

aktual'nyh jekologicheskikh problem : mat-ly Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – Astrahan' : AGTU, 2008. – S. 230–233.

УДК 574.587

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДОННЫХ ОРГАНИЗМОВ В КАЧЕСТВЕ
ПРИРОДНЫХ ИНДИКАТОРОВ КАЧЕСТВА ВОДЫ
В ЭКОСИСТЕМЕ ДЕЛЬТЫ И АВАНДЕЛЬТЫ РЕКИ ВОЛГИ**

Юлия Николаевна Шаплыгина, аспирант кафедры экологии и биологии растений Астраханского государственного университета

Татьяна Федоровна Курочкина, доктор биологических наук, профессор кафедры экологии и БЖД Астраханского государственного университета

Астраханский государственный университет,
414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1,
e-mail: shaplugina@yandex.ru ,e-mail: kurtf@mail.ru

*Поведение металлов в природных средах во многом зависит от специфичности миграционных форм и вклада каждой из них в общую концентрацию металла в экосистеме. Наибольшую опасность представляют лабильные формы, которые характеризуются высокой биохимической активностью и накапливаются в биосредах. Проведенные исследования, направленные на изучение накопительной способности пресноводных моллюсков, выявление количественного содержания тяжелых металлов, нефтяных углеводородов, показали, что данный вид организмов, осуществляя детоксикацию особо опасных загрязнителей, играет положительную роль в процессах самоочищения дельты р. Волги и является барьером для поступающих взвешенных минеральных веществ. Результаты исследований позволяют использовать пресноводных моллюсков видов *Unio* и *Anadonta* для биологической очистки водоемов за счет искусственного восстановления видового состава данных организмов.*

Ключевые слова: пресноводные моллюски, загрязнение окружающей среды, очищение пресноводных водоемов, сорбция тяжелых металлов, биоиндикаторы, миграции тяжелых металлов.

**USE OF GROUND ORGANISMS AS NATURAL INDICATORS OF WATER QUALITY
IN THE ECOSYSTEM OF THE VOLGA DELTA AND AVANDELTA**

Shaplygina Yuliya N., Kurochkina Tatyana F.

*Astrakhan State University,
414000, Astrakhan, Shaumyana square, 1,
e-mail: shaplugina@yandex.ru, kurtf@mail.ru*

*The researches directed on studying memory ability of fresh-water mollusks, revealing the quantitative maintenance of heavy metals and oil hydrocarbons have shown that the kind of organisms given, carrying out a detoxication of especially dangerous pollutants, plays a positive role in processes of self-cleaning of delta of the Volga river and is a barrier for the arriving weighed mineral substances. The results of researches allow to use fresh-water mollusks of *Unio* and *Anadonta* kinds for biological clearing of reservoirs at the expense of artificial restoration of specific structure of the organisms given.*

Key words: fresh-water mollusks, environmental pollution, clarification of fresh-water reservoirs, bioindicators, migrations of heavy metals.

Волга берет начало на Валдайской возвышенности на высоте 228 м над уровнем Мирового океана и несет свои воды на протяжении 3530 км в Арало-каспийскую впадину, где изливает их в Каспийское море на уровне 26 м ниже уровня океана, имея средний расход воды 7710 м³/с и обеспечивая 80 % всего стока воды в Каспий-

ское море. Самая большая река в Европе принимает около 200 притоков; левые – многоводнее правых; наиболее крупные – Кама и Ока. Общая длина всех рек и озер, входящих в волжский бассейн, составляет 78350 км. Площадь бассейна 1360000 км².

Каскад водохранилищ, строительство которого началось в 1930-х гг. прошлого столетия, радикально преобразовал всю экологическую систему Волги, оказал и продолжает оказывать мощное влияние на экосистему дельты.

За последнюю половину XX в. р. Волга подвергалась сильнейшим антропогенным воздействиям, изменившим многие стороны ее биологии, в том числе распределение и состав фауны и флоры.

