

УДК 577.1: 597

## ДИНАМИКА АКТИВНОСТИ АМИНОТРАНСФЕРАЗ И ЩЕЛОЧНОЙ ФОСФАТАЗЫ В КРОВИ СЕГОЛЕТОК ВОБЛЫ ПРИ ХРОНИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ИОНОВ КАДМИЯ

2016 А.И. Рабаданова, Г.Р. Мурадова, С.А. Чалаева, Курбанова С.И., В.Р. Абдуллаев

Дагестанский государственный университет, г. Махачкала

Статья поступила в редакцию 24.05.2016

Изучена динамика активности аминотрансфераз (АЛТ и АСТ) и щелочной фосфатазы в крови сеголеток воблы при хронической интоксикации водной среды ионами кадмия. В разные сроки экспозиции рыб в водной среде с ионами кадмия (5, 15, 30 и 40 сутки эксперимента) обнаружено ингибирование щелочной фосфатазы и повышение активности аминотрансфераз, особенно АСТ. Полученные данные свидетельствуют о нарушении обмена белков и функции печени в условиях хронического действия ионов кадмия.

Ключевые слова: кровь, сеголетки воблы, тяжелые металлы, кадмий

Антропогенное влияние на водные экосистемы постоянно возрастает. Это вызывает необходимость изучения ответных реакций гидробионтов и определение допустимых пределов таких воздействий. В результате усиливающегося антропогенного воздействия трансформированы экосистемы многих водоемов [5, 4, 16]. В настоящее время число поллютантов исчисляется тысячами и продолжает расти. Механизмы и скорость проникновения их через разные биологические барьеры и среды зависят от физико-химических свойств тяжелых металлов (ТМ), химического состава и условий внутренней среды организма. В результате взаимопревращений между поступившими в организм металлами или их соединениями и химическими веществами различных тканей и органов могут образоваться новые соединения металлов, обладающие иными свойствами и по-другому ведущие себя в организме. При этом пути превращения исходных соединений металлов могут быть различными в разных органах, вследствие особенностей обмена. Отдельные металлы могут избирательно накапливаться в определенных органах и длительно задерживаться в них. В результате накопление металла в том или ином органе может быть первичным или вторичным [7, 16].

К самым распространенным загрязнителям техногенной природы относятся ТМ, способные оказывать свое действие на все звенья метаболических путей, вызывая у гидробионтов состояние стресса – органического или физиологического расстройства, сопровождающегося нарушением обмена веществ [2, 9]. Одним из самых токсичных металлов является кадмий, который аккумулируется в организме преимущественно в почках и печени. Он накапливается в виде комплексов с белками, участвующих в ферментативных процессах. Попадая в организм извне, кадмий оказывает ингибирующее действие на целый ряд ферментов, разрушая их. Его действие основано на

связывании группы –SH цистеиновых остатков в белках и ингибировании SH-ферментов. Он может также ингибировать активность цинксодержащих ферментов, замещая цинк [2]. В современной научной литературе изучению токсического действия кадмия посвящено немало работ [2, 8, 9, 12]. Наиболее типичным проявлением отравления кадмием является нарушение процессов поглощения аминокислот, фосфора и кальция в почках. Показано, что нарушение процессов обмена в почках может привести к изменению минерального состава костей. В последнее время уделяется серьезное внимание разработке биохимической системы тестирования и биоиндикации водных экосистем [13]. Активными и специфическими эколого-биохимическими тестами в числе других является активность аминотрансфераз (АЛТ и АСТ) и ферментов с более широким спектром действия (щелочной фосфатазы).

**Цель исследования:** изучение биохимических параметров крови сеголеток воблы как маркеров степени нарушений метаболических процессов в организме рыб при действии ионов кадмия.

