

Cu, Cd, Pb) in the bodies of fish with different types of food (Chivyrkulsky Bay Lake. Baikal) / N.S. Dyrheeva, N.M. Pronin // Modern problems of Hydrobiology Siberia: Proc. All-Russia conf. - Tomsk, 2001. - P. 114-115.

7. Кашулин Н.А. Рыбы пресных вод Субарктики как биоиндикаторы техногенного загрязнения / Н.А. Кашулин, А.А. Лукин, П.А. Адмунсен. - Апатиты, 1999. - С. 142.

Kashulin N.A. Subarctic Freshwater fish as bioindicators of anthropogenic pollution / N.A. Kashulin, A.A. Lukin, P.A. Admunsen. - Apatity, 1999. - P. 142.

8. Лукьяненко В.И. Гетерогенность и полиморфизм гемоглобина рыб / В.И. Лукьяненко, А.С. Васильев, В.В. Лукьяненко. - СПб.: Наука, 1991. - 392 с.

Lukyanenko V.I. Heterogeneity and polymorphism of fish hemoglobin / V.I. Lukyanenko, A.S. Vasilyev, V.V. Lukyanenko. - St. Petersburg.: Nauka, 1991. - 392 p.

9. Моисеенко Т.И. Изменение физиологических показателей рыб как индикатор качества водной среды / Т.И. Моисеенко // Мониторинг природной среды Кольского Севера. - Апатиты, 1984. - С. 51-57.

Moiseenko T.I. Changing the physiological parameters of fish as an indicator of water quality / T.I. Moiseenko // Environmental monitoring of the Kola Peninsula. - Apatity, 1984. - P. 51-57.

10. Моисеенко Т.И. Экоотоксикологический подход к оценке качества вод / Т.И. Моисеенко // Водные ресурсы. - 2005. - Т. 32, № 2. - С. 184-195.

Moiseenko T.I. Ecotoxicological approach to water quality assessment / T.I. Moiseenko // Water Resources. - 2005. - Vol. 32, № 2. - P. 184-195.

11. Немова Н.Н. Биохимическая индикация состояния рыб / Н.Н. Немова, Р.У. Высоцкая. - М.: Наука, 2004. - 215 с.

Nemova N.N. Biochemical indication of the status of fish / N.N. Nemova, R.W. Vysotsky. - M.: Nauka, 2004. - 215 p.

12. Сидоров В.С. Экологическая биохимия рыб. Липиды / В.С. Сидоров. - М.: Наука, 1983. - 240 с.

Sidorov V.S. Environmental biochemistry of fish. Lipid / V.S. Sidorov. - M.: Nauka, 1983. - 240 p.

13. Уилкинсон Дж. Изоферменты / Дж. Уилкинсон. - М., 1968. - 220 с.

Wilkinson J. Isoenzymes / J. Wilkinson. - M., 1968. - 220 p.

14. Феклов Ю.А. Гистопатология печени рыбы как биомаркер загрязнения среды / Ю.А. Феклов Ю.А., Е.А. Гуничева // Современные проблемы биоиндикации и биомониторинга: Тез. XI Межд. симп. по биоиндикаторам. - Сыктывкар, 2001. - 195 с.

Feklov Y.A. Histopathology of fish liver as a biomarker of pollution / Y.A. Feklov, E.A. Gunicheva // Modern problems bioindication and biomonitoring: Proc. XI Int. Symp. by bioindicators. - Syktyvkar, 2001. - 195 p.

15. Флерова (Назарова) Е.А. Ультроструктура лейкоцитов окунеобразных рыб Европейской части России / Е.А. Флерова (Назарова), Е.А. Заботкина // Проблемы иммунологии, патологии и охраны здоровья рыб: расширенный материал III Междунар. конф., Борок, 18-22 июля 2011 г. / под ред. д.б.н., проф. В.Р. Микрякова, д.б.н., проф. А.М. Наумовой, д.б.н., проф. А.Л. Никифорова-Никишина, к.б.н., Л.В. Балабановой, к.б.н. Д.В. Микрякова. - М.: изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2011. - С. 165-169.

- М.: изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2011. - С. 165-169.

Flerova (Nazarova) E.A. Ultrastructure of leukocytes Perciformes fish of European Russia / E.A. Flerova (Nazarova), E.A. Zabotkina // Problems of immunology, pathology, and fish health: advanced material III Intern. conf., Bork, 18-22 July 2011 / Ed. d.b.n., prof. V.R. Mikryakova, d.b.n., prof. A.M. Naumova, d.b.n., prof. A.L. Nikiforova-Nikishina, k.b.n. L.V. Balabanova, k.b.n. D.V. Mikryakova. - M.: Publishing House of the RGAU-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timirjazev, 2011. - P. 165-169.

