

lusca) в озере Ильмень как индикатор качества вод. Вклад молодых ученых в рыбохозяйственную науку России. Тезисы докладов Всероссийской молодежной конференции, Санкт-Петербург, 2010.

11. Yonge C.M. The digestive diverticula in the Lamellibranchia // Tran. Roy. Soc. Edinburgh. 1926. Vol. 54. P. 703–718.

УДК: 546.47/.49:612.015.348:597.551.2
DOI: 10.17238/issn2072-2419.2020.4.145

АНАЛИЗ КРАТКОВРЕМЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА БЕЛКОВЫЙ ОБМЕН У КАРПА

Карпенко Л.Ю. - д.б.н., профессор, orcid.org/0000-0002-2781-5993; Полистовская П.А. - ассистент, orcid.org/0000-0003-1977-0913; Енукашвили А.И. - к.б.н., доцент, orcid.org/0000-0003-1637-9847; Иванова К.П. - ассистент, orcid.org/0000-0001-5373-4794
Санкт – Петербургский государственный университет ветеринарной медицины

Ключевые слова: белковый обмен, тяжелые металлы, отравление, рыбы, свинец, цинк, кадмий, медь, карп. **Keywords:** protein metabolism, heavy metals, poisoning, fish, lead, zinc, cadmium, copper, carp.



РЕФЕРАТ

Статья посвящена оценке токсического воздействия тяжелых металлов при кратковременной экспозиции на организм рыб. Цель исследования - изучение показателей обмена белков у карпа после воздействия 10 предельно-

допустимых концентраций ацетата кадмия, свинца, цинка и меди. В ходе опыта было сформировано 5 групп рыб - 1 контрольная группа (10 рыб), 4 подопытные группы - по 10 рыб, содержащихся в растворах ацетата свинца ($Pb(CH_3COO)_2$) с концентрацией 0,06 мг/л (превышение предельно допустимой концентрации свинца для вод рыбохозяйственного назначения в 10 раз), ацетата кадмия ($Cd(CH_3COO)_2$) с концентрацией 0,05 мг/л, ацетата меди ($Cu(CH_3COO)_2$) с концентрацией 0,01 мг/л и ацетата цинка ($Zn(CH_3COO)_2$) с концентрацией 0,1 мг/л соответственно в течение 4 часов. Были определены и проанализированы концентрация общего белка, концентрации альбуминов и глобулинов сыворотки крови. Установлено увеличение общего белка и глобулинов сыворотки крови при оценке влияния всех исследуемых металлов, а также снижение концентрации альбуминов вследствие отравления ацетатом цинка и кадмия и повышение концентрации альбуминов вследствие отравления ацетатом свинца и меди.

ВВЕДЕНИЕ

Тяжелые металлы являются загрязнителями окружающей среды, они представляют особую опасность для организмов и биоценозов. Опасность эта заключается в том, что данные соединения обладают токсичным действием, а также способны

к биоаккумуляции - т.е. накоплению в живых организмах. А последствия данного влияния на биологические системы часто непредсказуемы. [9,15].

Пути поступления свинца в водные объекты могут быть как атмосферными, так и водными и наземными. Как природ-

ные, так и антропогенные источники вносят свинец в окружающую среду, но атмосферное рассеивание свинца, в первую очередь от его использования в качестве присадки к топливу, сделало его широко распространенным и стойким загрязнителем в мире. За исключением районов с высокой минерализацией свинца, естественное выветривание способствует относительно незначительным количествам свинца в водной среде на местном уровне по сравнению с антропогенными источниками. Всего антропогенное поступление свинца в водные экосистемы оценивается, по мнению Перевозникова М.А. [7], в 138000 тонн в год, хотя большинство из этого (около 100000 т) было связано с атмосферными осадками. Обработка металла и его изготовление, осаждение сточных вод и бытовые сточные воды представлены другими крупными антропогенными сбросами. Небольшое загрязнение свинцом тоже может вызвать некоторые неблагоприятные последствия для здоровья и воспроизводства рыб. Установлено, что свинец ингибирует активность ацетилхолинэстеразы, а также вызывает, как отмечают Delistraty D. and Stone A. [13], патологические изменения в тканях и органах рыб и ухудшает, согласно научной работе Rubio R. и др., [16], эмбриональное и личиночное развитие некоторых видов рыб.