**Экспериментальная часть.** Работа выполнена на базе лаборатории физиологии человека и животных и ихтиологии Дагестанского государственного университета. В эксперименте использованы сеголетки воблы (*Rutilus caspicus*) массой 100-150 г, выращенные в прудах рыбноводного комбината Республики Дагестан, которые перед переброем в пруды для зимовки, отлавливались и переносились в аквариумы объемом 300 л с содержанием хлорида кадмия 0,25 мг/дм<sup>3</sup> (ПДК – 0,005 мг/дм<sup>3</sup>) [1]. Контролем служили рыбы, содержащиеся в чистой воде. В плазме крови исследовали динамику активности щелочной фосфатазы и аминотрансфераз (АЛТ и АСТ) [3] в разные сроки экспозиции рыб в водной среде с ионами кадмия (5, 15, 30 и 40 сутки эксперимента). Полученные результаты подвержены вариационно-статистической обработке [6].

**Результаты и их обсуждение.** Результаты наших исследований представлены в табл. 1 и на рис. 1. По полученным данным хроническое воздействие ионов Cd<sup>2+</sup> вызвало значительное увеличение активности аминотрансфераз на всем протяжении эксперимента, характеризуемое волнообразной динамикой. На 5-е сутки воздействия хлоридом кадмия на сеголеток карпа отмечается резкое повышение активности ферментов (АЛТ в 3,0; АСТ – в 4,0 раза по отношению к контролю). Дальнейшее пребывание рыб в среде с ионами кадмия сопровождалось снижением активности обоих

Рабаданова Амина Ибрагимовна, кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии и физиологии. E-mail: ashty06@mail.ru  
Мурадова Гульзия Руслановна, кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии и физиологии. E-mail: gulka-2005@yandex.ru

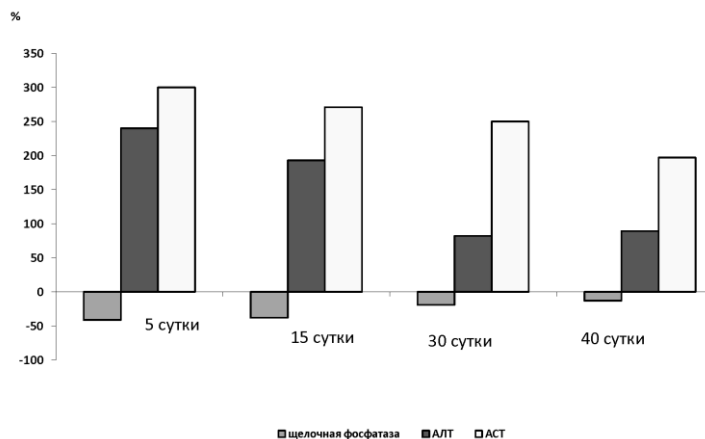
Чалаева Салимат Алиовна, кандидат биологических наук, доцент кафедры ихтиологии. E-mail: boodur09@mail.ru  
Курбанова Сабият Исмаиловна, кандидат биологических наук, доцент кафедры ихтиологии. E-mail: phiziolog1@mail.ru  
Абдуллаев Вагаб Рафикович, кандидат биологических наук, доцент кафедры биохимии и биофизики. E-mail: vagab@mail.ru

ферментов, особенно выраженным в отношении АЛТ. Таким образом, в нашем эксперименте наблюдается повышение активности аминотрансфераз сыворотки крови сеголеток карпа при хронической интоксикации

водной среды ионами кадмия, сопровождающееся линейным повышением коэффициента де Ритиса (АСТ/АЛТ) до 1,4; 1,7; 2,5 и 2,0 на 5, 15, 30 и 40-е сутки соответственно.

**Таблица 1.** Изменение активности аминотрансфераз и щелочной фосфатазы в крови сеголеток воблы при хронической интоксикации водной среды ионами кадмия

| Показатели            | Контроль  | Дни экспозиции |           |           |           |
|-----------------------|-----------|----------------|-----------|-----------|-----------|
|                       |           | 5              | 15        | 30        | 40        |
| щелочная фосфатаза    | 160,0±5,4 | 95,1±2,5       | 100,2±6,7 | 130,1±7,5 | 140,3±5,1 |
| АЛТ                   | 0,27±0,07 | 0,92±0,03      | 0,79±0,05 | 0,49±0,08 | 0,51±0,05 |
| АСТ                   | 0,35±0,05 | 1,4±0,7        | 1,3±0,4   | 1,2±0,02  | 1,0±0,03  |
| коэффициент де Ритиса | 1,3±0,1   | 1,4±0,4        | 1,7±0,2   | 2,5±1,1   | 2,0±0,04  |