16. Чернявских С.Д. Фагоцитарная активность эритроцитов и лейкоцитов в крови рыб / С.Д. Чернявских, М.З. Федорова // Там же. - С. 170-174.

Cherniavskich S.D. Phagocytic activity of erythrocytes and leukocytes in the blood of fish / S.D. Cherniavskich, M.Z. Fedorova // Ibid. - P. 170-174.

17. Adams S.M. A comparison of health assessment approaches for evaluating the effects of contaminant-related stress on fish populations / S.M. Adams, M. G. Ryon // Aquatic Ecosist. Health. - 1994. - vol.3. - P. 15-25.

18. Attrill M.J. Community and population indicators of Ecosystem health: targeting links between levels of biological organization / M.J. Attrill, M.H. Depledge // Aquat. Toxicol. - 1997. - vol. 38. - P. 183-197.

19. Cash K.J. Assessing and monitoring aquatic ecosystem health - approaches using individual, population, and community ecosystem measurements / K.J. Cash // N.O. Northern River Basing Study Project Report. - 1995. - P. 68.

М.М. Тяптиргянов, В.М. Тяптиргянова

ЭКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НАКОПЛЕНИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ СОЕДИНЕНИЙ КАДМИЯ В ОРГАНАХ И ТКАНЯХ ПРЕСНОВОДНЫХ РЫБ ЯКУТИИ

УДК 549:614.779:549.516.12

По данным токсикологии, кадмий признан особо опасным экотоксикантом для здоровья человека. В работе анализируются результаты накопления тяжелого металла кадмия в органах и тканях пресноводных рыб в водоемах Якутии, являющихся одной из звеньев пищевой цепи «вода-рыба-человек». Каких-либо данных о содержании кадмия в организме пресноводных рыб Якутии очень мало. Между тем эти данные имеют не только теоретическое, но и важное практическое значение, так как токсичность кадмия не зависит от форм его соединений. Превышение содержания кадмия в пресноводных рыбах Якутии составляет 1-2 ПДК, чаще в загрязненных водоемах, локализуясь в жабрах и печени рыб.

Ключевые слова: здоровье человека, тяжелые металлы, кадмий, токсикоз, возрастные группы, тренд.

According to toxicology cadmium is considered to be particularly dangerous ecotoxicant to human health. This paper analyzes the results of the accumulation of heavy metals - cadmium in the organs and tissues of freshwater fish in the waters of Yakutia, which are one of links of the food chain «water-fish-man». Information related to cadmium content in freshwater fish organism is very scarce. Meanwhile these data are not only of theoretical but also practical importance, since the toxicity of cadmium is independent of the form of its compounds. Excess of cadmium concentration in Yakutia freshwater fish makes 1-2 of MPC, more often in polluted basins, localizing in fish gills and liver.

Keywords: human health, heavy metals, cadmium, toxic element, age groups, trend.

ТЯПТИРГЯНОВ Матвей Матвеевич – к.б.н., доцент БГФ СВФУ им.М.К. Аммосова;
ТЯПТИРГЯНОВА Виктория Матвеевна – к.м.н., зам. гл. врача ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в РС(Я)», vtyar@mail.ru.

Известно, что кадмий принадлежит к числу наиболее опасных экотоксикантов и по своей токсической близости к ртути и мышьяку [5,6].

В природе кадмий не встречается в свободном виде и не образует специ-

альных руд. Его получают как сопутствующий продукт при рафинировании цинка и меди (Marcus, 1991). В земной коре содержится около 0,05 мг/кг кадмия, а в морской воде 0,3 мкг/л.

В организме человека среднего воз-

Таблица 1

Выделение кадмия из природных источников (тыс. т в год) [19]

Природный источник	Диапазон величин	Среднее значение
Переносимые частицы почвы ветром	0,01–0,04	0,21
Аэрозоли морских солей	0–0,11	0,06
Вулканы	0,14–1,5	0,82
Лесные пожары	0–0,22	0,11
Биогенные континентальные частицы	0–0,83	0,15
Биогенные летучие вещества континентальные	0–0,8	0,04
Биогенные морские источники	0–0,1	0,05
Общая эмиссия	0,15–2,6	1,3

раста содержится около 50 мг кадмия, 1/3 – в почках, остальное количество в печени, легких и поджелудочной железе. С возрастом содержание кадмия в организме увеличивается, в организме новорожденных он отсутствует и появляется к 10 месяцу жизни.

