

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМОВ

УДК 597:504.054(476-25)

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ УКЛЕЙКИ, ПЛОТВЫ И ОКУНЯ Р. СВИСЛОЧЬ В ПРЕДЕЛАХ

Г. МИНСКА

А.С. Змачинский

ПАСО МГУ МЧС,

220014, Республика Беларусь, Минск, пер. С. Ковалевской, 65,

e-mail: a.zmachynski@mail.ru

THE CONTENT OF HEAVY METALS IN THE MUSCULAR TISSUE OF BLEAK, ROACH AND PERCH FROM OF SVISLOCH WITHIN CITY OF MINSK BOUNDARIES

A.S. Zmachynski

Firefighter Survival Detachment of MSO of Ministry for Emergency Situations,

220014, Belarus, Minsk, 65, S. Kovalevskaja lane,

e-mail: a.zmachynski@mail.ru

Реферат. Из числа тяжелых и токсичных металлов в мышцах уклейки, плотвы и окуня из Чижовского водохранилища (г. Минск) в наибольшем количестве присутствует цинк, второе и третье места занимают соответственно железо и медь. Исследования показали, что мышечная ткань окуня содержит наибольшее количество фиксируемых спектрометром металлов, концентрация большинства из них несколько выше, чем у уклейки и плотвы. Однако концентрация приоритетных загрязнителей (цинка, железа и меди) выше в мышцах уклейки и плотвы.

Ключевые слова: уклейка, плотва, окунь, химическое загрязнение, водные объекты города, мышечная ткань, тяжелые металлы.

Abstract. From among heavy and toxic metals in muscles of bleak, roach and perch from the Chizhovsky reservoir (Minsk) there is zinc in large quantities, the second and the third places occupy iron and copper accordingly. Researches have shown that the muscular tissue of perch contains the greatest quantity of metals fixed by a spectrometer, and concentration of the majority of them is a little above, than in

bleak and roach. However concentration of priority pollutants (zinc, iron and copper) above in muscles of bleak and roach.

Key words: hydrobionts, bleak, roach, perch, chemical pollution, urban water bodies, muscular tissue, heavy metals.

Введение

В связи с проблемой загрязнения окружающей природной среды продуктами техногенеза объектом пристального внимания экологического мониторинга стали тяжелые металлы. Рыбы, являясь ключевыми видами гидробионтов, и выступающие, как правило, в качестве одного из последних звеньев в трофических цепях, обладают способностью накапливать значительные концентрации тяжелых металлов [1-9]. Аккумуляция тяжелых металлов в органах и тканях рыб ведет к биохимическим, физиологическим и морфологическим нарушениям в их организме. Наряду с прямым токсическим влиянием тяжелые металлы оказывают и отдаленное отрицательное воздействие на рыб, вызывая мутагенное, гонадотоксическое, эмбриотоксическое и другие воздействия [10-22]. Все это может привести к необратимым нарушениям гомеостаза и к гибели организма.

Поскольку рыбы чувствительны к широкому множеству прямых воздействий, они интегрируют неблагоприятные эффекты всего комплекса различных воздействий, включая и воздействие на другие компоненты водной экосистемы (среда обитания, первичная продукция и т.д.), на основании их зависимости от этих компонентов в процессах воспроизводства. Кроме того, рыбы относительно долгоживущие организмы, поэтому изменения популяционных и организменных показателей позволяют регистрировать обусловленные кратковременными или долговременными (хроническими) воздействиями различные неблагоприятные факторы окружающей среды.

В силу названных биологических особенностей рыбы выступают ключевыми гидробионтами и наиболее подходящими объектами исследования, позволяющими оценить процессы трансформации водных объектов.

Наконец, загрязнение большинства используемых человеком водоемов тяжелыми металлами, нарушение в них экологического равновесия, ухудшение товарных качеств добываемой рыбы – одна из важных проблем безопасности человека [23-25]. Употребляемая в пищу загрязненная тяжелыми металлами рыба представляет определенную опасность для здоровья человека [26, 27].

