

ДИНАМИКА АКТИВНОСТИ АМИНОТРАНСФЕРАЗ И ЩЕЛОЧНОЙ ФОСФАТАЗЫ В КРОВИ СЕГОЛЕТОК КАРПА ПРИ ХРОНИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ИОНОВ КАДМИЯ И МАРГАНЦА

© 2010 Б.С. Мусаев, И.К. Курбанова, Д.Н. Магомедгаджиева, Г.Р. Мурадова,
А.И. Рабаданова, А.З. Маржиева, Р.М. Шихмагомедова

Дагестанский государственный университет, г. Махачкала

Поступила в редакцию 10.05.2010

Изучена динамика активности аминотрансфераз (АЛТ и АСТ) и щелочной фосфатазы в крови сеголеток карпа при хронической интоксикации водной среды ионами кадмия и марганца. Найдено, что активность щелочной фосфатазы на всем протяжении опыта понижается под влиянием обоих катионов до 50,7-68,5%. Активность аминотрансфераз под влиянием кадмия резко возрастает (особенно АСТ), а под влиянием ионов марганца – понижается.

Ключевые слова: *кровь, сеголетки карпа, тяжелые металлы*

Техногенное загрязнение водной среды – одна из глобальных экологических проблем современности. Сила воздействия этого фактора на гидробионтов, выступающих в качестве маркеров техногенного прессинга на водоемы, определяется его качественными и количественными признаками. К самым распространенным загрязнителям техногенной природы относятся тяжелые металлы, 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]. К

тяжелым металлам относится также марганец, который является эссенциальным элементом, однако при избыточном поступлении в организм оказывает токсическое действие. При хроническом отравлении соединения марганца выступают как цитоплазматические яды, способные вызывать тяжелые нарушения в нервной системе, почках и органах кровообращения [8]. В последнее время уделяется серьезное внимание разработке биохимической системы тестирования и биоиндикации водных экосистем [12]. 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 работы: изучение биохимических параметров крови сеголеток карпов как маркеров степени нарушений метаболических процессов в организме рыб при действии ионов кадмия и марганца.

Экспериментальная часть. Работа выполнена на базе лаборатории физиологии человека и животных и ихтиологии Дагестанского государственного университета. В эксперименте использованы сеголетки карпа (*Surpinus carpio* L.) массой 100-150 г., выращенные в прудах рыбободного комбината Республики Дагестан, которые перед переброской в пруды для зимовки отлавливались и переносились в аквариумы объемом 300 л с содержанием хлорида кадмия 0,25 мг/дм³ (ПДК – 0,005 мг/дм³) и сульфата марганца 0,1 мг/л (ПДК – 0,01 мг/дм³) [1]. Контролем служили рыбы, содержащиеся в чистой воде. В плазме крови исследовали динамику активности щелочной фосфатазы и аминотрансфераз (АЛТ и АСТ) [5] в разные сроки экспозиции рыб в водной среде с ионами свинца и сульфата

Мусаев Бедредин Седрединович, кандидат биологических наук, профессор кафедры анатомии, физиологии, гистологии. E-mail: gulka-2005@yandex.ru

Магомедгаджиева Джамиля Набиевна, доцент кафедры анатомии, физиологии, гистологии

Курбанова Изабела Курбанмагомедовна, доцент кафедры анатомии, физиологии, гистологии

Рабаданова Амина Ибрагимовна, кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры анатомии, физиологии, гистологии. E-mail: ashty06@mail.ru

Мурадова Гульзия Руслановна, кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры анатомии, физиологии, гистологии

Маржиева Асият Зупукаровна, соискатель. E-mail: asiya.marzhieva@mail.ru

Шихмагомедова Раисат Магомедрасуловна, соискатель

марганца (5, 15, 30 и 40 дни эксперимента). Полученные результаты подвержены вариационно-статистической обработке [3].