Дневное потребление кадмия взрослым человеком составляет около 215 мкг. Кадмий не является необходимым элементом для млекопитающих. Его соединения обладают канцерогенными свойствами [15].

Глобальное годовое поступление кадмия из природных источников составляет примерно $8,43 \times 10^{-5}$ кг (табл.1) [13]. Это результат жизнедеятельности растений, ветровой разнос почв, вулканические аэрозоли и лесные пожары. Годовое поступление в атмосферу вследствие деятельности промышленности оценивается в $7,19 \times 10^5$ кг. Из этого количества 76% приходится на цветную металлургию, а остальное – случайные выбросы. Атмосферные осадки эффективно удаляют кадмий из атмосферы. Поэтому концентрация кадмия в дождевой воде может превышать 50 мкг/л [14].

В речных незагрязненных и слабозагрязненных водах кадмий содержится в субмикrogramмных концентрациях, в загрязненных и сточных водах концентрация кадмия может достигать десятки микрограмм в 1 дм³ [4]. Кадмий интенсивно мигрирует в кислой и мягкой воде в виде свободных ионов и растворимых соединений. Следовательно, для кадмия характерно его преимущественное нахождение в формах, доступных для гидробионтов [3].

Интенсивность антропогенного поступления кадмия на водную поверхность достигает 132 т/год [9]. Природные фоновые концентрации кадмия обычно не превышают 1 мкг/л [8].

Установлено, что токсическому действию кадмия наиболее подвержены водные организмы в эмбриональной стадии развития. Исследования на гольянах, а затем на других видах рыб показали тератогенное действие соединений кадмия, выражающееся в разнообразных спинальных уродствах. Отмечались и поведенческие эффекты кадмия [8].

Эпидемиологические данные указывают на чрезвычайную опасность кадмия для человека. В связи с тем, что этот элемент весьма медленно выводится из человеческого организма (0,1% в сут), отравление кадмием может принимать хроническую форму. Ее симптомы – поражение почек, нервной

системы, легких, нарушение функций половых органов, боли в костях.

Весьма показателен пример с болезнью «итай-итай». Это заболевание было впервые зарегистрировано в Японии в 1940-х гг. и характеризовалось сильными болями, деформацией скелета, переломами костей, повреждением почек. Спустя 15–30 лет более 150 чел. погибли от хронического отравления кадмием. В основе этого отравления – орошение рисовых полей и соевых плантаций водой из р. Дзинцу, загрязненной стоками цинкового рудника. Концентрация кадмия в рисе была на порядок больше, чем обычно, и именно он аккумулировался в организме людей.

Имеются достоверные доказательства канцерогенной опасности кадмия. Сегодня подсчитано, что примерно у 5% населения США и Японии концентрация кадмия в организме достигла критического уровня.

Согласно данным Института продуктов питания Австрии, не ртуть и не свинец, а именно кадмий является самым опасным тяжелым металлом.

Сведений о токсическом действии кадмия на рыб недостаточно. Известно, что кадмий аккумулируется преимущественно в жабрах, печени, почках, однако влияние обнаруженных количеств кадмия на функционирование этих органов неясно, хотя имеются определенные доказательства, что он принимает участие в осморегуляторных процессах в жабрах и почках. Кадмий медленно выводится из тканей после переноса рыб из загрязненной в чистую воду, в то же время накопление происходит быстро и вызывает спустя несколько дней гибель организмов [7]. Все тяжелые металлы, в том числе и кадмий, содержащиеся в почве, путем естественного распространения могут служить для проведения мониторинга, а также быть основой прогнозных сведений в связи с загрязнением в организмах водной толщи [2]. Высокое содержание тяжелых металлов (кадмий,

ртуть, свинец и другие) в Томи, Оби, в черте г. Новосибирск, в верхней зоне Братского водохранилища, в некоторых реках Якутии достоверно выявлено химическими методами, подтверждается также и фактом повышенного, а в ряде случаев высокого содержания данных элементов в организме рыб этих водоемов [10–12].

Каких-либо данных о содержании кадмия в организме пресноводных рыб Якутии очень мало. Между тем эти данные имеют не только теоретическое, но и важное практическое значение, так как токсичность кадмия не зависит от форм его соединения, как это бывает у соединений свинца и ртути, «растворимые» химические формы металла (т.е. те, которые проходят через фильтр с размером пор 0,45 мкм) одинаково токсичны [11].