Большинство водных объектов г. Минска используются его жителями в целях любительского рыболовства, значительная часть рыбы при этом идет в пищу рыбакам и членам их семей [28]. Наиболее массовыми видами рыб в уловах рыболовов-любителей, помимо серебряного карася, являются плотва, уклейка и окунь. Целью работы было установление концентрации тяжелых и токсичных металлов в мышечной ткани трех видов рыб с разными типами питания.

Материалы и методика исследований

Лов плотвы (*Rutilus rutilus* (L, 1758), уклейки (*Alburnus alburnus* (L, 1758) и окуня (*Perca fluviatilis* L. 1758) проводили в мае-июле 2012 г. в нижней части Чижовского водохранилища (рисунок 1).

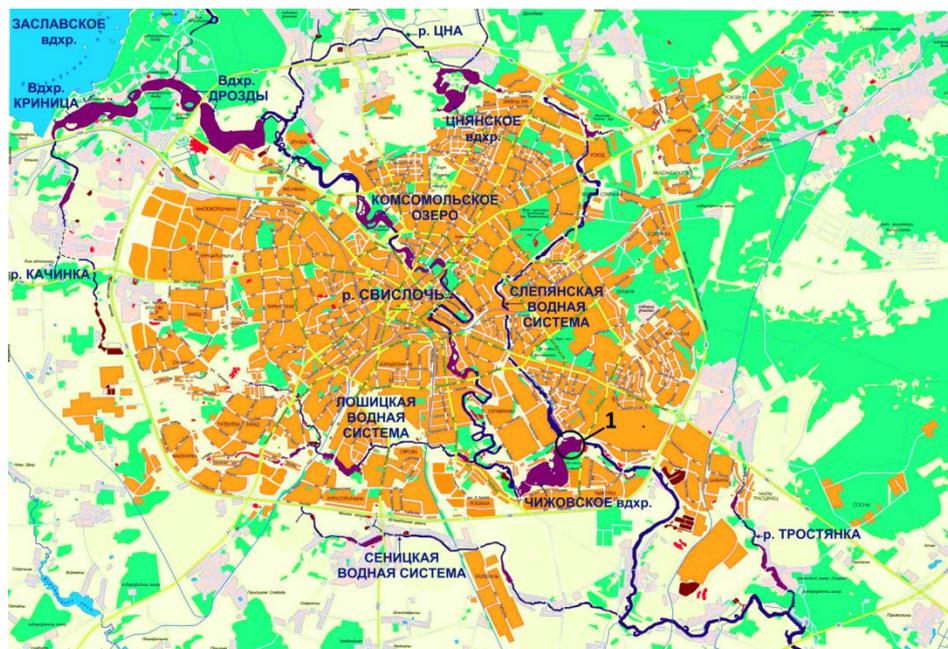


Рисунок 1 – Гидрографическая сеть г. Минска (участки водотоков выделены синим, водохранилища и русловые пруды – фиолетовым, отстойники – коричневым, пруды – красным) и место лова рыб (1)

Лов осуществляли в светлое время суток поплавочными и донными удочками с различными насадками. В указанном месте было выловлено от 50 до 90 экземпляров половозрелых особей разного пола каждого вида. На наличие в мышечной ткани тяжелых металлов обследовали 90 экземпляров – по 30 для каждого вида.