Источники попадания соединений Cd во внешнюю среду включают: эрозию горных пород (например, фосфатной породы), вулканическую активность; а также антропогенные источники, связанные с добычей и плавлением цинковых, свинцовых и медных руд, использованием фосфорных удобрений, использованием ископаемого топлива, торфа и древесины а процессах получения энергии, а также производством цемента. Около трети случайного поступления кадмия в водные объекты приходится на производство и применение удобрений на основе фосфора [6, 11]. Основными путями поступления соединений кадмия в организм рыб являются жабры и ЖКТ. По мнению некоторых исследователей, этот тяжелый металл

способен изменять трофический уровень водоемов на протяжении столетий. Chowdhury M.J. [12] и Melgar M.J. [14] в результате своих исследований выяснили, что данный токсикант аккумулируется в основном в почках, печени и жабрах пресноводных рыб, но он также может депонироваться в сердцах и других тканях и вызывать патологические изменения различной степени тяжести в вышеупомянутых органах.

Цинк и его соединения широко используются в промышленности и медицине. Основными источниками соединений цинка, по мнению Персиковой Т.Ф. [8] и Давыдовой О.А. [2], являются окисленное железо, хлорид цинка, используемый в сантехнике, и краски, содержащие цинк. Главными путями поступления данного тяжелого металла в водные объекты являются процессы эрозии горных пород и промышленные сточные воды. Несмотря на то, что цинк является активным микроэлементом, необходимым для нормального функционирования организма как млекопитающих, так и рыб, многие соединения этого тяжелого металла, особенно в высоких концентрациях, могут приносить организму вред [1].

Медь может поступать в водные объекты вместе с промышленными выбросами и стоками предприятий цветной металлургии, в результате использования сельскохозяйственных удобрений, топлива, при процессах сварки. Многие соединения меди обладают токсичным для живых организмов действием. При этом такой элемент, как Cu, необходим для животных и растительных организмов в качестве микроэлемента.

Такие показатели белкового обмена, как общий белок, альбумины и глобулины являются важными индикаторами состояния как животных, так и рыб.

Цель данных исследований: изучение показателей белкового обмена карпа вследствие воздействия 10 ПДК ацетата свинца, кадмия, меди и цинка при кратковременной экспозиции.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование было проведено на кафедре биохимии и физиологии животных

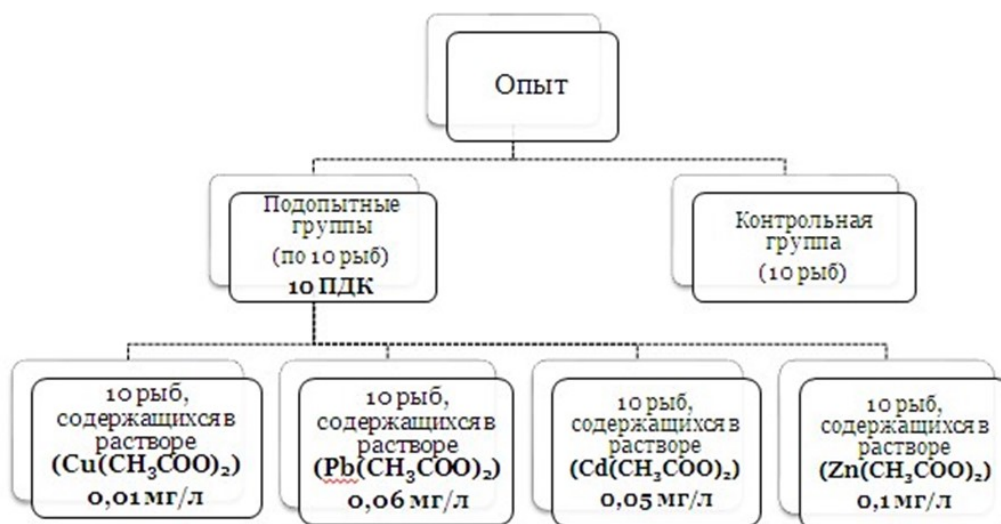


Рисунок 1. Схема опыта.

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины» в 2016-2019 году.

Для опыта был использован карп обыкновенный (*Cyprinus carpio*). Схема опыта представлена на рисунке 1.

Экспозиция в токсических растворах тяжелых металлов составила 4 часа для всех подопытных групп. Кровь отбирали из сердца по стандартной методике. Уровень общего белка сыворотки крови определяли на приборе КФК-2, в основе метода лежит реакция белков в щелочной среде с ионами меди с образованием комплексных соединений (биуретовая реакция) [2]. Уровень альбуминов и глобулинов в сыворотке крови определяли фотометрически с использованием диагностических наборов реагентов фирмы «Витал» [6].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Результаты опыта представлены в таблице 1.