Техногенное воздействие на природную среду водосборного бассейна превратило Волгу в главный коллектор сточных вод России. Ежегодно в Волгу поступает 2,5 км³ неочищенных и 7 км³ недостаточно очищенных сточных вод. Среднегодовая токсическая нагрузка на экосистемы Волги и ее притоков в пять раз превосходит среднегодовую токсическую нагрузку на водные экосистемы других регионов России [1]. Объем загрязняющих сточных вод, сбрасываемых в Волжскую речную систему, составляет около 40 % от общего объема таких вод, образующихся на территории России [5]. Наиболее характерные для бассейна Волги загрязняющие вещества – это нефтепродукты, тяжелые металлы, соединения железа и меди и легкоокисляемые органические соединения. В 1992 г. бассейн Волги и прибрежные территории Каспия названы «зонами экологической катастрофы».

В волжских водах содержание некоторых высокотоксичных веществ превышает ПДК в десятки раз: от 3 до 5, иногда до 35; тяжелых металлов, занимающих второе место по токсикологическим оценкам «стресс-индексов», второе место среди загрязняющих веществ – от 3 до 13 ПДК [2]. Уровень ртути в воде повысился от следовых количеств до 2–3 ПДК. Концентрация большинства тяжелых металлов в зоне проведения дноуглубительных работ увеличивается в воде в 1,5–4 раза по сравнению с фоновыми величинами.

Цель работы: исследовать накопление тяжелых металлов Zn, Cu, Cd и Pb и нефтепродуктов в донных организмах, обитающих в дельте р. Волги на примере моллюсков видов *Unio* и *Anadonta*.

Данный вид организмов был выбран для исследования не случайно, так как они ведут малоподвижный образ жизни и, соответственно, имеют небольшой радиус индивидуальной активности.

Анализ научной литературы по интересующему нас вопросу показал, что среди веществ, загрязняющих дельту Волги, второе место по токсикологическим оценкам «стресс-индексов» занимают тяжелые металлы, уступающие первое место по этому показателю только пестицидам.

К тяжелым металлам относят более 40 химических элементов с относительной плотностью более 6. Число же опасных загрязнителей, если учитывать токсичность, стойкость и способность накапливаться во внешней среде, а также масштабы распространения указанных металлов, значительно меньше. Прежде всего, представляют интерес те металлы, которые наиболее широко и в значительных объемах используются в производственной деятельности и в результате накопления во внешней среде представляют серьезную опасность с точки зрения их биологической активности и токсических свойств. К ним относят свинец, ртуть, кадмий, цинк, висмут, кобальт, никель, медь, олово, сурьму, ванадий, марганец, хром, молибден и мышьяк.

Роль тяжелых металлов двойственна. С одной стороны, они необходимы для нормального протекания физиологических процессов, а с другой – токсичны при повышенных концентрациях. Их соединения и ионы, попадая в организм, взаимодействуют с рядом ферментов, подавляя их активность.

Поведение металлов в природных средах во многом зависит от специфичности миграционных форм и вклада каждой из них в общую концентрацию металла в экосистеме. Для понимания миграционных процессов и оценки токсичности тяжелых металлов недостаточно определить только их валовое содержание. Необходимо диф-

ференцировать формы металлов в зависимости от химического состава и физической структуры: окисленные, восстановленные, метилированные, хелатированные и др. Наибольшую опасность представляют лабильные формы, которые характеризуются высокой биохимической активностью и накапливаются в биосредах.

По чувствительности к ним животных и человека металлы можно расположить в следующий приблизительный ряд:

$Hg > Cu > Zn > Ni > Pb > Cd > Cr > Sn > Fe > Mn > Al$.

Особенно токсичны соли тяжелых металлов, которые по убыванию токсичности можно расположить в следующий ряд:

$Hg > Sb > Pb > Cr > Cd > Ni > Zn > Cu > Fe$.

В дельте Волги тяжелые металлы в количественном отношении образуют ряд:

$Zn > Cu > Mn > Pb > Cd$.

Тяжелые металлы проявляют широкое токсическое воздействие. Некоторые из них, например, свинец, оказывают ярко выраженное воздействие на многочисленные органы, тогда как другие – кадмий – имеют более ограниченную область токсического воздействия. Для каждого металла существует свой механизм токсического воздействия, обусловленный конкуренцией между необходимыми и токсичными металлами и особенностями комплексообразования в местах связывания в белковых молекулах.

