3
Доля территории, занятой болотами, %	10–15	15–20	41	10–15	2	0.17	3
Доля территории, занятой лесами, %	50–60	40–50	30–40	50–60	50–60	70	3
Доля территории, занятой пойменными лугами, %	0.5	0	8–10	2	2	8–10	3
Речной сток, км	250	250	250	300	300	300	1
Густота речной сети, км/км ²	0/35	0.35	0.6	0.4	0.4	0.77	1, 3
Количество атмосферных остатков, мм	580	580	550	550	550	510	1, 3
К _{озерности} , %	0.83	0.2	0.57	3	3	0.1	2

Примечание. 1 – Атлас Вологодской области, 2007; 2 – Озерные ресурсы Вологодской области, 1981; 3 – Природа Вологодской области, 1957.

После измерения массы тушки (без шкуры) пробы различных органов помещали в полиэтиленовые пакеты, замораживали и хранили при температуре $-4 - -16^{\circ}\text{C}$. Содержание ртути в образцах определяли в ИБВВ РАН на ртутном анализаторе РА-915 + с приставкой ПИРО (Льюмэкс) атомно-абсорбционным методом холодного пара без предварительной пробоподготовки. Точность аналитических методов измерения контролировали с использованием сертифицированного биологического материала DORM-2 и DOLN-2 (Институт химии окружающей среды, Оттава, Канада).

Данные представляли в виде средних значений и их ошибок ($x \pm mx$). Результаты обрабатывали статистически, используя метод дисперсионного анализа (ANOVA). Для определения корреляционных связей между количеством металла в разных парах органов животных, а также зависимости количества металла в органах куниц от природно-климатических особенностей их местообитания (значения которых не имеют нормального распределения) использовали непараметрический коэффициент Спирмена ($r_s, p < 0.05$). Статистический анализ данных проводили с помощью пакета программ STATGRAPHICS Plus 2.1 и STATISTICA Release 7.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Максимальные концентрации ртути у всех представителей семейства куньих определены в печени (0.09 – 3.52) и почках (0.18 – 3.43), меньше в мышечной тка-

ни (0.05 – 2.37) и минимальные – в мозге (0.03 – 0.87 мг Hg/кг сырой массы) животных (табл. 2). При этом у одной лесной куницы из Вашкинского района содержание Hg во всех исследованных образцах было значительно выше средних показателей для этого вида. При дальнейшем рассмотрении результатов данные по этому экземпляру были исключены из анализа.

Таблица 2

Содержание ртути в органах млекопитающих семейства куньих Вологодской области, мг/кг сырой массы

Вид	N	Масса, г	Содержание Hg в органах			
			мышцы	печень	почки	мозг
Горностай <i>M. erminea</i>	3	171	0.05±0.01 ^a 0.03-0.06	0.09±0.03 ^a 0.04-0.12	0.18±0.07 ^a 0.04-0.25	0.03±0 ^a
Лесная куница <i>Martes martes</i>	54	785±178 572-1250	0.36±0.03 ^a 0.10-1.44	0.41±0.01 ^a 0.108-2.27	0.67±0.1 ^a 0.21-3.2	0.13±0.1 ^a 0.034-0.47
	1	777	2.1 ^b	6.29 ^c	3.65 ^b	0.71 ^b
Ласка <i>M. nivalis</i>	12	59±13 39-74	0.12±0.1 ^a 0.01-0.44	0.13±0.07 ^a 0.01-0.64	0.27±0.11 ^a 0.01-1.03	0.13±0.05 ^a 0.004-0.51
Американская норка <i>N. vison</i>	10	880±175.3 640-1170	2.37±1.7 ^b 0.25-5.08	3.49±1.95 ^b 0.571-6.49	3.42±1.7 ^b 0.58-5.52	0.87±0.56 ^b 0.14-1.77
		837.3±118.9 640-1049	0.27±0.1 ^a 0.25-1.17	0.23±0.05 ^a 0.57-1.77	0.38±0.12 ^a 0.58-1.99	0.09±0.02 ^a 0.142-0.42

Примечание. В числителе приведены средние значения и их ошибки ($x \pm mx$), в знаменателе – минимальные и максимальные значения показателя; ^{a, b, c} – значения с разными буквенными надстрочными индексами достоверно различаются по органам между отдельными видами (в колонках) при уровне значимости $p \leq 0.05$ (ANOVA-тест).