Изучение воздействия 10 предельно-допустимых концентраций тяжелых металлов на концентрацию общего белка в крови карпов были выявлены следующие изменения: достоверное повышение концентрации ОБ до 7,97 % по

сравнению с показателем контрольной группы.

Повышение белка может наблюдаться вследствие некроза тканей, а также выхода в плазму крови белков гамма-глобулинов для борьбы с токсическим агентом. Повышение концентрации общего белка у карпов в наших исследованиях соотносится с данными Лукьяненко В.И. [3].

При исследовании воздействия 10 предельно-допустимых концентраций тяжелых металлов на концентрацию альбуминов в сыворотке крови рыб наблюдалось достоверное повышение концентрации альбуминов до 12,02 % по сравнению с показателем контрольной группы. Такой эффект оказывает ацетат меди. В остальных же случаях мы наблюдаем снижение показателя до 5,48%. При этом медь оказывает наиболее сильное воздействие на повышение изучаемого показателя, а цинк на снижение.

При исследовании воздействия 10 предельно-допустимых концентраций тяжелых металлов на концентрацию глобулинов в крови карпов наблюдается достоверное повышение концентрации глобулинов до 15,66 % по сравнению с показателем

Таблица 1

Воздействие тяжелых металлов на показатели белкового обмена сыворотки крови карпа ($M \pm m$, $n=50$)

	Единицы измерения	Контрольная группа ($n=10$)	Подопытные группы, 10 ПДК ($n=40$)			
			Zn(CH ₃ COO) ₂	Pb(CH ₃ COO) ₂	Cu(CH ₃ COO) ₂	Cd(CH ₃ COO) ₂
Общий белок	г/л	33,3±0,84	35,7±0,57*	34,96±0,52	35,95±0,72**	35,36±0,67
Альбумины	г/л	11,87±0,4	11,22±0,3	11,95±0,24	12,02±0,42	11,82±0,45
Глобулины	г/л	21,43±0,88	24,48±0,48*	23,01±0,5	23,93±0,82	23,54±0,63

* $p \leq 0,05$, при сравнении группы опыта с группой контроля

** $p \leq 0,01$, при сравнении группы опыта с группой контроля

телем контрольной группы. Также необходимо отметить, что наиболее сильное воздействие на повышение изучаемого показателя оказывает свинец.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные нами данные изменения концентрации общего белка, а также альбуминов и глобулинов, вследствие токсического воздействия тяжелых металлов, соотносятся с данными Дохолян В.К. [1] и Лукьяненко В.И. [3], согласно которым, при изменении уровня протеинемии, относительное содержание альбуминов всегда снижается, а относительное содержание α - и β -глобулинов, как правило, увеличивается. Такое направление изменений становится понятным, если учесть, что печень, представляющая собой основной орган, в котором происходят процессы детоксикации чужеродных веществ (ксенобиотиков), одновременно - является и местом синтеза альбуминов. При нарушениях функций печени у отравленных рыб должен угнетаться и синтез альбуминов.

Оценка влияния различных предельно-допустимых концентраций тяжелых металлов (цинка, меди, кадмия и свинца) показала максимальное повышение общего белка сыворотки крови карпа вследствие воздействия ацетатов свинца и меди. Максимальное влияние на повышение концентрации альбуминов оказывает ацетат кадмия, на повышение глобулинов –

ацетаты цинка и меди.

ANALYSIS OF SHORT-TERM EFFECTS OF HEAVY METALS ON PROTEIN METABOLISM IN CARP

Karpenko L. Yu.— Doctor of Biology Sciences, professor; Polistovskaya P. A.— assistant; Enukashvili A. I.— PhD of sciences, docent; Ivanova K. P. assistant; Saint Petersburg state University of veterinary medicine