Следует отметить, что живые организмы имеют механизмы деинтоксикации в отношении тяжелых металлов. Так, в ответ на токсическое действие ионов свинца, кадмия и ртути печень и почки человека увеличивают синтез металлотионинов – низкомолекулярных белков, в состав которых входит цистеин. Высокое содержание в последнем SH-групп обеспечивает связывание ионов металлов в прочные комплексные соединения.

Особенностью металлов как загрязнителей является то, что в отличие от органических загрязняющих веществ, подвергающихся процессам разложения, металлы способны лишь к перераспределению.

Металлы-токсиканты в различных формах способны загрязнять все три области биосферы – воздух, воду и почву.

Почти все загрязняющие вещества, поступающие в водоемы, включаются в биологические циклы и концентрируются в тканях гидробионтов.

Специфика водоемов как среды обитания организмов такова, что многие металлы (Cu, Zn, Al, и др.) присутствуют в экосистеме в виде «следов» и играют жизненно важную роль в биологических системах. Однако при более высоких концентрациях те же металлы могут выступать ингибиторами ферментативных процессов и оказывать острое токсическое действие на гидробионты [4].

По мнению многих исследователей [3], существует по меньшей степени два этапа биологической аккумуляции микроэлементов. На первом этапе происходит довольно быстрое поглощение химического элемента из водной среды в результате различных процессов и явлений.

Однако во всех случаях скорость и характер этого этапа накопления микроэлементов определяются, в конечном счете, «емкостью» поверхностных структур, то есть удельной поверхностью гидробионта, количеством и активностью ионных групп, способных образовывать прочные комплексы с данными микроэлементами и т.д.

По мере насыщения этой емкости процесс накопления ионных форм микроэлемента из среды замедляется, и начинают доминировать другие факторы, включая обмен веществ в самом организме, накопление микроэлементов с пищей, скорость экскреции и другие процессы, определяющие, в конечном счете, второй, более медленный этап накопления, и приводящий к динамическому равновесию между поступлением микроэлемента в организм и его выведением.

В период с 2007–2010 гг. было организовано четыре экспедиции в дельту р. Волги, с целью проведения исследований, направленных на изучение накопительной способности пресноводных моллюсков, выявления количественного содержания тяжелых металлов, нефтяных углеводородов. Результаты данных исследований по-

звояют использовать данный вид организмов для очищения водоемов, однако для эффективного производства пресноводных моллюсков, а также для применения их в качестве бионакопителей поллютантов, необходимы данные об их сорбционной способности к различного рода загрязнителям, емкости моллюсков по отношению к токсикантам, времени насыщения.



Рис. 1. Измерение длины моллюсков

Поскольку мелкозернистые поверхностные отложения отражают общее состояние водоема, его загрязнение ионами тяжелых металлов, то результаты их исследования могут быть использованы для оценки существующего загрязнения или эвтрофикационного статуса реки, озера или прибрежных морских районов, а также состояния водосборов.

Сбор материала для исследований накопления тяжелых металлов в организме моллюсков проводился с 2007 по 2010 г. на основных рукавах дельты р. Волги. Пробы отбирались в весенне-летний период на 3 станциях: 1 – с. Чаган, 2 – с. Полдневое, 3 – култучная зона в районе Дамчикского участка заповедника.

В ходе эксперимента предварительно были определены размеры моллюсков (рис. 1) и отобраны образцы, одинаковые по размеру и по массе.