Содержание ртути в исследованных органах американской норки статистически значимо превышало уровни соответствующих показателей у всех остальных представителей семейства куньих (см. табл. 2). Средние значения показателя отмечены у куницы (0.13 – 0.67) и хоря (0.09 – 0.38); минимальные – у горностая (0.03 – 0.18) и ласки (0.12 – 0.27 мг Hg/кг сырой массы).

Установлена достоверная корреляционная зависимость между содержанием ртути во всех возможных парах исследованных органов у норки ($r_s = 0.86 - 0.91$, $p < 0.00$, $n = 8 - 9$), лесной куницы ($r_s = 0.76 - 0.90$, $p < 0.00$, $n = 34 - 52$) и ласки ($r_s = 0.85-0.94$, $p < 0.00$, $n = 5 - 12$). У хоря установлена достоверная корреляционная зависимость между содержанием ртути во всех возможных парах исследованных органов ($r_s = 0.90 - 0.94$, $p < 0.03$, $n = 5 - 7$) за исключением пар: почки – другой орган, где зависимость статистически не значима ($r_s = 0.65-0.77$, $p \leq 0.1$, $n = 7$).

Зависимость содержания ртути в органах животных от природно-климатических особенностей и удаленности районов обитания от промышленного центра г. Череповца исследовали на примере лесной куницы, количество которой в выборках было максимальным (табл. 3).

Содержание металла в одних и тех же органах самцов куниц выше, чем самок, но эти различия статистически не достоверны. Показатели корреляционной зависимости содержания Hg во всех парах исследованных органов у самцов выражены

СОДЕРЖАНИЕ РТУТИ В ОРГАНАХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ

в большей степени и статистически значимы ($r_s = 0.80 - 0.91$, $p < 0.00$, $n = 20$), у самок – в меньшей ($r_s = 0.69 - 0.82$, $p < 0.00 - 0.01$, $n = 12$) и не достоверны для пар органов почки – мозг ($r_s = 0.51 - 0.87$, $p \leq 0.1$, $n = 11$). Статистически значимой корреляции концентрации металла с массой животных не установлено.

Таблица 3

Содержание ртути в органах лесной куницы (*Martes martes*) из разных районов Вологодской области, мг/кг сырой массы

Орган	Районы				
	Череповецкий	Кадуйский	Вашкинский + Белозерский	Устюженский	Никольский
Мышцы	0.45 ± 0.07^b 14	0.45 ± 0.06^b 15	0.34 ± 0.1^{ab} 6	0.28 ± 0.05^{ab} 7	0.19 ± 0.02^a 12
Печень	0.62 ± 0.15^b 12	0.31 ± 0.11^{ab} 4	0.42 ± 0.05^{ab} 5	0.29 ± 0.04^{ab} 7	0.22 ± 0.02^a 12
Почки	1.02 ± 0.20^b 12	0.66 ± 0.25^{ab} 3	0.52 ± 0.17^{ab} 5	0.49 ± 0.01^{ab} 5	0.38 ± 0.05^a 12
Мозг	0.17 ± 0.03^b 13	0.15 ± 0.01^b 16	0.14 ± 0.05^{ab} 6	0.1 ± 0.02^{ab} 6	0.07 ± 0.01^a 12

Примечание. В числителе приведены средние значения и их ошибки ($\bar{x} \pm m\bar{x}$), в знаменателе – n ; ^{a, b} – значения с разными буквенными надстрочными индексами достоверно различаются по органам между отдельными районами (в строчках) при уровне значимости $p < 0.05$ (ANOVA-тест).

Самые высокие концентрации ртути во всех исследованных органах зарегистрированы у животных из Череповецкого района, самые низкие – из Никольского. Содержание металла во всех образцах из этих двух наиболее удаленных друг от друга районов различались статистически значимо (см. табл. 3). Достоверно выше, чем у куниц из Никольского, были значения показателя для мышц и мозга животных из примыкающего к Череповецкому Кадуйского района. Различий в содержании Hg в печени и почках особей Кадуйского и всех остальных исследованных районов не отмечено.