**Рис. 1.** Динамика активности аминотрансфераз и щелочной фосфатазы при хронической интоксикации водной среды ионами кадмия

Активность щелочной фосфатазы под влиянием ионов кадмия прогрессивно снижается в течение опыта. На начальных этапах эксперимента (5-й и 15-й дни) активность ее угнетена ~ на 40%; к концу опыта (40-й день) – на 12,5%. Выявленные изменения в активности АСТ и АЛТ могут быть следствием метаболического стресса и окислительной модификации белков и липидов под влиянием ионов кадмия и других стрессоров. Они отражают развитие патологических изменений в печени и мышцах рыб.

О функциональном статусе печени можно судить и по коэффициенту де Ритиса, выступающего в качестве интегрального показателя изменений, обусловленного действием загрязняющего фактора среды [2]. Повышение коэффициента де Ритиса также указывает на активацию глюконеогенеза, который необходим для поддержания адекватного уровня глюкозы в условиях интоксикации и определяет направленность метаболических потоков в сторону преобладания катаболических реакций [10]. Наблюдаемое по нашим результатам повышение активности трансаминаз, и в особенности АСТ, при кадмиевой интоксикации организма рыб свидетельствует о гепатотоксическом действии кадмия и глубоких изменениях в клетке. Повышение активности АСТ в результате интоксикации может быть также связано с адаптивным синтезом фермента и с необходимостью удаления избытков ионов аммония при кадмиевой интоксикации. Отмеченное подавление активности аминотрансфераз свидетельствует об изменениях в регуляции белкового обмена в сторону увеличения содержания свободных аминокислот, в том числе и аспарагиновой, служащей субстратом для глюконеогенеза [11].

Снижение активности щелочной фосфатазы, участвующей в транспорте фосфора через мембрану клеток и являющейся показателем фосфорно-кальциевого обмена, при действии ионов кадмия свидетельствует об их ингибирующем действии на активность энзима, что согласуется с литературными данными [7]. Механизм ингибирующего действия ионов металлов на каталитическую активность щелочной фосфатазы неоднозначны. Известно, что свинец и цинк могут конкурировать с субстратом за место связывания с активным центром. В то же время они могут взаимодействовать с различными группами белковой молекулы, находящимися вне активного центра, но влияющими на каталитические функции фермента [4, 6].

**Выводы:** наблюдаемое увеличение активности аминотрансфераз, а также ингибирование активности щелочной фосфатазы при действии ионов кадмия, возможно, является тонким механизмом, который организм использует при усилении или угнетении тех или иных процессов метаболизма, тем самым, адаптируясь к неблагоприятным условиям. Необратимость указанных изменений может быть связана с хроническими токсическими нагрузками на печень, как основной орган детоксикации ксенобиотиков у рыб.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Волошина, Г.В. Экологическая оценка состояния поверхностных вод реки Понура // Эколог. вест. Север. Кавказа. 2006. Т. 2. № 1. С. 118-122.

