

УДК [574.64: 574.5] (285.3) (477-25)

ТЯЖЁЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ОРГАНАХ И ТКАНЯХ РЫБЫ ОЗЁР СИНЕЕ И ГОЛУБОЕ (МАССИВ ВИНОГРАДАРЬ, г. КИЕВ)

Ю.М. СЫТНИК

Институт гидробиологии НАН Украины, г. Киев

Изучено содержание тяжёлых металлов (Pb, Cd, Cu, Zn) в органах и тканях некоторых видов рыбы озёр Синее и Голубое (массив Виноградарь, г. Киев). Исследования были проведены летом и осенью 2003 г.

Эффективное регулирование качества окружающей природной среды базируется на адекватной информации о загрязнениях и изменениях состояния экосистем под влиянием техногенных выбросов в атмосферу. В частности, накопление тяжёлых металлов в компонентах городских экосистем является одним из показателей экологического состояния территории. Поэтому получение объективных данных о накоплении тяжёлых металлов в компонентах урбанизированных экосистем является основой экологического мониторинга. Из-за постоянно возрастающего загрязнения окружающей среды в современных условиях почти все элементы Периодической системы Д.И. Менделеева выступают в роли загрязнителей среды обитания человека [1–5].

Особую опасность биоте и человеку несут не все металлы, а лишь некоторые из них. К таким металлам относятся — ртуть, свинец, кадмий, кобальт, никель, цинк, олово, медь, молибден, ванадий, сурьма [2, 3]. На первый взгляд, все перечисленные металлы — природная часть окружающей среды, они входят в состав горных пород, грунтов, водоемов, фиксируются во всех живых организмах. Однако, антропогенные и техногенные процессы и их тесное объединение существенно изменили природные потоки химических элементов, и такие, что определяют эколого-токсикологическую ситуацию в отдельных регионах и во всем мире, везде соединяются с полиэлементной химизацией окружающей среды по цепи: источника выбросов — депонирующие и транспортирующие среды — организм человека.

Население водоемов, в том числе и рыба, взаимосвязано с абиотическими (грунт, вода с растворенными в ней солями) факторами водной среды. Рыба является важным звеном в непрерывном круговороте микро- и макроэлементов — металлов водоема, что принадлежат к группе незаменимых для нормальной жизнедеятельности живых организмов. Эти элементы (цинк, медь, железо, магний, марганец, кобальт и др.) играют большую роль в протекании целого ряда физиологических и биохимических процессов, через непосредственное влияние на активность ферментов и ферментативных комплексов [4, 5].

Значительное возрастание содержания этих элементов в среде и как следствие, в организме (органах и тканях) водных животных может отрицательно отразиться на стабильности экосистемы водоема, так как многие из микроэлементов группы тяжёлых металлов могут при определенных концентрациях проявлять токсичное действие. Поэтому с целью контроля качества рыбы и мониторинга химического и биологического состояния водных экосистем необходимо знать уровни содержания микроэлементов в ихтиофауне наших водоемов [6, 7].

Надлежит подчеркнуть, что при концентрациях, которые превышают нормальное (для данного организма) содержание металлов в органах и тканях, исчезает граница между их “физиологическим” и “нефизиологическим” действием. По мере увеличения концентраций в окружающей среде и соответственно в живых организмах каждый элемент

начинает действовать как токсическое вещество [4].

Согласно действующему законодательству в Украине с 1990 года в рыбе нормируется содержание лишь некоторых токсических элементов, а именно: ртути, свинца, кадмия, меди, цинка, олова и мышьяка [1].

Цель данной работы состояла в изучении содержания и распределения свинца, кадмия, меди и цинка в различных органах и тканях рыбы озёр Синее и Голубое (массив Виноградарь, г. Киев).

Высокая токсичность и миграционная способность свинца, кадмия, меди и цинка требует проведение полевых и экспериментальных работ по определению содержания этих металлов в органах и тканях рыб в природных и искусственных водоёмах.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Изучение содержания свинца, кадмия, меди и цинка в органах и тканях проводили на рыбах озёр Синее и Голубое. Эти озера расположенные на северо-западе г. Киева (Шевченковский район, массив Виноградарь).