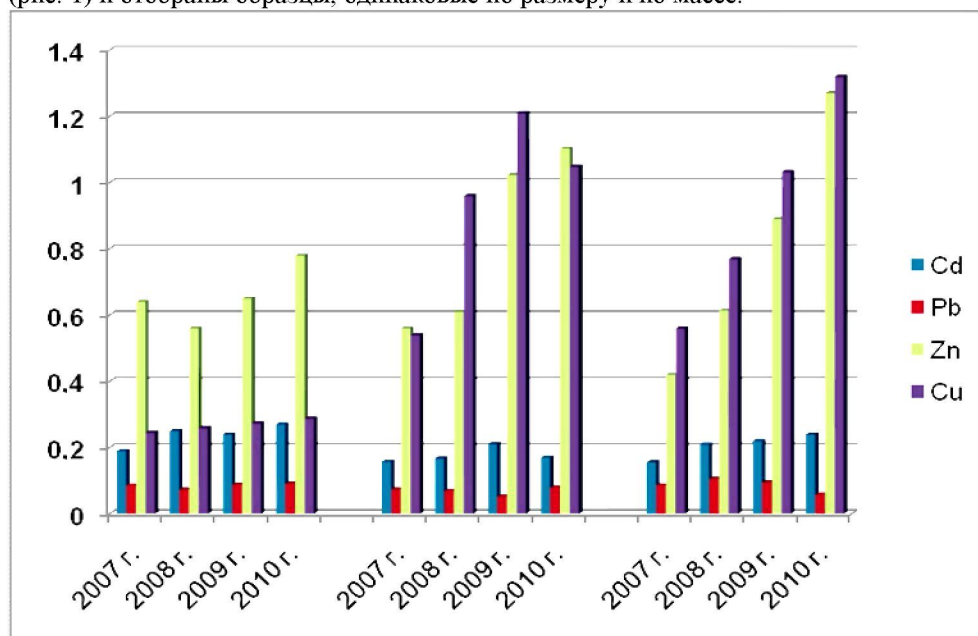


Рис. 2. Содержание тяжелых металлов в пробах моллюсков за 2007–2010 гг.

Длина моллюсков составила в среднем 4–5 см.

Содержание ионов тяжелых металлов – кадмия, цинка, свинца, меди – определялось с помощью анализатора жидкости ЭКСПЕРТ – 001.

При исследовании содержания микроэлементов в водотоках дельты р. Волги установлено, что содержание тяжелых металлов возрастает в направлении движения воды от Астрахани к култучной зоне. Высокие концентрации ТМ отмечались по цинку во всех трех зонах, причем, концентрация цинка резко увеличилась в култучной зоне по сравнению с 2007–2009 гг., концентрация свинца сначала увеличивалась, а затем к 2010 г. резко уменьшилась, концентрация меди возросла почти в 2 раза по сравнению с 2007–2009 гг.

Определение нефтепродуктов в пробе моллюсков выполнялось с помощью тест-комплекта для определения в воде масла и нефтепродуктов на основе полуколичественного метода бумажной хроматографии.

Были получены следующие результаты (табл.).

Таблица

Содержание нефтепродуктов в организме моллюсков в мг/л

Название населенного пункта	2007	2008	2009	2010
с. Чаган	0,5	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено
с. Полднеевое	не обнаружено	не обнаружено	0,6	не обнаружено
Култучная зона	не обнаружено	0,5	0,66	0,73

Минимальное значение концентрации, которое можно определить данным методом, составляет 0,5 мг/л. Поэтому если концентрация была меньше значения 0,5 мг/л, нами ставилась надпись «не обнаружено».

Полученные в ходе эксперимента данные свидетельствуют о сорбционной (накопительной) способности моллюсков по отношению к тяжелым металлам и к нефтепродуктам.

Таким образом, донные организмы, в частности моллюски, играют положительную роль в процессах самоочищения дельты р. Волги и являются барьером для поступающих взвешенных минеральных веществ, а также осуществляют детоксикацию особо опасных загрязнителей.

Вместе с тем данное свойство живых систем, во многом определяющее экологическое состояние дельты р. Волги и Северного Каспия, мы предлагаем использовать для очищения воды в водоемах Астраханской области.

Для того чтобы помочь водоему самостоятельно справиться с загрязнением, требуется дополнительная очистка водоема от органических веществ и питательных элементов. Об интенсивном загрязнении водоема свидетельствует любой из следующих признаков.

1. В водоеме высокий уровень донного осадка.
2. Чрезмерное скопление на дне органики сопровождается размножением вредных микроорганизмов. При этом значительно понижается содержание в воде кислорода. Последствия этого могут быть разными – появившаяся на поверхности маслянистая пленка, разросшаяся ряска, образование анаэробных газов, неприятные запахи и т.п.
3. Вода в водоеме всегда мутная, особенно в теплый период. Мутная вода более интенсивно поглощает солнечные лучи, в результате чего нарушается естественный температурный режим водоема.
4. От водоема исходит неприятный запах. В насыщенной питательными элементами воде начинается скачкообразный рост отдельных видов водных растений, подавляющих остальную флору водоема – простейших водорослей (бурых, синезеленых), ряски.
5. Происходит потеря видового разнообразия, то есть наблюдается заполнение водоема одним видом растительности, который практически полностью вытесняет все остальные.