У подлежащих обследованию экземпляров рыб изымали мышечную ткань, которую мелко нарезали, высушивали в низкотемпературной лабораторной электропечи при температуре 40°C и тщательно измельчали в лабораторной мельнице. Измельченные образцы просеивали через сито с размером ячейки сетки 0,5 мм. На весах из просеянной массы взвешивали навеску в $0,1000 \text{ г} \pm 0,0001 \text{ г}$, которую спрессовывали в таблетку диаметром 10 мм при помощи гидравлического пресса из комплекта спектрометра. Измерения концентрации элементов в мышечной ткани проводили на рентгенофлуоресцентном спектрометре СЕР-01 «ElvaX» (внесен в реестр средств измерений Республики Беларусь под номером 03 17261605). Измерения проводили согласно методике, разработанной в МГЭУ им. А.Д. Сахарова [29]. Сравнение полученных данных по содержанию тяжелых металлов в биологических образцах проводилось с помощью статистических методов сравнения средних (критерий Стьюдента) и дисперсий (критерий Фишера) в пакете Statistica 6.0, а также средствами Microsoft Excel.

Результаты исследований и их обсуждение

В результате проведенных исследований в мышечной ткани рыб из нижней части Чижовского водохранилища выявлены 30 химических элементов, в том числе 22 элемента с погрешностью не более 30%. В минимальном количестве (с погрешностью более 30%) отмечено присутствие в мышцах рыб ванадия, хрома, кобальта, никеля, мышьяка, селена, молибдена и кадмия. Из числа тяжелых и токсичных металлов в мышцах рыб с погрешностью не более 30 % было выявлено 16 элементов, 10 из которых (*Zn, Fe, Cu, Rb, Zr, Sr, Sn, Sb, Ba, Bi*) были общими для всех трех видов.

Как и в мышцах серебряного карася, из числа тяжелых металлов в мышцах исследованных рыб Чижовского водохранилища в наибольшем количестве присутствовал цинк, второе и третье места занимали соответственно железо и медь. В различных концентрациях в мышцах присутствовали общие для рыб элементы – рубидий, стронций, цирконий, олово, сурьма, барий и висмут. Кроме того, в мышцах плотвы в минимальном количестве найдено золото, окуня – титан и вольфрам, плотвы и окуня – серебро, уклейки и окуня – свинец и ртуть.

По среднему показателю концентрации цинк и медь в наибольшем количестве зарегистрирован в мышцах уклейки, железо – в мышцах плотвы, остальные металлы – в мышцах окуня.

Среднее содержание в мышечной ткани обследованных рыб металлов в порядке их убывания представлены в виде следующих рядов:

уклейка: Zn>Fe>Cu>Rb>Zr>Sr>Ba>Sn>Bi>Hg>Pb>Sb;

плотва: Zn>Fe>Cu>Sr>Rb>Zr>Sn>Bi>Ba>Ag>Au;

окунь: Zn>Fe>Cu>Rb>Sr>Zr>Bi>Ba>Sn>Hg>Pb>Sb>W>Ag>Ti.

Приведенные ряды показывают, что мышечная ткань окуня содержит наибольшее количество металлов, фиксируемых спектрометром СЕР-01 «ElvaX», концентрация большинства из них несколько выше, чем у уклейки и плотвы. Однако из рисунков видно, что концентрация приоритетных загрязнителей (цинка, железа и меди) выше в мышцах уклейки и плотвы.

Средние показатели концентрации тяжелых металлов в мышечной ткани уклейки, плотвы и окуня из Чижовского водохранилища представлены на рисунках 2-4.