Как показали исследования, наиболее высокий уровень кадмия обнаружен в летний период в печени крупных особей окуня возрастом от 4+ до 6+ лет из р. Вилюй (табл. 2) – $0,411 \pm 0,290$ мг/кг кадмия на сырую массу органа. Это количество превышает МДУ в 2,1 раза. В печени окуней той же популяции, выловленных в зимний период, кадмия содержалось практически столько же – $0,399 \pm 0,282$ мг/кг. У этой же популяции окуней, но у мелких особей, в возрасте до 2+ лет, в летний период в печени содержалось кадмия 0,165 мг/кг, в зимнее время – 0,079 мг/кг сырой массы органа. По-видимому, из-за смены состава корма в зимнее время у мелких неполовозрелых особей намечается некоторый тренд в сторону снижения кадмия в печени.

Кадмий распределяется в органах и тканях у окуня из р. Вилюй в следующей последовательности: печень > жабры > мышцы > кишечник > кости.

На этом основании можно предположить, что основными «воротами» поступления кадмия в организм окуней являются жабры.

У гуппи (*Poecilia reticulata*), которым в течение 7 недель скармливали чер-

Таблица 2

Накопление и распределение кадмия в органах и тканях пресноводных рыб Виллюйского района, мг/кг

Период исследования	Возраст рыб	Мышцы	Печень	Кишечник	Жабры	Скелет
Щука (<i>Esox lucius</i>)						
Лето	до 2+	0,006±0,004	0,061±0,043	0,007±0,005	0,031±0,022	0,048±0,034
	от 4+ до 6+	0,015±0,011	0,032±0,0023	0,021±0,015	0,126±0,089	0,057±0,040
Зима	до 2+	0,004±0,003	0,041±0,029	0,003±0,002	0,017±0,012	0,031±0,022
	от 4+ до 6+	0,009±0,006	0,038±0,027	0,027±0,019	0,103±0,073	0,112±0,079
Плотва (<i>Rutilus rutilus</i>)						
Лето	до 2+	0,096±0,068	0,102±0,072	0,081±0,057	0,107±0,076	0,083±0,059
	от 4+ до 6+	0,178±0,0126	0,189±0,134	0,125±0,088	0,141±0,100	0,131±0,093
Зима	до 2+	0,062±0,044	0,097±0,068	0,039±0,028	0,094±0,066	0,051±0,036
	от 4+ до 6+	0,091±0,064	0,172±0,123	0,078±0,055	0,144±0,102	0,096±0,068
Окунь (<i>Perca fluviatilis</i>)						
Лето	до 2+	0,111±0,078	0,165±0,117	0,095±0,067	0,127±0,090	0,091±0,064
	от 4+ до 6+	0,162±0,114	0,411±0,290	0,118±0,083	0,316±0,223	0,107±0,076
Зима	до 2+	0,052±0,037	0,079±0,056	0,036±0,025	0,072±0,051	0,062±0,044
	от 4+ до 6+	0,094±0,066	0,399±0,282	0,116±0,082	0,215±0,152	0,131±0,093

вей-трубочников (Tubifex), содержащих кадмий в количестве 20 мг/кг, не обнаружили накопление токсикоз-элемента [1]. В другой группе рыбок, содержащихся в течение этого периода в воде, в которой было 70-100 мкг Cd/л накопилось около 9 мг Cd/кг (по сырой массе), и в пределах этой группы не отмечено различий между рыбками, которых кормили чистыми и содержащими кадмий червями [1]. Это еще раз говорит о том, что поступление в организм рыб соединений кадмия осуществляется через жабры, что подтверждается и данными полевых исследований (табл. 2).

Содержание кадмия в мышечной ткани у окуней из р. Виллюй находится в пределах максимально допустимого уровня и такая рыба является относительно безопасной при использовании ее пищу. При этом необходимо обратить внимание на то, что у отдельных особей этой группы установлено значительное превышение МДУ в мышечной ткани – 0,411 мг/кг (табл. 2). По этой же причине нужно подвергать исследованию взрослых окуней из р. Виллюй и не допускать использования в пищу рыбопродукта, содержащего кадмий выше МДУ.

На основании полученных данных, в кишечнике у окуней не накапливается кадмий. У исследованных особей рыб кишечник не освобождался от содержимого из-за методических сложностей проведения данной операции. В кишечнике мелких особей окуня в возрасте до 2+ лет содержится незначительное количество кадмия. Так, в летний период это 0,095, в зимнее время – 0,036 мг/кг; у крупных особей в летнее время – 0,118, в зимнее – 0,116 мг/кг. Как следует из полученных дан-

ных, значительных различий в содержании кадмия в различные периоды года у окуней не установлено.