Озеро Синее находится на окраине лесопарковой зоны, имеет песчаные берега. Площадь водного зеркала составляет 2,8 га, площадь прибрежной полосы — 11,0 га. Берега на 3/4 — песчаные, на 1/4 — заросли высшей водной растительностью — рогоз, манник, телорез, рдесты и прочие виды прибрежно-водных и полупогруженных высших водных растений. Есть также нитчатые зеленые водоросли рода Кладифора. В озере водятся щука, карась серебряный, карась золотой, пескарь, верховка, плотва, густера, уклея, окунь, щиповка. Глубины в озере не превышают 3,0–4,5 м, в основном составляют 1,0–2,0 м.

Озеро Голубое расположено неподалеку от озера Синее, на этом же массиве среди жилых домов. Была проведена реконструкция озера, оно имеет сейчас бетонные стены. Питание озера — подземные источники и поверхностный сток. Озеро значительно заросло полупогруженной и погруженной высшей водной растительностью, а также нитчатыми водорослями рода Кладифора. Данное озеро сильно загрязнено бытовым сором

(доски, ящики деревянные и металлические, пластиковая тара и пр.). Глубины озера от 0,5 м возле северной стенки до 6–7 метров возле южной, в среднем — 3,0 м. В озере водятся щука, карась серебряный, густера, окунь, верховка, уклея, плотва, красноперка, горчак.

Рыбу из озёр Синее и Голубое вылавливали мальковой волокушей (длина 25 м) летом (июнь) и осенью (сентябрь) 2003 г. Часть видов была разделена на органы и ткани — чешуя, плавники, жаберы, мышцы, печень (оз. Синее: щука, карась серебряный, карась золотой, плотва; щиповка, горчак; оз. Голубое: щука, карась серебряный, окунь, плотва).

Содержание тяжелых металлов, а именно свинца, кадмия, меди и цинка изучали методом атомно-абсорбционной спектrophотометрии в предварительно подготовленных образцах. Органы и ткани рыб помещали в раствор концентрированной азотной кислоты и сжигали на песчаной бане в колбах Кьельдаля в течение 6–12 часов до исчезновения цвета (окрашивания) раствора. Разбавляли бидистиллятом до 20 мл. Навеска сырой ткани или органа рыбы — 2 грамма. Определение проводили на атомно-абсорбционном спектрофотометре AAS-3 (фирма “Карл Цейсс”, Германия).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В табл. 1 и 2 представлены полученные результаты за 2 сезона — лето и осень 2003 г.

Полученные результаты свидетельствуют о значительном антропогенном загрязнении тяжелыми металлами, в частности свинцом и кадмием, рыбы данных озёр. По этим результатам можно сделать выводы, что практически все ткани хищных рыб оз. Синее являются наиболее загрязненными. Материалы исследования позволяют утверждать, что зафиксирована типичная цепь накопления металлов в пресноводных рыбах (от min к max), что прямо зависит от типа питания, а именно: бентофаги (красноперка > плотва > карась золотой > вьюн > карп — хищники (щука)). Необходимо отметить, что данная тенденция наблюдается в сильно загрязненных водоемах, при этом бентофаги накапливают больше

Таблица 1. Содержание свинца, кадмия, меди и цинка в органах и тканях рыбы озера Синее (массив Виноградарь, г. Киев), лето-осень 2003 г., $n = 6$, $M \pm m$, мг/кг сырой массы