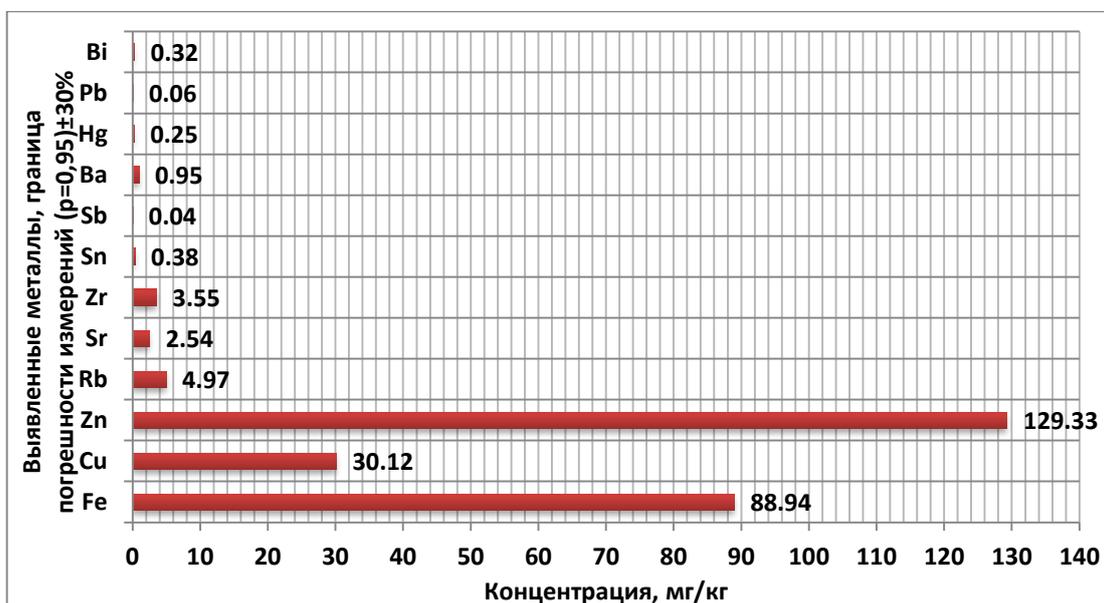


Рисунок 2 – Средняя концентрация металлов в мышечной ткани уклеи Чижовского водохранилища

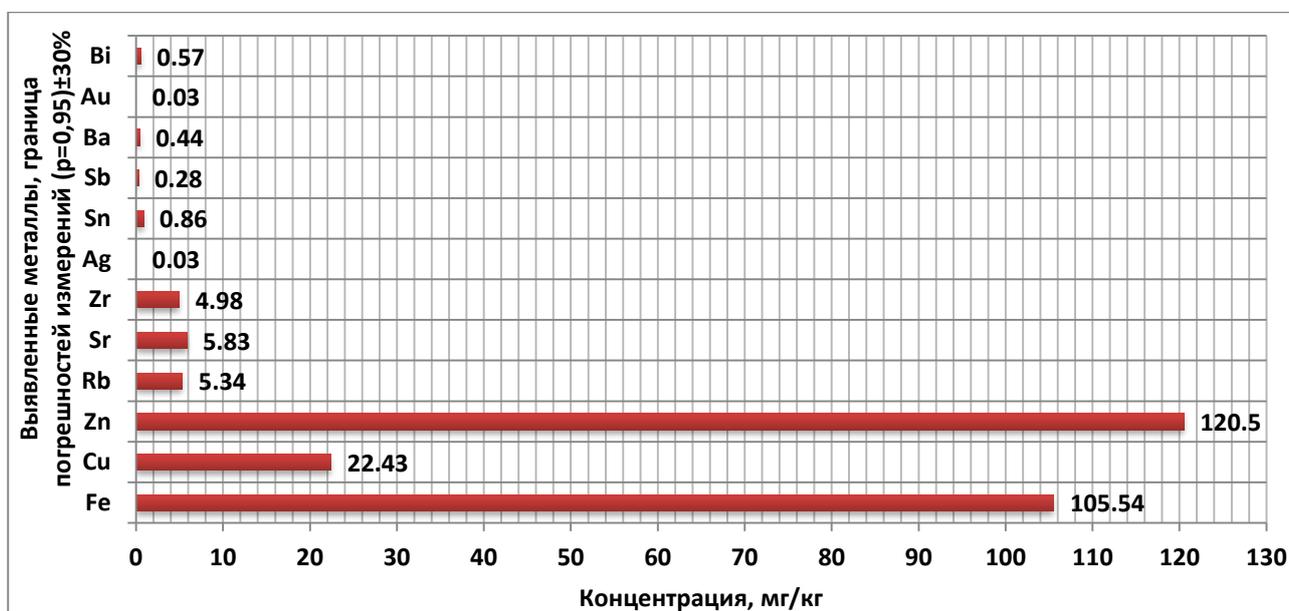


Рисунок 3 – Средняя концентрация металлов в мышечной ткани плотвы Чижовского водохранилища