P. Weis считает, что процесс выведения соединений кадмия и ртути из организма рыб идет через кишечник [16].

В наших исследованиях у рыб водоемов Амгинского района (р. Амга) превышений по МДУ по кадмию не обнаружено (табл. 3).

В мышечной ткани у щуки из р. Хрома (табл. 4) только у взрослых особей содержание кадмия равнялось 0,285 мг/кг в летнее время и 0,164 – в зимнее, что приближалось к максимально допустимому уровню. В печени у тех же щук МДУ было гораздо больше: период 0,454, в зимний – 0,462 мг/кг, что превышает его в 1,5–1,6 раза. В жабрах у взрослых особей в летний период его содержание составило 0,313 мг/кг, что превышает МДУ в 1,04 раза.

У популяций чира р. Хрома только в печени у взрослых рыб обнаружено превышение МДУ в зимний период – 0,375 мг/кг, что выше значения МДУ в 1,6 раза.

У окуней из р. Колыма (табл. 5) кадмий содержится в значительно меньших количествах в органах и тканях, чем у окуней из р. Виллюй. Так, например, если в летнее время у крупных особей окуня р. Виллюй в печени содержалось 0,411 мг/кг кадмия (табл. 2), то у колымской популяции концентрация его была 0,251, а у индигирской популяции у крупных – только 0,229 мг/кг кадмия (табл. 6), то есть количество, находящееся в пределах максимально допустимого уровня для пресноводной рыбы.

Распределение кадмия в органах и тканях у колымской и индигирской популяций окуней (табл. 5, 6) такое же, как у виллюйской популяции (табл. 2). У

Таблица 3

Накопление и распределение кадмия в органах и тканях пресноводных рыб водоемов Амгинского района, мг/кг

Период исследования	Возраст рыб	Мышцы	Печень	Кишечник	Жабры	Скелет
Щука (<i>Esox lucius</i>)						
Лето	до 2+	<0,01	0,012±0,008	<0,01	<0,01	0,012±0,008
	от 4+ до 6+	<0,01	0,014±0,010	<0,01	<0,01	0,013±0,009
Зима	до 2+	<0,01	0,010±0,007	<0,01	<0,01	0,010±0,007
	от 4+ до 6+	<0,01	0,011±0,008	<0,01	<0,01	0,011±0,008
Плотва (<i>Rutilus rutilus</i>)						
Лето	до 2+	<0,01	0,019±0,013	<0,01	<0,01	<0,01
	от 4+ до 6+	<0,01	0,016±0,011	<0,01	<0,01	0,013±0,009
Зима	до 2+	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	от 4+ до 6+	<0,01	0,011±0,008	<0,01	<0,01	0,012±0,008
Окунь (<i>Perca fluviatilis</i>)						
Лето	до 2+	<0,01	0,013±0,009	<0,01	<0,01	0,012±0,008
	от 4+ до 6+	<0,01	0,015±0,011	<0,01	<0,01	0,013±0,009
Зима	до 2+	<0,01	0,011±0,008	<0,01	<0,01	0,011±0,008
	от 4+ до 6+	<0,01	0,013±0,009	<0,01	<0,01	0,011±0,008

Таблица 4

**Накопление и распределение кадмия в органах и тканях щуки и чира бассейна р. Хрома
(Аллаиховский район, август – октябрь 2006 г., n = 10 экз.)**

Период исследований	Возраст рыб	Мышцы	Печень	Кишечник	Жабры	Скелет
Щука (<i>Esox lucius</i>)						
Лето	до 2+	0,170±0,120	0,209±0,148	0,095±0,067	0,199±0,141	0,081±0,057
	от 4+ до 6+	0,285±0,201	0,454±0,321	0,137±0,097	0,313±0,221	0,097±0,068
Зима	до 2+	0,097±0,068	0,108±0,076	0,044±0,031	0,137±0,097	0,047±0,033
	от 4+ до 6+	0,164±0,116	0,462±0,326	0,082±0,058	0,284±0,201	0,132±0,093
Чир (<i>Coregonus nasus</i>)						
Лето	до 2+	0,094±0,070	0,102±0,072	0,096±0,068	0,114±0,081	0,113±0,080
	от 6+ до 8+	0,241±0,170	0,298±0,211	0,231±0,163	0,201±0,142	0,163±0,115
Зима	до 2+	0,074±0,052	0,123±0,087	0,062±0,044	0,102±0,072	0,063±0,044
	от 6+ до 8+	0,128±0,090	0,375±0,265	0,116±0,082	0,237±0,167	0,137±0,097