Особенно опасно загрязнение питательными элементами для мелких водоемов. Дело в том, что с наступлением весны мелководье быстро прогревается, и донные осадки – отмершие растения, продукты жизнедеятельности рыб и животных – выделяют соединения фосфора и азота, так называемые биогенные вещества, которые попадают в водную толщу и вызывают вспышку цветения микроводорослей. Насыщение водоема питательными веществами приводит к постепенному изменению типа водной экосистемы пруда или озера на эвтрофный – заболачиванию.

Из всех методов очистки водоемов только биологическая очистка водоема позволяет восстановить биохимическое самоочищение за счет искусственного восстановления видового состава донных организмов, в частности моллюсков. Восстановление видового состава двусторчатых моллюсков многократно активизирует процессы самоочистки, ускоряя восстановление биологического равновесия.

Таким образом, пресноводные моллюски, запущенные в водоемы с неблагоприятными для жизни гидробионтов условиями способны накапливать токсикианты и очищать от поллютантов различного происхождения не только воду, но и донные отложения.

Список литературы

1. *Зонн И. С.* Каспийская энциклопедия / И. С. Зонн. – М., 2004. – 464 с.
2. *Кукса В. И.* Южные моря в условиях антропогенного стресса / В. И. Кукса. – СПб. : Гидрометеоздат, 1994. – 319 с.
3. *Патин С. А.* Микроэлементы в морских организмах и экосистемах / С. А. Патин, Н. П. Морозов. – М., 1981. – 153 с.
4. *Реакция гидробионтов на загрязнения.* – М. : Наука, 1983.
5. *Хотунцев Ю. Л.* Человек, технологии, окружающая среда / Ю. Л. Хотунцев. – М., 2001. – 224 с.

References

1. *Zonn I. S.* Kaspijskaja jenciklopedija / I. S. Zonn. – M., 2004. – 464 s.
2. *Kuksa V. I.* Juzhnye morja v uslovijah antropogenno stressa / V. I. Kuksa – SPb. : Gidrometeoizdat, 1994. – 319 s.
3. *Patin S. A.* Mikrojelementy v morskijh organizmah i jekosistemah / S. A. Patin, N. P. Morozov. – M., 1981. – 153 s.
4. *Reakcija gidrobiontov na zagrjaznenija.* – M. : Nauka, 1983.
5. *Hotuncev Ju. L.* Chelovek, tehnologii, okruzhajuwaja sreda / Ju. L. Hotuncev. – M., 2001. – 224 s.

УДК 597.8:57.084.2.:591.46

ВЛИЯНИЕ КАРБАМИНОВЫХ ПЕСТИЦИДОВ НА СТЕПЕНЬ ЗРЕЛОСТИ ГОНАД ОЗЕРНОЙ ЛЯГУШКИ *RANA RIDIBUNDA PALL.* ПРИ ОБИТАНИИ В ЗАГРЯЗНЕННОМ ВОДОЕМЕ

Яна Анатольевна Якушева, соискатель кафедры зоологии КубГУ

ГОУ ВПО «Кубанский государственный университет»,
350040, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149,
тел. 8(861)2199576 e-mail: y2a1@yandex.ru

В присутствии карбаминовых пестицидов самцы озерной лягушки созревают позднее, чем в чистом водоеме. Влияние карбаминовых препаратов на половую систему озерной лягушки проявляется в изменении продолжительности периода размножения.

В популяции из относительно чистого водоема (р. Кочеты) земноводные размножаются в апреле, а в мае интенсивность размножения снижается. В популяции из загрязненного карбаминовыми пестицидами водоема (искусственный пруд) размножаются лягушки в мае. Размножение здесь неэффективно, так как созревание самцов и самок происходит в разное время.

Ключевые слова: озерная лягушка, гонады, загрязнение, карбаминовые пестициды.