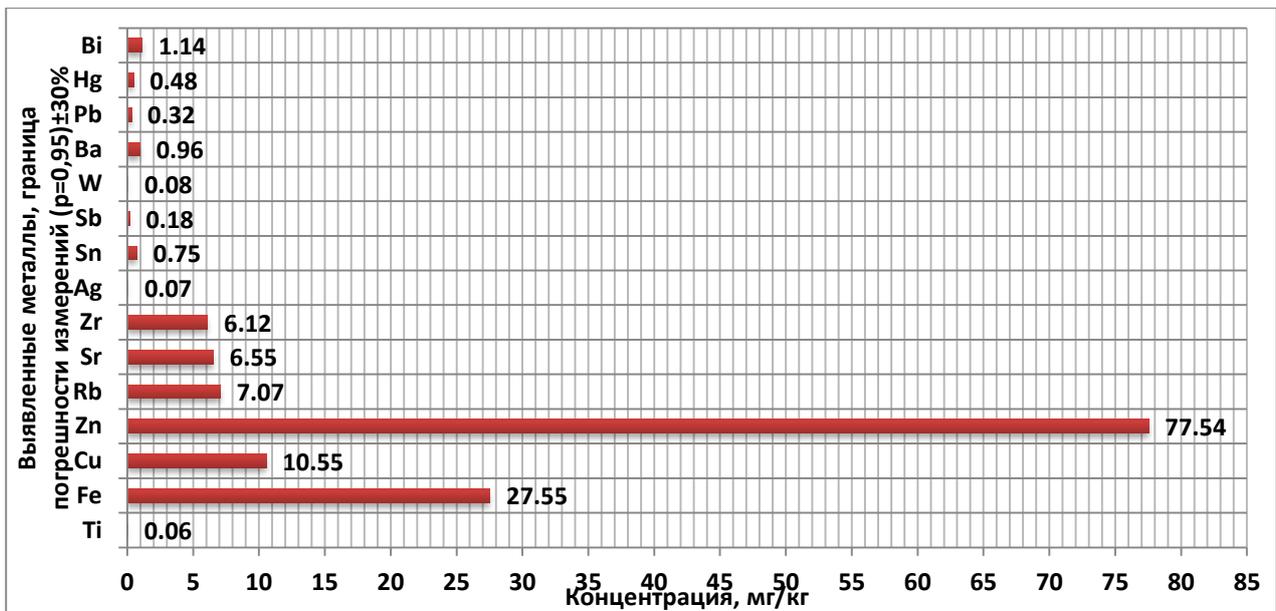


Рисунок 4 – Средняя концентрация металлов в мышечной ткани окуня Чижовского водохранилища

На рисунке 5 представлены обобщенные сравнительные показатели средней концентрации тяжелых металлов в мышечной ткани уклейки, плотвы и окуня из Чижовского водохранилища.