Таблица 5

Накопление и распределение кадмия в органах и тканях пресноводных рыб в Среднеколымском районе

Период исследования	Возраст рыб	Мышцы	Печень	Кишечник	Жабры	Скелет
Елец (<i>Leuciscus leuciscus</i>)						
Лето	до 2+	0,082±0,058	0,116±0,082	0,051±0,036	0,095±0,067	0,081±0,057
	от 4+ до 6+	0,104±0,073	0,146±0,103	0,073±0,052	0,104±0,073	0,093±0,066
Зима	до 2+	0,053±0,037	0,083±0,066	0,027±0,019	0,072±0,051	0,063±0,044
	от 4+ до 6+	0,089±0,063	0,107±0,076	0,053±0,037	0,081±0,057	0,079±0,056
Чукучан (<i>Catostomus catostomus</i>)						
Лето	до 3+	0,081±0,057	0,092±0,065	0,089±0,063	0,088±0,062	0,061±0,043
	от 6+ до 8+	0,127±0,090	0,197±0,139	0,092±0,065	0,129±0,092	0,123±0,087
Зима	до 3+	0,073±0,052	0,094±0,066	0,058±0,041	0,072±0,051	0,064±0,045
	от 6+ до 8+	0,089±0,063	0,167±0,118	0,053±0,037	0,116±0,082	0,097±0,068
Окунь (<i>Perca fluviatilis</i>)						
Лето	до 2+	0,131±0,093	0,157±0,111	0,092±0,065	0,031±0,022	0,082±0,058
	от 4+ до 6+	0,256±0,181	0,251±0,177	0,201±0,142	0,199±0,141	0,112±0,079
Зима	до 2+	0,093±0,066	0,106±0,075	0,046±0,032	0,091±0,064	0,087±0,061
	от 4+ до 6+	0,122±0,086	0,203±0,143	0,059±0,042	0,121±0,085	0,065±0,046

Таблица 6

Накопление и распределение кадмия в органах и тканях пресноводных рыб Аллаиховского района

Период исследований	Возраст рыб	Мышцы	Печень	Кишечник	Жабры	Скелет
Щука (<i>Esox lucius</i>)						
Лето	до 2+	0,143±0,101	0,156±0,110	0,103±0,073	0,034±0,024	0,066±0,047
	от 4+ до 6+	0,302±0,213	0,323±0,222	0,198±0,140	0,207±0,146	0,126±0,089
Зима	до 2+	0,089±0,063	0,187±0,134	0,054±0,038	0,091±0,064	0,080±0,056
	от 4+ до 6+	0,243±0,172	0,288±0,203	0,057±0,040	0,097±0,068	0,063±0,044
Елец (<i>Leuciscus leuciscus</i>)						
Лето	до 2+	0,063±0,044	0,087±0,061	0,051±0,036	0,073±0,052	0,069±0,049
	от 4+ до 6+	0,102±0,072	0,143±0,101	0,089±0,063	0,121±0,085	0,094±0,070
Зима	до 2+	0,056±0,040	0,089±0,063	0,041±0,029	0,079±0,056	0,064±0,045
	от 4+ до 6+	0,086±0,061	0,116±0,082	0,062±0,044	0,095±0,067	0,087±0,061
Окунь (<i>Perca fluviatilis</i>)						
Лето	до 2+	0,132±0,093	0,151±0,107	0,091±0,064	0,046±0,036	0,071±0,050
	от 4+ до 6+	0,208±0,147	0,229±0,162	0,186±0,131	0,267±0,189	0,131±0,093
Зима	до 2+	0,091±0,064	0,102±0,072	0,063±0,044	0,093±0,066	0,097±0,068
	от 4+ до 6+	0,149±0,105	0,208±0,147	0,067±0,047	0,165±0,117	0,102±0,072

окуней из рр. Колыма и Индигирка, как и у других видов пресноводных рыб, установлено незначительное снижение кадмия в зимнее время года.

В организме карасей Верхнеколымского района уровень кадмия несколько больше в сравнении с карасями Вилуйского района. Так, у крупных особей в возрасте от 4+ до 6+ лет, отловленных в летнее время в оз. Ожого (Верхнеколымский района), в

мышечной ткани содержалось 0,108 мг/кг, а у популяции карасей из озера Дьенгкюде Вилуйского района – 0,097 мг/кг. У карасей оз. Дьаргалах Момского района в мышечной ткани содержалось 0,093 мг/кг, а у популяции карасей из оз. Эбэ Вилуйского района – 0,083 мг/кг. Но все эти различия статистически недостоверны из-за большой ошибки средней.