Органы и ткани	Pb	Cd	Cu	Zn
ЛЕТО 2003 г.				
<i>Щука</i>				
Чешуя	3,12±0,43	0,12±0,01	3,18 ±0,40	37,11±0,67
Плавники	4,45±0,21	0,09±0,02	1,90±0,19	33,42±0,39
Мышцы	1,40±0,17	0,11±0,02	2,15±0,20	22,88±0,61
Печень	2,85±0,31	0,17±0,03	4,79±0,37	30,88±0,81
Жабры	3,45±0,10	0,10±0,01	2,42±0,40	29,87±0,90
<i>Плотва</i>				
Чешуя	1,73±0,05	0,10±0,01	2,95±0,17	33,17±0,17
Плавники	1,92±0,11	0,09±0,03	2,40±0,23	29,20±0,10
Мышцы	0,63±0,07	0,15±0,01	1,67±0,42	20,11±0,67
Печень	1,13±0,03	0,11±0,02	2,00±0,27	26,17±0,14
Жабры	1,45±0,09	0,07±0,01	1,80±0,42	25,12±0,60
<i>Красноперка</i>				
Чешуя	1,92±0,12	0,11±0,01	2,64±0,11	35,17±0,61
Плавники	1,43±0,10	0,07±0,01	2,35±0,17	30,11±0,70
Мышцы	0,85±0,07	0,09±0,01	1,87±0,39	29,18±0,75
Печень	1,12±0,03	0,09±0,03	4,95±0,19	26,17±0,61
Жабры	1,51±0,11	0,13±0,01	1,77±0,16	26,88±0,59
<i>Карась серебряный</i>				
Чешуя	2,73±0,11	0,17±0,01	2,30±0,24	32,33±0,88
Плавники	3,43±0,21	0,21±0,02	1,75±0,19	39,87±0,61
Мышцы	1,62±0,10	0,15±0,03	1,80±0,12	23,12±0,20
Печень	1,80±0,07	0,11±0,01	6,88±0,41	41,40±0,18
Жабры	2,40±0,04	0,14±0,01	1,66±0,20	37,20±0,11
<i>Щиповка</i>				
Плавники	2,95±0,42	0,10±0,02	1,80±0,10	22,19±0,45
Мышцы	1,48±0,17	0,07±0,01	1,62±0,14	29,38±0,23
Печень	1,95±0,11	0,12±0,03	3,12±0,22	25,12±0,61
Жабры	2,15±0,13	0,17±0,02	2,05±0,20	23,12±0,88
<i>Горчак</i>				
Чешуя	3,42±0,24	0,10±0,01	2,11±0,07	42,17±0,20
Плавники	4,11±0,41	0,09±0,02	2,00±0,17	39,88±0,19
Мышцы	1,93±0,17	0,07±0,02	1,18±0,08	30,11±0,61
Печень	2,12±0,13	0,13±0,01	2,40±0,18	33,07±0,23
Жабры	3,52±0,21	0,10±0,01	1,24±0,11	40,87±0,40
ОСЕНЬ 2003 г.				
<i>Щука</i>				
Чешуя	4,45±0,11	0,14±0,01	3,20±0,23	35,19±0,81
Плавники	4,70±0,20	0,07±0,02	2,11±0,18	30,11±0,67
Мышцы	1,72±0,13	0,13±0,02	2,07±0,11	23,29±0,95

Органы и ткани	Pb	Cd	Cu	Zn
Печень	2,90±0,17	0,19±0,01	3,67±0,42	18,17±0,39
Жабры	3,74±0,10	0,08±0,02	2,22±0,40	26,11±0,88
<i>Плотва</i>				
Чешуя	3,17±0,11	0,11±0,03	2,80±0,60	39,17±0,83
Плавники	1,98±0,09	0,07±0,02	2,27±0,20	27,11±0,44
Мышцы	0,60±0,07	0,20±0,01	1,80±0,30	20,17±0,19
Печень	1,10±0,09	0,17±0,04	1,90±0,20	28,94±0,61
Жабры	1,90±0,11	0,09±0,03	1,70±0,11	24,12±0,25
<i>Красноперка</i>				
Чешуя	2,40±0,13	0,13±0,01	2,50±0,16	39,74±0,35
Плавники	1,73±0,09	0,07±0,03	1,90±0,11	30,12±0,61
Мышцы	0,61±0,07	0,14±0,02	1,61±0,20	25,78±0,65
Печень	1,40±0,11	0,09±0,02	5,12±0,40	33,19±0,84
Жабры	1,50±0,17	0,17±0,04	1,85±0,11	36,11±0,44
<i>Карась серебряный</i>				
Чешуя	3,01±0,23	0,20±0,04	2,61±0,20	30,11±0,80
Плавники	3,70±0,19	0,23±0,01	1,90±0,41	35,72±0,61
Мышцы	1,23±0,40	0,19±0,02	1,61±0,17	24,15±0,66
Печень	1,60±0,08	0,11±0,02	5,00±0,29	30,19±0,65
Жабры	2,85±0,10	0,15±0,03	1,42±0,40	35,88±0,72
<i>Щиповка</i>				
Плавники	3,00±0,09	0,18±0,02	1,90±0,17	25,88±0,49
Мышцы	1,68±0,08	0,11±0,03	1,80±0,15	21,18±0,74
Печень	1,90±0,11	0,13±0,04	2,91±0,20	20,88±0,95
Жабры	2,00±0,17	0,17±0,03	2,10±0,37	25,19±0,44
<i>Горчак</i>				
Чешуя	3,60±0,09	0,18±0,02	2,00±0,1	36,11±0,77
Плавники	3,93±0,41	0,07±0,03	1,88±0,40	40,12±0,81
Мышцы	1,45±0,23	0,07±0,02	1,00±0,15	31,99±0,73
Печень	2,00±0,14	0,11±0,01	2,11±0,33	38,78±0,40
Жабры	3,00±0,17	0,07±0,03	1,40±0,25	33,11±0,81