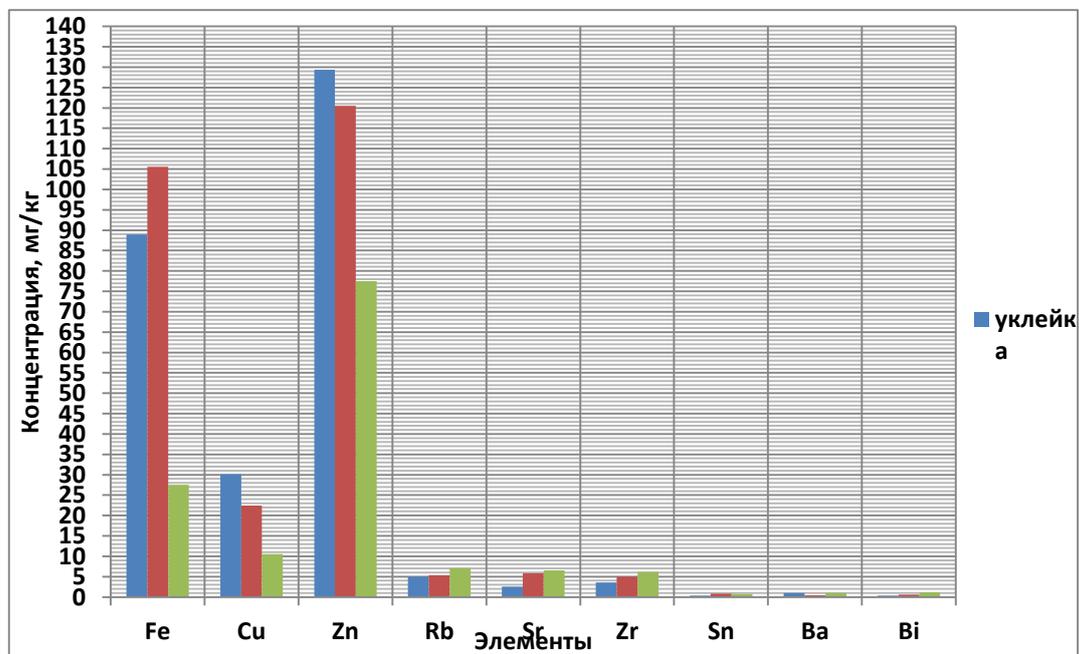


Рисунок 5– Средняя концентрация металлов в мышечной ткани уклейки, плотвы и окуня из Чижовского водохранилища

Полученные данные соотносятся с ПДК СанПиН 42-123-4089-86 [30] по цинку, меди и ртути. Самый высокий показатель концентрации ртути отмечен у окуня. Этот показатель не превышает ПДК для хищных рыб (0,6 мг/кг), к которым условно можно причислить окуня.

Средняя концентрация цинка в мышечной ткани рыб Чижовского водохранилища превышает ПДК: у уклейки составляет 3,23 (323,32%), у плотвы – 3,01 (301,25%), у окуня – 1,93 (193,85%) ПДК. Средняя концентрация меди практически равна ПДК у окуня, у уклейки составляет 3,01 (301,20%), у плотвы – 2,24 (224,30%) ПДК.

Заключение

В мышечной ткани окуня с погрешностью не более 30% выявлено 15 элементов из числа тяжелых металлов, в мышечной ткани уклейки и плотвы – по 12 элементов. Самые высокие концентрации характерны для цинка, меди и железа. Наибольшая концентрация меди и цинка установлена для уклейки, железа – для плотвы, остальных металлов – для окуня. Концентрация в мышечной ткани таких тяжелых металлов, как цинк и медь, максимальна у планктонофага (уклейка), несколько ниже у бентософага (плотва) и минимальна у условных хищников (окунь). Максимальная концентрация железа выявлена у бентософага (плотва), остальных металлов – у условного хищника (окунь).

По содержанию цинка (превышение ПДК в 1,93-3,23 раз) мышцы всех исследованных рыб, а по содержанию меди (превышение ПДК в 1,28-3,01 раз) мышцы серебряного карася, уклейки и плотвы при употреблении в пищу могут представлять опасность для здоровья человека.

Список использованных источников

1. Глазунова И.А. Содержание и особенности распределения тяжелых металлов в рыбах верховьев Оби: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / И.А. Глазунова. – Барнаул: АлтГУ, 2005. – 19 с.