Эти концентрации можно считать

фоновым содержанием кадмия в организме озерных карасей Якутии, так как данные озера не подвергаются ни локальному, ни какому другому техногенному воздействию из-за удаленности от крупных населенных пунктов и в связи с отсутствием затопления водами из других загрязненных водных сред.

Степень накопления кадмия в органах и тканях карасей Верхневилуйско-

го района увеличивается в следующей последовательности: печень > жабры > мышцы > кости > кишечник.

У плотвы из р. Виллой содержание кадмия (табл. 2) в органах и тканях находится в пределах максимально допустимых уровней для пресноводных рыб. Однако у отдельных крупных особей установлено превышение МДУ в печени в летнее время, достигающее до 0,3 мг/кг.

У чукутана из р. Колымы Среднеколымского района (табл. 5) содержание кадмия в органах и тканях находится в пределах максимально допустимых уровней для пресноводных рыб.

Полученные данные показывают, что больше всего кадмия накапливается в организме взрослых окуней, особенно в печени и жабрах (табл. 2-6). На этом основании следует ограничить использование населением в пищу печени окуней 5–7-летнего возраста, а возможно, и более молодых особей, и только после проведения токсикологических исследований.

Основной товарный продукт – мышечная ткань исследованных рыб из разных водоемов Якутии не представляет на сегодняшний день особой опасности для здоровья людей, поскольку кадмий в мышечной ткани содержится в количествах, не превышающих максимально допустимые уровни.

Литература

1. Алабастр Дж. Критерии качества воды для пресноводных рыб / Дж. Алабастр, Р. Лойд. – М.: Легкая и пищевая пром-ть, 1984. – 333 с.

Alabaster J. Water quality criteria for freshwater fish / J. Alabaster and R. Lloyd. – M.: Light and food prod., 1984. – 333 p.

2. Ахметова Г.В. Мониторинг содержания тяжелых металлов в почвах острова Кизи / Г.В. Ахметов // Экологические проблемы северных территорий и пути их решения: материалы IV Всерос. науч. конф. с междунар. участием,

2-5 октября 2012 г. – Апатиты, 2012. – Ч. 2. – С. 13-15.

Akhmetova G.V. Monitoring of heavy metals in Kizhi soils / G.V. Akhmetova // Ecological problems of the Northern Territories and their solutions: Proceedings of IV All-Russia. scientific. conf. with int. participation, 2-5 October 2012 – Apatity, 2012. – Part 2. – P. 13-15.

3. Белоконов В.Н. Формы нахождения тяжелых металлов в донных отложениях Сасыкского водохранилища / В.Б.Белоконов // Гидробиологич. журнал. – 1989. – Т.25, №3. – С.83-88.

Belokon V.N. Forms of presence of heavy metals in Sasykskogo reservoir sediments / V.B. Belokon // Hydrobiological journal. – 1989. – V.25. – № 3. – P.83-88.

4. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды / Т.В. Гусева, Я.П. Молчанова, Е.А. Заика [и др.] // Гидрохимические показатели состояния окружающей среды: справочные материалы / под ред. Т.В. Гусевой. – М.: Социально-экономический союз, 2000. – 148 с.

Hydrochemical environment / T.V. Guseva, J.P. Molchanova, E.A. Zaika [et al.] // Hydrochemical environmental indicators: Reference / Ed. T.V. Guseva. – M.: Socio-Economic Union, 2000. – 148 p.

5. Лапшина Т.П. Перечень приоритетных загрязняющих веществ и показателей качества воды, рекомендуемый для контроля загрязненности природных и сточных вод / Т.П. Лапшина, А.Н. Хоменко // Гидрохимич. мат-лы. – 1990. – Т. 19. – С.115-125.

Lapshina T.P. The list of priority pollutants and water quality parameters recommended for pollution control and natural wastewater / T.P. Lapshina, A.N. Khomenko // Hydrochemical materials. – 1990. – V. 19. – P.115-125.

6. Линник П.Н. Определение свободных и связанных ионов кадмия в природных водах методом инверсионной вольтамперметрии / П.Н. Линник, И.В. Искра // Гидробиологич. журнал. – 1993. – Т.29, №5. – С.96-103.