2. *Заботкина, Е.А.* Влияние кадмия на структурно-функциональное состояние иммунокомпетентных органов карпа / *Е.А. Заботкина, Т.Б. Лапирова* // Современные проблемы физиологии и биохимии водных организмов: Мат-лы Междунар. конф., Петрозаводск, 6-9 сент. 2004. – Петрозаводск, 2004. С. 46-47.
3. *Камышиников, В.С.* Справочник по клинико-биохимической лабораторной диагностике 2 т. – Минск, Беларусь, 2007. С. 171-452.
4. *Костров, В.П.* Загрязнение металлами вод и рыбы Среднего Каспия / *В.П. Костров, А.А. Пакарин* // Тез. докл. – Астрахань, 1997. С. 430-431.
5. *Котелевцев, С.В.* Эколого-токсикологический анализ на основе биологических мембран / *С.В. Котелевцев, С.Л. Стволинский, А.М. Бейм.* – М.: Изд-во МГУ, 1986. 106 с.
6. *Лакин, Т.Б.* Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. 352 с.
7. *Леонова, Г.А.* Токсическое действие соединений свинца на гидробионты и водоплавающих птиц (обзор) / *Г.А. Леонова, И.С. Ломоносов, А.Н. Сутурин, А.О. Шепотько* // Гидробиол. журн. 1992. Т. 28. №4. С. 68-72.
8. *Линник, П.Н.* Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах / *П.Н. Линник, Б.И. Лабиванец.* – Л.: Гидрометиздат, 1986. 270 с.
9. *Маляревская, А.Я.* Динамика накопления тяжелых металлов и общего тиамина у рыб / *А.Я. Маляревская, Ф.М. Карасина* // Гидробиол. журнал. 1991. Т.27. №4. С. 69-74.
10. *Медянцев, Э.П.* Ионы металлов как эффекторы ферментов / *Э.П. Медянцева, М.Г. Вертильб, Г.К. Будников* // Успехи химии. 1997. Т. 67(3). С. 252-260.
11. *Мелякина, Э.И.* Динамика содержания плазменного белка и белковых фракций в крови некоторых рыб в прудовых условиях // Биологическое разнообразие Кавказа: Мат-лы междунар. конф. – Нальчик, 2006. С. 62-63.
12. *Пурмаль, А.П.* Антропогенная токсикация планеты // Сорос. образоват. журн. Химия. 1991. №1. С. 2-7.
13. *Рослый, И.М.* Биохимия и алкоголизм (VI): роль биохимических показателей плазмы крови в оценке метаболического статуса больных алкоголизмом / *И.М. Рослый* и др. // Вопросы наркологии. 2005. № 1. С. 59-68.
14. *Рощина, О.В.* Влияние природных и антропогенных факторов на активность ферментов сыворотки крови черноморских рыб (на примере морского ерша): Автореф. дис. к.б.н. – М., 2010. 25 с.
15. *Руднева, И.И.* Эколого-физиологические особенности антиоксидантной системы рыб и процессов перекисного окисления липидов // Успехи совр. биол. – 2003. Т. 123. № 4. С. 391-400.
16. *Gopal, V.* Effect of heavy metals on the brood protein biochemistry of the fish *Cyprinus carpio* and its use as a bioindicator of pollution stress / *V. Gopal, S. Parvathys, P.R. Balasubramanian* // Environ. Monit. and Assess. 1997. V. 48, №12. P.117-124.

## DYNAMICS OF AMINOTRANSFERASES AND ALKALINE PHOSPHATASE ACTIVITY IN BLOOD OF *RUTILUS CASPICUS* FINGERLINGS AT CHRONIC INFLUENCE OF CADMIUM IONS

2016 A.I. Rabadanova, G.R. Muradova, S. A. Chalayeva, S. I. Kurbanova, V. R. Abdullaev

Dagestan State University, Makhachkala

Dynamics of aminotransferases (ALT and AST) and alkaline phosphatase activity in blood of *Rutilus caspicus* fingerlings at chronic intoxication of water by cadmium ions are studied. In different terms of exposition of fishes in water with cadmium ions (5, 15, 30 and 40 days of experiment) the inhibition of alkaline phosphatase and increase the activity of aminotransferases, especially AST is revealed. The findings reveal a violation of protein metabolism and abnormal liver function in chronic action of cadmium ions.

Key words: blood, fingerlings fishes, heavy metals, cadmium

*Amina Rabadanova, Candidate of Biology, Associate Professor at the Department of Zoology and Physiology. E-mail: ashty06@mail.ru*

*Gulziya Muradova, Candidate of Biology, Associate Professor at the Department of Zoology and Physiology. E-mail: gulka-2005@yandex.ru*

*Salimat Chalaeva, Candidate of Biology, Associate Professor at the Ichthyology Department. E-mail: boodur09@mail.ru*

*Sabiyat Kurbanova, Candidate of Biology, Associate Professor at the Ichthyology Department. E-mail: phiziolog1@mail.ru*

*Vagab Abdulleev, Candidate of Biology, Associate Professor at the Biochemistry and Biophysics Department. E-mail: vagab@mail.ru*