2. Говоркова Л.К. Выявление факторов накопления тяжелых металлов в органах рыб различных трофических групп (на примере Куйбышевского водохранилища): Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Л.К. Говоркова. – Казань: КазГУ, 2004. – 24 с.

3. Гороя С.А. Физиолого-биохимические показатели рыб водоемов Белоруссии / С.А. Гороя, С.А. Столярова. – Минск: Наука и техника, 1987. – 157 с.

4. Кашулин Н.А. Ихтиологические основы биоиндикации загрязнения среды тяжелыми металлами: Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук / Н.А. Кашулин. – Петрозаводск: ПетрГУ, 2000. – 42 с.

5. Салтыкова С.А. Сравнительный анализ особенностей накопления тяжелых металлов в рыбах и их паразитах (на примере экосистемы Ладожского озера): Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. – Петрозаводск: ПетрГУ, 2006. – 23 с.

6. Bochenek I. Concentration of Cd, Pb, Zn and Cu in roach, *Rutilus rutilus* (L.) from the lower reaches of the Oder River, and there correlation with concentrations of heavy metals in bottom sediments collected in the same area / I. Bochenek, M Protasowicki, E. Brucka-Jastrzębska // Archives of Polish Fisheries. – 2008. – Vol. 16. – P. 21-36.

7. Klavins M. Heavy metals in fish from lakes in Latvia: concentration and trends of changes / M. Klavins, O. Potapovics, V. Rodinov // Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. – 2009. – №82. – P. 96-100.

8. Popek W. Heavy metals concentration in the tissues of perch (*Perca fluviatilis*) and bleak (*Alburnus alburnus*) from Czarna Orawa River, Poland / W. Popek, K. Klęczar, M. Novak, P. Epler // Aquaculture, Aquarium, Conservation and Legislation. International Journal of the Bioflux Society. – 2009. – №2. – P. 205-208.

9. Zarei M. Levels of some heavy metal concentration in fishes tissue of southern Caspian Sea / M. Zarei, A. Asadi, S.M. Zarei // International Journal of the Physical Sciences. – 2011. – Vol. 6 (26). – P. 6220-6225.

10. Бедрицкая И.Н. Влияние тяжелых металлов на организм рыб, выращиваемых на сбросных водах электростанций: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / И.Н. Бедрицкая. – СПб: ГосНИОРХ, 2000. – 22 с.

11. Воробьев Д.В. Функциональные особенности метаболизма металлов у рыб в современных биогеохимических условиях дельты р. Волги: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Д.В. Воробьев. – Астрахань: АстрГУ, 2008. – 21 с.

12. Крючков В.Н. Эколого-морфологические особенности патологии и адаптации органов и тканей рыб при воздействии токсикантов: Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук / В.Н. Крючков. – Махачкала: ДагГУ, 2004. – 46 с.

13. Немова Н.Н. Биохимическая индикация состояния рыб / Н.Н. Немова, Р.У. Высоцкая; под ред. М.И. Шатуновского. – М.: Наука, 2004. – 215 с.

14. Реакция иммунной системы рыб на загрязнение воды токсикантами и закисление среды / В.Р. Микряков, Л.В. Балабанова, Е.А. Заботкина, Т.Б. Латерова, А.В. Попов, Н.И. Силкина; под ред. В.Р. Микрякова. – М.: Наука, 2001. – 126 с.

15. Чухлебова Л.М. Экоотоксикологическая оценка состояния рыб экосистемы реки Амур: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Л.М. Чухлебова. – Владивосток: Ин-т водных и экологических проблем ДВО РАН, 2006. – 23 с.

16. Шаргина М.Г. Состояние организма некоторых видов рыб в условиях антропогенного воздействия (на примере Вагайского района Тюменской области): Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / М.Г. Шаргина. – Оренбург: ОрГАУ, 2005. – 22 с.