Linnik P.N. Determination of free and bound cadmium ions in natural waters by stripping voltammetry / P.N. Linnik, I.V. Iskra // Hydrobiological journal. – 1993. – V.29, № 5. – P.96-103.

7. Матей В.Е. Изменение ультраструктуры клеток жаберного эпителия тиляпии при действии на рыб кадмия / В.Е. Матей // Цитология. – 1993. – Т. 35, № 6/7. – С. 34-41.

Matei V.E. Change of cell ultrastructure of the gill epithelium of tilapia fish when exposed to

cadmium / V.E. Matei // Cytology. – 1993. – V. 35, № 6/7. – P. 34-41.

8. Мур Дж. В. Тяжелые металлы в природных водах. Контроль и оценка влияния / Дж. В. Мур, С. Рамомурти. – М.: Мир, 1987. – 286 с.

Moore J.W. Heavy metals in natural waters. Monitoring and evaluation of impact / J.W. Moore, S. Ramomurti. – M.: Mir, 1987. – 286 p.

9. Никаноров А.М. Биомониторинг металлов пресноводных экосистем / А.М. Никаноров, А.В. Жулидов. – Л., 1991. – 309 с.

Nikanorov A.M. Biomonitoring of metals in freshwater ecosystems / A.M. Nikanorov A. Zhulidov. – L., 1991. – 309 p.

10. Нюкканов А.Н. Содержание соединений ртути, свинца и кадмия в рыбах из пресноводных водоемов Якутии: автореф. дисс. ...канд. биол.наук / А.Н.Нюкканов. – Покров, 1996. – 20 с.

Nyukkanov A.N. Content of compounds of mercury, lead and cadmium in fish from freshwater Yakutia: avtoref. dis. ...kand.biolog. nauk / A.N. Nyukkanov. – Pskov, 1996. – 20 p.

11. Нюкканов А.Н. Накопление кадмия у рыб в водоемах бассейна реки Виллой / А.Н. Нюкканов // Ветеринария. – 2003. – № 12. – С. 46.

Nyukkanov A.N. Accumulation of cadmium in fish ponds in the basin Vilyuy / A.N. Nyukkanov // Veterinary Medicine. – 2003. – № 12. – P. 46.

12. Попов П.А. Состояние и методические аспекты оценки экологического статуса водоемов Сибири методами икhtiоиндикации / П.А.Попов // Проблемы гидробиологии Сибири. – Томск: Дельтаплан, 2005. – С. 202-207.

Popov P.A. State and methodological aspects of the evaluation of the ecological status of Siberia water basins by methods of ichthyoindication / P.A.Popov // Problems of Hydrobiology Siberia. – Tomsk: glider, 2005. – P. 202-207.

13. Nriagu J.O. Global inventory of natural and anthropogenic emissions of trace metals to the atmosphere / J.O. Nriagu // Nature 279. – 1979. – P. 409-411.

14. Thornton J.D. Trace metal and strong acid composition of rain and snow in northern Minnesota / J.D. Thornton, S.J. Eisenreich, J.W. Hunger, G. Gerham // Atmospheric Pollutants in natural water. – Michigan, 1981. – P. 261-284.

15. Venugopal B. Luckey T.D. Metal toxicity in mammals. Chemical toxicity of metals and metalloids / B. Venugopal, T.D. Luckey // NY: Plenum Press. – New York, 1978/ – vol. 2. – 101 p.

16. Depuration of heavy metals by the Killifish, fundulus heteroclitus / P. Weis // Aquat. Toxicol. – 1988. – № 3. – P. 225-226.

А.А. Григорьева, Г.Е. Миронова

ОЦЕНКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В МЯСНЫХ ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ ЖИТЕЛЕЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

УДК 637.047

В статье приведены результаты исследований оценки распределения токсичных элементов (тяжелых металлов) в органах и тканях крупного рогатого скота. Выявлено, что концентрация свинца, кадмия, ртути и мышьяка в организме обследованных нами животных распределяется в порядке убывания: почки > печень > мышечная ткань, и не превышает ПДК.

Ключевые слова: тяжелые металлы, мышечная ткань, печень, почки, концентрация, крупный рогатый скот.

This article presents the results of studies assessing the distribution of toxic elements (heavy metals) in the organs and tissues of cattle. So as a special role in human nutrition belongs to

ГРИГОРЬЕВА Анастасия Анатольевна – аспирант СВФУ им. М.К. Аммосова, Nastiagrigoryeva@mail.ru; **МИРОНОВА Галина Егоровна** – д.м.н., проф. СВФУ им. М.К. Аммосова, mirogalin@mail.ru.