загрязняющих веществ, чем хищники. Эта закономерность в условиях городской зоны Киева установилась после аварии на Чернобыльской АЭС и последовавшим радиационным и химическим (тяжелые металлы, особенно, свинец) загрязнением в результате самой аварии и мероприятий по ее ликвидации [8].

Выше приведенные закономерности можно подтвердить результатами исследования содержания металлов в органах и тканях рыб, которые изучались. При ана-

лизе распределения металлов по органам и тканям рыб нельзя выделить какие-либо особенности, то есть наибольшая их часть присутствует в органах и тканях, которые богаты Ca^{2+} . Следовательно, родственность металлов с валентностью $2+$ к Ca^{2+} и возможность замены последнего при его дефиците или избыточном поступлении близких по валентности Pb^{2+} и Cd^{2+} . Анализируя содержание Cd^{2+} в органах и тканях исследуемых видов рыбы оз. Синее следует отметить его аналогичность по

Таблица 2. Содержание свинца и кадмия в органах и тканях рыбы озера Голубое (массив Виноградарь, г. Киев), лето 2003 г., $n = 6$, $M \pm t$, мг/кг сырой массы

Органы и ткани	Pb	Cd	Cu	Zn
<i>Щука</i>				
Чешуя	1,43±0,11	0,10±0,01	2,88±0,029	25,19±0,85
Плавники	2,23±0,11	0,14±0,04	1,67±0,11	27,88±0,44
Мышцы	0,61±0,07	0,06±0,02	2,00±0,19	18,11±0,25
Печень	0,85±0,06	0,18±0,01	3,67±0,42	20,73±0,44
Жабры	0,90 ±0,07	0,09±0,03	2,19±0,39	30,11±0,90
<i>Плотва</i>				
Чешуя	1,00±0,04	0,07±0,01	2,42±0,27	25,78±0,63
Плавники	0,85±0,10	0,09±0,01	2,11±0,16	28,20±0,81
Мышцы	0,52±0,07	0,04±0,01	1,80±0,19	23,11±0,61
Печень	0,60±0,06	0,11±0,02	3,00±0,29	20,15±0,45
Жабры	0,45±0,05	0,08±0,03	1,93±0,19	27,22±0,61
<i>Горчак</i>				
Чешуя	1,40±0,23	0,08±0,03	1,90±0,27	28,15±0,65
Плавники	1,95±0,33	0,07±0,02	1,88±0,19	31,12±0,40
Мышцы	0,80±0,41	0,04±0,02	1,23±0,27	27,27±0,64
Печень	0,75±0,24	0,11±0,01	3,05±0,49	20,78±0,60
Жабры	0,62±0,11	0,07±0,02	1,61±0,19	29,18±0,43
<i>Карась золотой</i>				
Чешуя	0,95±0,10	0,10±0,01	2,85±0,40	20,11±0,40
Плавники	1,10±0,09	0,13±0,01	2,11±0,23	25,78±0,23
Мышцы	0,62±0,03	0,09±0,02	2,00±0,25	21,11±0,44
Печень	0,85±0,17	0,11±0,02	4,07±0,49	31,12±0,61
Жабры	0,40±0,06	0,10±0,03	2,61±0,53	23,78±0,61
<i>Щиповка</i>				
Плавники	2,00±0,07	0,07±0,04	2,23±0,47	30,78±0,66
Мышцы	0,54±0,08	0,04±0,04	1,88±0,45	18,77±0,60
Печень	0,45±0,06	0,11±0,01	5,19±0,42	20,18±0,44
Жабры	0,37±0,07	0,08±0,03	3,00±0,60	21,25±0,12

отношению к свинцу, как в содержании в организме, его органах и тканях, так и в распределении по последним. Разница лишь в степени (или порядке) единиц содержания и соответственно степени его накопления.