17. Brucka-Jastrzębska E. The effect of aquatic cadmium and lead pollution on lipid peroxidation and superoxide dismutase activity in freshwater fish / E. Brucka-Jastrzębska // Polish Journal of Environmental Studies. – 2010. – Vol. 19. – №6. – P. 1139-1150.

18. Camargo M.M.P. Histopathology of gills, kidney and liver of a neotropical fish caged in an urban stream // M.M.P. Camargo, C.B.R. Martinez // *Neotropical Ichthyology*. – 2007. – №5 (3). – P. 327-336.
19. Ebrahimi M. Pathological and hormonal changes of freshwater fishes due to exposure to heavy metals pollutants / M. Ebrahimi, M. Taherianfard // *Water, Air, and Soil Pollution*. – 2011. – №217. – P. 47-55.
20. Pourang N. Heavy Metal Bioaccumulation in Different Tissues of two Fish Species with Regards to their Feeding Habits and Trophic Levels / N. Pourang // *Environmental Monitoring and Assessment*. №5. 1995. P. 207-219
21. Shalaby A.M. Sublethal effects of heavy metals copper, cadmium and zinc alone or in combinations enzymes activities of common carp *Cyprinus carpio* L. / A.M. Shalaby // *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*. – 2000. – Vol. 4. – №2. – P. 229-246.
22. Vinoldhini R. The impact of toxic heavy metals on the hematological parameters in common carp (*Cyprinus carpio* L.) / R. Vinoldhini, M. Narayanan // *Iranian Journal of Environmental Health Science and Engineering*. – 2009. – Vol. 6. – №1. – P. 23-28.
23. Lidwin-Kaźmierkiewicz M. Content of selected essential and toxic metals in meat of freshwater fish from West Pomerania, Poland / M. Lidwin-Kaźmierkiewicz, K. Pokorska, M. Protasowicki, M. Rajkowska, Z. Wechterowicz // *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*. – 2009. – Vol. 59. – №3. – P. 219-224.
24. Łuczyńska J. Determination of heavy metals in the muscles of some fish species from lakes of the North-Eastern Poland / J. Łuczyńska, E. Brucka-Jastrzębska // *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*. – 2006. – Vol. 15/56. – №2. – P. 141-146
25. Staniškienė B. Distribution of heavy metals in muscles of fish: concentrations and change tendencies / B. Staniškienė, P. Matusevičius, A. Urbonavičius // *Environmental Research, Engineering and Management*. – 2009. – №2 (48). – P. 35-41.

26. Bhupander K. Assessment of human health risk for arsenic, copper, nickel, mercury and zinc in fish collected from tropical wetlands in India / K. Bhupander, D.P. Mukherjee // *Advances in Life Science and Technology*. – 2011. – Vol. 2. – P. 13-24.

27. Sary A.A. Human health risk assessment of heavy metals in fish from freshwater / A.A. Sary, M. Mohammadi // *Research Journal of fisheries and Hydrobiology*. – 2011. – №6 (4). – P. 404-411.

28. Змачинский А.С. Содержание тяжелых металлов в мышечной ткани карася серебряного из водных объектов г. Минска / А.С. Змачинский // *Вопросы рыбного хозяйства Беларуси*. – Вып. 28. – 2012. – С. 202-211.

29. Позняк С.С. Методика выполнения измерений массовой доли химических элементов железа, кадмия, калия, кальция, марганца, меди, мышьяка, никеля, свинца, серы, стронция, титана, хрома, цинка в пробах растительного и животного происхождения методом рентгено-флуоресценции с использованием спектрометра энергий рентгеновского излучения СЕР-001 / С.С. Позняк, Л.П. Лосева, Ю.В. Жильцова, Е.И. Савенок. – Минск: МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2009. – 38 с.

30. СанПиН 42-123-4089-86 «Предельно допустимые концентрации тяжелых металлов и мышьяка в продовольственном сырье и пищевых продуктах».