Установлены отрицательные корреляционные зависимости между концентрацией металла во всех исследованных органах куниц и удаленностью районов их обитания от промышленного центра ($r_s = -0.37 - (-0.47)$, $p < 0.02$), а также между частью территории (%), занятой пойменными лугами, и количеством Hg в мышцах, почках и мозге. Отрицательная статистически значимая связь отмечена между количеством ртути в мозге и мышцах куниц от густоты речной сети ($r_s = -0.29$, $p < 0.02$; $r_s = -0.37$, $p < 0.00$) и доли территории (%), занятой лесом в районе обитания животных ($r_s = -0.27$, $p < 0.04$; $r_s = -0.32$, $p < 0.01$).

Достоверная положительная корреляционная зависимость связывает содержание металла в органах куниц и показатели среднегодового количества осадков ($r_s = 0.32 - 0.53$, $p < 0.03$), коэффициента озёрности ($r_s = 0.28 - 0.42$, $p < 0.03$) и части территории района (%), занятой низинными болотами ($r = 0.33 - 0.46$, $p < 0.01$). Кроме того, отмечена достоверная зависимость между количеством ртути в мозге и

мышцах животных и долей (%) территории, занятой верховыми болотами ($r_s = 0.30$, $p < 0.01$; $r_s = 0.43$, $p < 0.00$) и болотами в целом ($r_s = 0.30$, $p < 0.02$; $r_s = 0.37$, $p < 0.00$), в районе их обитания.

ОБСУЖДЕНИЕ

Зарегистрированные в ходе работы концентрации общей ртути в органах хищных млекопитающих семейства куньи Вологодской области (0.004 – 6.49 мг Hg/кг сырой массы) сопоставимы с имеющимися в литературе данными для наиболее исследованных на настоящий момент представителей семейства куньих – норки и выдры. Содержание металла в печени выдр и норок Северной Америки варьировало в пределах 0.26 – 8.66 и 0.85 – 10.0, в головном мозге – 0.06 – 10.2 мг /кг сырой массы (Evans et al., 2000; Fortin et al., 2001; Yates et al., 2005). Высокие концентрации Hg в органах этих животных связаны, вероятно, с их преимущественным питанием рыбой (Wiener et al., 2002).

Для накопления и распределения ртути в организме животных семейства куньих Вологодской области характерны высокие концентрации металла в печени и почках, более низкие – в мышцах и минимальные – в мозге. В рационе исследованных нами животных встречаются млекопитающие, птицы, земноводные, рыбы, насекомые и растения. Однако можно выделить виды, питающиеся исключительно мышевидными грызунами: это ласка и горностай. Американская норка, лесная куница и лесной хорь относятся к видам с более широким кормовым спектром (Данилов, Туманов, 1976; Поддубная, Козлова, 2007; Чашухин, 2009). Достоверно более высокие концентрации металла в организме американских норок из Вожегодского района, по сравнению со всеми остальными исследованными видами семейства куньих, и, вероятно, могут быть связаны с неизвестными нам локальными источниками ртутного загрязнения, приуроченными к местам обитания животных, либо с более узкой пищевой специализацией норок Вологодской области (преимущественном питании гидробионтами, в первую очередь рыбой (Поддубная, Козлова, 2007). Статистически значимых отличий в содержании ртути в органах эврифагов – лесного хоря и куницы – не установлено: хищники, по-видимому, имеют сходный рацион питания. В печени, почках и мозге типичных миофагов – ласки и горностая – содержание ртути достоверно ниже, чем в соответствующих органах куницы.

У куньих Вологодской области установлены высокие статистически значимые корреляционные связи между концентрациями ртути во всех парах исследованных органов, за исключением зависимости количества металла в парах органов почки – другой орган у хоря. При этом у самцов лесной куницы коэффициент корреляции для всех пар органов выше, чем у самок. Для американской норки из Северной Америки также отмечена достоверная корреляционная зависимость между содержанием Hg в печени и головном мозге, более выраженная у самок ($r = 0.77$, при $p < 0.001$), чем у самцов ($r = 0.55$, при $p < 0.001$) (Yates et al., 2005). У выдры зависимость такого рода оказалась достоверной только для самцов ($r = 0.64$, $p < 0.001$).