Результаты и их обсуждение. Результаты наших исследований представлены на рис. 1. По полученным данным хроническое воздействие ионов Cd^{2+} 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 на 66,2%; АСТ – на 83,0% по отношению к контролю). Дальнейшее пребывание рыб в среде с ионами кадмия сопровождалось более значительным ростом активности обоих ферментов, особенно выраженным в отношении АСТ. Так,

на 15, 30 и 40 дни повышение активности АЛТ составляет 60,0; 92,0 и 76,0%, тогда как активность АСТ увеличивается в 2,8; 4,0 и 2,7 раз соответственно. Таким образом, в нашем эксперименте наблюдается повышение активности аминотрансфераз сыворотки крови сеголеток карпа при хронической интоксикации водной среды ионами кадмия, сопровождающееся снижением коэффициента де Ритиса (АСТ/АЛТ) до 0,71 на 5-е сутки и повышением до 2,0; 2,4 и 1,8 на 15, 30, и 40-е сутки соответственно, тогда как в контроле коэффициент де Ритиса равен 1,16 ед. 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 59,7%; к концу опыта (40-й день) – на 68,5%.

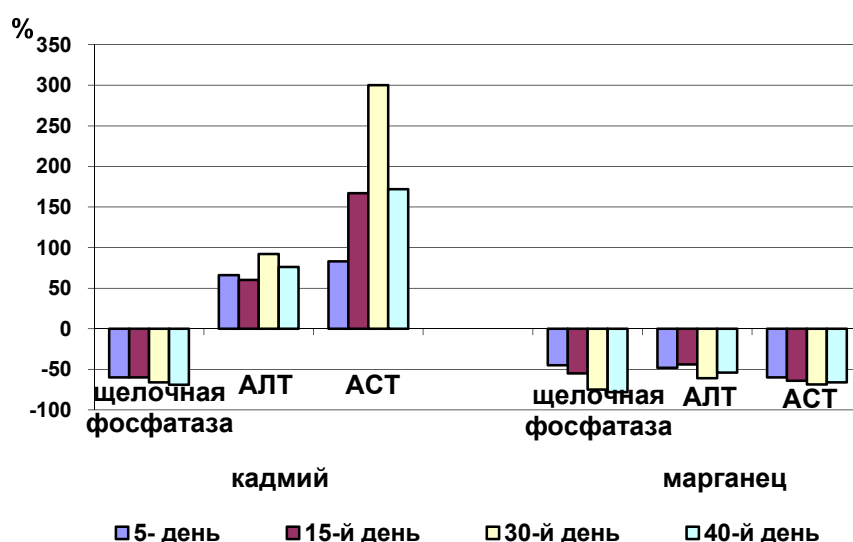


Рис. 1. Динамика активности аминотрансфераз и щелочной фосфатазы при хронической интоксикации водной среды ионами кадмия и марганца

В противоположность действию ионов кадмия при интоксикации водной среды сульфатом марганца активность аминотрансфераз снижается на протяжении всего эксперимента. Так, на 5 день опыта активность АЛТ и АСТ снижена на 48,4 и 59,6% и на 40 день – на 54,2 и 65,7% соответственно (рис. 1). Снижение активности АСТ, преимущественно митохондриального фермента, наряду с АЛТ, сосредоточенного главным образом в цитозоле, может свидетельствовать о глубоких изменениях в структуре клеток внутренних органов при марганцевой интоксикации. Активность щелочной фосфатазы под влиянием ионов марганца и кадмия имеет сходную динамику. Так, на 5, 15, 30 и 40-й дни содержания рыб в водной среде с сульфатом марганца активность энзима снижается на 45,4; 54,6; 75,0 и 78,0% соответственно.

Таким образом, при сравнении действия одного из самых токсичных металлов (кадмия)

и металла, являющегося эссенциальным (марганца) можно отметить их противоположный эффект в отношении специфичных ферментов (АЛТ и АСТ) и сходный характер действия на активность щелочной фосфатазы, являющейся ферментом более широкого спектра действия. 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 [11]. 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. Ингибирующее же действие ионов марганца на активность АЛТ и АСТ, вероятно является следствием конкуренции металла за место связывания в активном или аллостерическом центре, взаимодействуя с различными группами белковой молекулы. Ингибирующее влияние ионов марганца на активность фермента может быть также связано с изменением растворимости субстратов при высоких концентрациях солей.

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 обоих металлов 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 при действии ионов кадмия и ингибирование их активности под влиянием ионов марганца, а также ингибирование активности щелочной фосфатазы под влиянием обоих металлов на начальных этапах, возможно, является тонким механизмом, который организм использует при усилении или угнетении тех или иных процессов метаболизма, тем самым, адаптируясь к неблагоприятным условиям.