SUMMARY

The article is devoted to assessing the toxic effects of heavy metals during short-term exposure to fish. the aim of the study was to study the indicators of protein metabolism in carp after exposure to 10 maximum permissible concentrations of lead acetate, cadmium, zinc and copper. During the experiment, 5 groups of fish were formed - 1 control group (10 fish), 4 experimental groups – 10 fish each, which were contained in solutions of lead acetate (Pb(CH₃COO)₂) with a concentration of 0.06 mg/l (exceeding the maximum permissible concentration of lead for fisheries waters by 10 times), cadmium acetate (Cd (CH₃COO)₂) with a concentration of 0.05 mg/l, copper acetate (Cu(CH₃COO)₂) with a concentration of 0.01 mg/l and zinc acetate (Zn (CH₃COO)₂) with a concentration of 0.1 mg/l, respectively, for 4 hours. The concentration of total protein, albumins, and globulins in blood serum was studied. An in-

crease in total protein and serum globulins was found when evaluating the effect of all the studied metals, as well as a decrease in the concentration of albumins due to poisoning with zinc and cadmium acetate and an increase in the concentration of albumins due to poisoning with lead and copper acetate.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дабахов М.В. Тяжелые металлы: Эко-токсикология и проблемы нормирования, Монография/М.В. Дабахов, Е.В. Дабахова, В.И. Титова. - Н. Новгород: Изд-во ВВАГС, 2005. — 165 с.
2. Давыдова, О.А. Влияние физико-химических факторов на содержание тяжелых металлов в водных экосистемах: монография/ О.А. Давыдова, Е.С. Климов, Е.С. Ваганова, А.С. Ваганов; подред. Е.С. Климова. -Ульяновск: УлГТУ, 2014. — 167 с.
3. Дохолян В. К. Экологическая физиология рыб/В.К. Дохолян, Г.С.Шлейфер, Т. П. Ахмедова. —Киев, 1976, ч. 1, С. 69-70.
4. Кондрахин И.П. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики. - М.: "КолосС", 2004. - 520 с.
5. Лукьяненко В.И. Общая ихтиотоксикология.- М., 1983,- С. 20-21.
6. Майстренко В.Н., Хамитов Р.З., Будников Г.К. Эколого-аналитический мониторинг суперэкоотоксикантов. - М.: Химия, 1996. - 319 с.
7. Перевозников М.А. Многофакторное загрязнение Ладожского озера и его эпизоотическое состояние/ М.А. Перевозников, Е.А. Богданова// Крупные озера Европы – Ладожское и Онежское. Петрозаводск, 1996. С. 61-62.
8. Персикова Т.Ф. Тяжелые металлы и окружающая среда: лекция для студентов сельхозвузов / Т.Ф. Персикова, Н.П. Решетский. - Бел.с/х академия. - Горки: 2015. - 40 с.
9. Полистовская П.А., Влияние тяжелых металлов на механическую прочность эпителия кишечника карпа / Полистовская П.А., Енукашвили А.И., Карпенко Л.Ю. // Актуальные вопросы ветеринарной биологии № 1 (41), 2019.- С. 41-44.
10. Титц Н.У. Энциклопедия клинических лабораторных тестов. - М.: Изд-во "Лабинформ", 1997. - 960 с.
11. Baldisserotto, B., Chowdhury, M. J., and Wood, C. M., Effects of dietary calcium and cadmium on cadmium accumulation, calcium and cadmium uptake from the water, and their interactions in juvenile rainbow trout// Aquatic Toxicology. - 2005. - W. 72. - №. 1-2. - P. 99-117.
12. Chowdhury M. J., McDonald D. G., Wood C. M. Gastrointestinal uptake and fate of cadmium in rainbow trout acclimated to sublethal dietary cadmium //Aquatic Toxicology. - 2004. - T. 69. - №. 2. - С. 149-163.
13. Delistraty D., Stone A. Dioxins, metals, and fish toxicity in ash residue from space heaters burning used motor oil // Chemosphere. - 2007. - T. 68. - №. 5. - С. 907-914.
14. Melgar M. J. et al. The toxic and accumulative effects of short-term exposure to cadmium in rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) //Veterinary and human toxicology. - 1997. - T. 39. - №. 2. - С. 79-83.
15. Polistovskaya P.A. Desquamation of intestinal epithelium as indicator of toxicosis in fish. / L. Yu. Karpenko, A.A. Bakhta, K.P. Kinarevskaya, A.I. Enukashvili // International scientific and practical conference "Agrosmart - smart solutions for agriculture" (Agrosmart 2018), Tyumen, 16-20 июля 2018 г. P.569-573.
16. Rubio R. et al. Histological and electron microscopical observations on the effects of lead on gills and midgut gland of *Procambarus clarkii* //Toxicological & Environmental Chemistry. - 1991. - T. 31. - №. 1. - С. 347-352.