Типично распределение меди в организме изученных видов рыб озерных экосистем с максимумом в печени. Распределение цинка также типично для рыб озерных экосистем с большим антропогенным влиянием.

Оз. Голубое отличается по своим гидробиологическим (которые обусловлены

гидрологическими и гидрохимическими) особенностями от оз. Синее. Озеро было очищено и реконструировано, берега утратили природное состояние и были забетонированы и покрыты плитами. Тем не менее, озеро сохранило природное родниковое питание и даже, на северной стороне, природные глубины (5,5–6,0 м). Но в связи с инженерными решениями в озеро поступает вся дождевая вода с прилегающих территорий. Накопление свинца и кадмия в 2–5 раз меньше, чем в оз. Синее. Особо нужно выделить, что этот процесс обусловлен максимальной

заростаємостью данного озера вишшей водной растительностью (различные виды рдестов и прибрежноводные растения) и в особенности зелеными нитчатыми водорослями рода *Cladophora* (по определению — два вида *Cladophora fracta* L. и *Cladophora glomerata* L.). Как раз при наличии таких растительных биофильтров и имеем относительную чистоту данного озера, по сравнению с оз. Синее.

Также можно отметить значительно меньшее количество цинка и меди в органах и тканях рыбы из оз. Голубое. Что опять же можно объяснить большей ролью (и значительной массой погру-

женной вишшей водной растительности и нитчатых водорослей) в поглощении данных металлов из водной среды. Нельзя не отметить, что основными источниками поступления загрязнений для данных озер являются атмосферные осадки и вещества, которые они смывают с прилегающих территорий.

ВЫВОДЫ

Озера Синее и Голубое испытывают сильнейший антропогенный пресс, одним из последствий которого является накопление тяжёлых металлов в органах и тканях рыбы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анисова С.Н., Лесников Л.А., Минаева Т.В., Ляшенко С.Ф. Обобщенный перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. — М., 1990. — 46 с.
2. Петухов А.С., Морозов Н.П., Добрусин М.С. Распределение микроэлементов группы тяжелых и переходных металлов в органах и тканях рыб / Экологические аспекты химического и радиоактивного загрязнения водной среды. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. — С. 41–47.
3. Кузубова Л.И. Токсиканты в пищевых продуктах. — Новосибирск, 1990. — 127 с.
4. Горвая С.Л., Столярова С.Д. Физиолого-биохимические показатели рыб водоемов Белорусии. — Минск: Наука и техника, 1984. — 157 с.
5. Трахтенберг И.М., Колесников В.С. Луковенко В.П. Тяжелые металлы во внешней среде. Современные гигиенические и токсикологические аспекты. — Минск: Наука и техника, 1994. — 285 с.
6. Никаноров А.М., Жулидов А.В., Покаржевский А.Ф. Биомониторинг тяжелых металлов в пресноводных экосистемах. — Л.: Гидрометеиздат, 1985. — 144 с.
7. Никаноров А.М., Жулидов А.В. Биомониторинг металлов в пресноводных экосистемах. — Л.: Гидрометеиздат, 1990. — 327 с.
8. Арсан О.М., Сьтник Ю.М., Шаповал Т.М. та ін. Еколого-токсикологічні дослідження внутрішніх водойм Києва // Наукові записки Тернопільського педуніверситету ім. Володимира Гнатюка. Серія Біологія. Спеціальний випуск: ГІДРОЕКОЛОГІЯ. — 2001. — 3 (14). — С. 176–177.

ВАЖКІ МЕТАЛИ В ОРГАНАХ І ТКАНИНАХ РИБИ ОЗЕР СИНЕ ТА ГОЛУБЕ (МАСИВ ВІНОГРАДАР, м. КИЇВ)

Ю.М. Сьтник

Досліджено вміст важких металів (Pb, Cd, Cu, Zn) в органах та тканинах деяких видів риби озер Синє та Голубе (масив Виноградар, м. Київ) влітку та восени 2003 р.

HEAVY METALS IN THE ORGANS AND TISSUES OF FISH LAKES SINIEIE AND GOLUBOIE (KYIV)

Yu. Sytnyk

The content of heavy metals (Pb, Cd, Cu, Zn) in the organs and tissues of some species of fish of lakes Sinieie and Goluboie (Kyiv City, Ukraine) in summer and autumn 2003 are presented.