Однако 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.С.* Влияние тяжелых металлов на иммунофизиологический статус рыб / *Е.С. Заботкина, Т.Б. Лапирова* // Успехи совр. биологии. – 2003. – Т. 123, № 4. – С. 401-408.
3. *Лакин, Т.Б.* Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
4. *Линник, П.Н.* Кадмий в поверхностных водах: содержание, формы, нахождение, токсическое действие / *П.Н. Линник, И.В. Искра* // Гидробиол. журн. – 1997. – Т. 3, № 6. – С. 72-87.
5. *Камышиников, В.С.* Справочник по клинико-биохимическим исследованиям и лабораторной диагностике (2-е издание, переработанное и дополненное). – М.: МЕДпресс-информ. – 2004. – 910 с.
6. *Маляревская, А.Я.* Динамика накопления тяжелых металлов и общего тиаминина у рыб / *А.Я. Маляревская, Ф.М. Карасина* // Гидробиол. журн. – 1991. – Т. 27, № 4. – С. 69-74.
7. *Медянцева, Э.П.* Ионы металлов как эффекторы ферментов / *Э.П. Медянцева, М.Г. Вертлив, Г.К. Будников* // Успехи химии. – 1997. – Т. 67, № 3. – С. 252-260.
8. *Мелякина, Э.И.* Эколого-физиологические особенности видовых адаптаций карповых рыб к низкому уровню микроэлементов в водных экосистемах: Дис... канд. биол. наук. – Астрахань, 1984. – 224 с.
9. *Пурмаль, А.П.* Антропогенная токсикация планеты // Соросовский образоват. журн. Химия. – 1998. – № 9. – С. 39-51.
10. *Рослый, И.М.* Биохимия и алкоголизм (VI): роль биохимических показателей плазмы крови в оценке метаболического статуса больных алкоголизмом / *И.М. Рослый, С.В. Абрамов, М.Г. Володажская, Ю.А. Шуляк* // Вопр. наркологии. – 2005. – № 1. – С. 59-68.
11. *Рощина, О.В.* Влияние природных и антропогенных факторов на активность ферментов сыворотки крови черноморских рыб (на примере морского ерша): Автореф. дис. канд. биол. наук. – Москва, 2010. – 25 с.
12. *Руднева, И.И.* Эколого-физиологические особенности антиоксидантной системы рыб и процессов перекисного окисления липидов // Успехи совр. биол. – 2003. – Т. 123, № 4. – С. 391-400.

**DYNAMICS OF AMINOTRANSFERASE AND ALKALINE
PHOSPHATESE ACTIVITY IN THE BLOOD OF THIS-YEAR
CARP AT CHRONIC INFLUENCE OF CADMIUM AND
MANGANESE IONS**

© 2010 B.S. Musaev, I.K. Kurbanova, D.N. Magomedgadzhieva, G.R. Muradova, A.I. Rabadanova, A.Z. Marzhieva, R.M. Shihmagomedova

Dagestan State University, Makhachkala

Dynamics of aminotransferase (ALT and ACT) activity and alkaline phosphatase in the blood of this-year carp is studied at chronic intoxication of aquatic environment by ions of cadmium and manganese. It is found, that activity of alkaline phosphatase on all extent of experience goes down under influence of both cations to 50,7-68,5%. Aminotransferase activity under influence of cadmium sharply increases (especially ACT), and under influence of ions of manganese - goes down.

Key words: *blood, this-year carp, heavy metals*

Bedredin Musaev, Candidate of Biology, Professor at the Anatomy, Physiology, Hystology Department. E-mail: gulka-2005@yandex.ru

Djamila Magomedgadzhieva, Candidate of Biology, Associate Professor at the Anatomy, Physiology, Hystology Department

Izabela Kurbanova, Candidate of Biology, Associate Professor at the Anatomy, Physiology, Hystology Department

Amina Rabadanova, Candidate of Biology, Senior Lecturer at the Anatomy, Physiology, Hystology Department.

E-mail: ashty06@mail.ru

Gulziya Muradova, Candidate of Biology, Senior Lecturer at the Anatomy, Physiology, Hystology Department

Asiyt Marghieva, Competitor. E-mail: asiat.marzhieva@mail.ru