Содержание Hg во всех исследованных органах куниц достоверно уменьшалось с увеличением расстояния мест их обитания от промышленных центров, ин-

СОДЕРЖАНИЕ РТУТИ В ОРГАНАХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ

дустриально-развитых Череповецкого и Кадуйского районов. Концентрация общей ртути в органах норки и выдры, по мнению ряда авторов, может быть использована в качестве показателя загрязнения окружающей среды в районах, близких к промышленным центрам (Fortin et al., 2001). В свою очередь, накопление металла в организме животных – один из возможных факторов, способствующих сокращению численности этих видов пушных зверей на побережье Атлантического океана (юго-восток США), т.е. в районах, исторически ими богатых (Osowski et al., 1995). Концентрация ртути в почках норки из проблемных областей составляла более 25 мг/кг, из отдаленных – менее 4 мг/кг сырой массы (Osowski et al., 1995).

Районы обитания исследованных экземпляров лесных куниц различались не только по степени удалённости от промышленных центров Вологодской области, но и по своим природно-климатическим особенностям (см. табл. 1). Для западных районов – Череповецкого, Кадуйского, Вашкинского и Устюженского – характерно наличие большого числа озёр и заболоченных территорий, в то время как в Никольском районе, расположенном на востоке области и удаленном от металлургического центра более чем на 500 км, крупных водоёмов и болотных массивов нет (Природа Вологодской области, 1957). Выявленные положительные достоверные корреляционные зависимости между концентрацией ртути в органах куниц и среднегодовым количеством осадков, коэффициентом озёрности, а также долей территории (%), занятой низинными болотами, могут свидетельствовать о том, что содержание металла в биотических компонентах наземных экосистем в значительной степени зависит от наличия водно-болотных угодий в местах обитания животных. Известно, что водная среда считается основным источником поступления ртутьорганических соединений в трофические сети (наземные в том числе) в силу того, что именно в водоёмах и на заболоченных территориях создаются благоприятные условия для бактериального процесса преобразования менее токсичных для биоты неорганических соединений металла в металлорганические (Greenfield et al., 2001).

Согласно литературным данным, для норки и выдры содержание ртути, превышающее 10 мг/кг в мозге и 20 – 100 мг/кг в печени, несовместимо с жизнью (Dansereau et al., 1999). Исследований, посвященных воздействию сублетальных концентраций ртути на диких хищных млекопитающих и выявлению у последних функциональных и поведенческих изменений, очень мало. Результаты медицинских и токсикологических исследований на мелких млекопитающих (мышьях, крысах, морских свинках) показали, что концентрации металла в головном мозге 3 – 5 мг / кг могут вызывать визуальный, когнитивный или нейроповеденческий дефицит у животных (Burbacher et al., 1990). Снижение остроты зрения и способности к обучению опасно для жизни в дикой природе, так как может существенно повлиять на способность охотиться, что приведет к голоданию, повышенной восприимчивости к болезням или сокращению репродукции живых организмов. Полученные в настоящем исследовании результаты позволяют сделать вывод об отсутствии остротоксичных, летальных уровней накопления Hg в организме хищных млекопитающих Вологодской области. Однако зарегистрированные концентрации

металла у отдельных особей могут свидетельствовать о реальной возможности возникновения функциональных нарушений на организменном уровне.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследованные виды семейства куньих Вологодской области значительно различаются по абсолютным значениям концентраций ртути в органах, а также особенностями накопления и распределения металла между ними. Максимальные концентрации Hg зарегистрированы в почках и печени американской норки, средние – у лесной куницы и хоря, минимальные – у горностая и ласки.

Содержание ртути в органах лесной куницы из западной части Вологодской области в более чем 2 раза превышает значение показателя для популяции животных восточной части. Для исследованных видов высокий уровень вариабельности концентраций ртути в органах связан, вероятно, не только с различиями в образе жизни, особенностями рационов питания и природно-климатических условий мест обитания животных, но и с разными объёмами поступления металла на территорию районов области.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы ОБН РАН «Биологические ресурсы».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Атлас Вологодской области. СПб. : Аэрогеодезия, 2007. 108 с.
- Данилов П. И., Туманов И. А. Куньи Северо-Запада СССР. Л. : Наука. Ленингр. отделение, 1976. 198 с.
- Озерные ресурсы Вологодской области / Вологодский гос. пед. ин-т. Вологда, 1981. 150 с.
- Природа Вологодской области. Вологда : Обл. кн. изд-во, 1957. 328 с.
- Поддубная Н. Я., Козлова И. В. Состояние популяций куньих (Mustelidae) на северо-западе Вологодской области в 1995 – 2006 годах // Териофауна России и сопредельных территорий : материалы Междунар. конф. М. : Т-во науч. изд. КМК, 2007. С. 384.
- Степанова И. К., Комов В. Т. Накопление ртути в рыбе из водоёмов Вологодской области // Экология. 1997. № 4. С. 295 – 299.
- Чащухин В. А. Норка американская. М. : Т-во науч. изд. КМК, 2009. 103 с.
- Arctic Pollution (AMAP). Oslo, 2002. 212 p.
- Babiarz C. L., Hurley J. P., Benoit J. M., Shafer M. M., Andren A. W., Webb D. A. Seasonal influences on partitioning and transport of total and methylmercury in rivers from contrasting watersheds // Biogeochemistry. 1998. Vol. 41. P. 237 – 257.
- Burbacher T. M., Rodier P. M., Weiss B. Methylmercury developmental neurotoxicity : a comparison of effects in humans and animals // Neurotoxicol. Teratol. 1990. Vol. 12. P. 191 – 202.
- Greenfield B. K., Hrabik T. R., Hervey G. J., Carpenten S. R. Predicting mercury levels in yellow perch of water chemistry, trophic ecology, and spatial traits // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 2001. Vol. 58. P. 1419 – 1429.
- Dansereau M., Lariviere N., Tremblay D. D., Belanger D. Reproductive performance of two generations of female semidomesticated mink fed diets containing organic mercury contaminated freshwater fish // Arch. Environ. Contam. Toxicol. 1999. Vol. 36. P. 221 – 226.
- Fortin C., Beauchamp G., Dansereau M., Lariviere N., Belanger D. Spatial variation in mercury concentrations in wild mink and river otter carcasses from the James Bay Territory, Quebec, Canada // Arch. Environ. Contam. Toxicol. 2001. Vol. 40. P. 121 – 127.

СОДЕРЖАНИЕ РТУТИ В ОРГАНАХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ

Haines T. A., Komov V. T., Jagoe C. H. Lake acidity and mercury content of fish in Darwin National Reserve, Russia // *Environ. Pollut.* 1992. Vol. 78. P. 107 – 112.

Evans R. D., Addison E. M., Villeneuve J. Y., MacDonald K. S., Joachim D. G. Distribution of inorganic and methylmercury among tissues in mink (*Mustela vison*) and otter (*Lutra canadensis*) // *Environ. Res. Sect. A.* 2000. Vol. 84. P. 133 – 139.

Osowski S. L., Brewer L. W., Baker O. E., Cobb G. P. The decline of mink in Georgia, North Carolina, and South Carolina: the role of contaminants // *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 1995. Vol. 29. P. 418 – 423.

Scheuhammer A. M., Meyer M. W., Sandheinrich M. B., Murray M. W. Effects of Environmental Methylmercury on the health of wild birds, mammals, and fish // *Ambio.* 2007. Vol. 36, № 1. P. 12 – 18.

Wiener J. G., Krabbenhoft D. P., Heinz G. H., Scheuhammer A. M. Ecotoxicology of mercury // *Handbook of Ecotoxicology.* Boca Raton : Lewis Publishers, 2002. P. 409 – 463.

Yates D. E., Mayach D. T., Munney K., Evers D. C., Major A., Kaur T., Taylor R. J. Mercury Levels in Mink (*Mustela vison*) and River Otter (*Lontra canadensis*) from Northeastern North America // *Ecotoxicology.* 2005. Vol. 14. P. 263 – 274.