

УДК 591.521.1

С.Т. НУРТАЗИН, Ж.М. БАЗАРБАЕВА, О.А. РЕШЕТОВА, Л.И. НАУМОВА, И.М. ЖАРКОВА

МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ НЕКОТОРЫХ СИСТЕМ ОРГАНОВ ЛЯГУШКИ ОЗЕРНОЙ, ЖАБЫ ЗЕЛЕННОЙ, ЯЩУРКИ БЫСТРОЙ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ БИОТОПОВ ПРИАРАЛЯ И ПРИБАЛХАШЬЯ

(Казахский национальный университет им. аль-Фараби)

Анализируются данные гистологического и цитохимического изучения органов дыхательной, пищеварительной и выделительной систем некоторых фоновых видов амфибий и рептилий из относительно малоизмененных и деградирующих экосистем Казахстана. Рассматриваются основные варианты морфофункциональных реакций исследованных органов на воздействие неблагоприятных факторов среды.

Объективная оценка характера и масштабов негативного воздействия факторов различной природы на биоценозы является одной из основных проблем современной биологии. Такая оценка необходима для выбора приоритетов при принятии профилактических и корректирующих мер в охране окружающей среды. Какие факторы приводят к изменению и деградации биоценозов, какова природа первичного механизма влияния этих факторов, как и где возникают вторичные эффекты в сложной цепи компонентов экосистемы, каким образом можно восстановить исходное состояние биогеоценоза – вот тот, далеко не полный, круг вопросов, связанных с этой проблемой.

Для оценки интегрального эффекта воздействия вредных факторов используют методы биоиндикации с оценкой морфологических, гематологических, цитогенетических и иммунологических характеристик состояния биоты [1,2,3].

Нами в качестве биоиндикаторов исследуемых полупустынных и пустынных биотопов Приаралья и Прибалхашья были выбраны представители фоновых эврибионтных видов амфибий и рептилий, различающиеся между собой биологией и средой обитания. Так, озерная лягушка тесно связана с водной средой, в меньшей степени – жаба зеленая и практически не связана – быстрая ящурка.

При поступлении токсических веществ (ТВ) в организм органами – мишенями могут быть, прежде всего, органы дыхательной (жабры, кожа, легкие) и пищеварительной систем. Часть ТВ аккумулируется в организме, особенно в органах с высоким уровнем метаболизма (в основном в

липидах), а часть выводится через почки и кожу. Соответствующие реакции при этом наблюдаются в клетках и тканях печени, почек, эндокринных органах и гонадах. Комплексное морфологическое исследование различных систем органов позволяет оценить экологические риски не только для целого организма, но также и для отдельных органов животных.

Такой подход позволяет, во-первых, оценить морфофункциональный статус исследуемых животных, во-вторых, определить органныю чувствительность к действию вредных агентов среды, в-третьих, учитывая, что данные виды относятся к конечным звеньям трофической цепи, установить общее состояние соответствующего биотопа [4-8].

Материал и методы исследования. Исследованы печень, легкие, почки лягушки озерной (*Rana ridibunda*), жабы зеленой (*Bufo viridis*), и ящурки быстрой (*Eremias velox*). Брались половозрелые животные средних размеров. Для общегистологических целей препараты окрашивали гематоксилином и эозином, железным гематоксилином по Гейденгайну, по Массону. Гемосидерин выявляли окраской по Перлсу, жир и гликоген комбинированной окраской основным фуксином, метиленовым синим и азуром, углеводы ШИК-реакцией по Мак-Манусу и Хочкису. Для электронномикроскопического исследования использовали фиксацию в 2,5% растворе глутарового альдегида с последующей постфиксацией в 1% растворе четырехоксида осмия. Ультратонкие срезы контрастировали цитратом свинца и исследовали в электронном микроскопе УЭМБ-100Л.

Материал для исследования был собран в ходе экспедиционных выездов в Приаралье и в Прибалхашье в период май-июнь на протяжении 2002-2007гг. Сбор полевого материала производился из различных биотопов: по течению рек Сырдарья и Или и связанных с ними водоемов; в разных зонах осушки (бывшее дно Арала) и в дельтах Сырдарьи и Или; а также в достаточно удаленных от Сыр-Дарьи и Или пустынных и степных биотопах Приаралья и Прибалхашья. Исследовались животные из малоизмененных и деградирующих биотопов.

Результаты исследования. Электронно-микроскопическое изучение легких жабы зеленой из пустынных биотопов Приаралья выявило наличие в пневмоцитах 2 типа чрезвычайно крупных включений воды, занимающих обширную часть гиалоплазмы (рис.1). Это, возможно, компенсаторная реакция на дегидратирующее воздействие внешней среды. В пневмоцитах легких ведущей полуводный образ жизни озерной лягушки подобных капель воды не обнаружено. У рептилий из зоны осушки Аральского моря развивались явления ацидоза тканей и гемолиза эритроцитов с плазматическим пропитыванием всех структурных компонентов респираторного отде-

ла легких. Отдельные пневмоциты 2 типа находились в состоянии дистрофии. При этом разрушались мембраны расширенных и заполненных хлопьевидным содержимым канальцев гранулярного эндоплазматического ретикулума, митохондрии уплотнялись и гомогенизировались, превращаясь в белковые тельца, плазматическая мембрана клеток была разрыхлена и отечна, особенно в базальном отделе. Пневмоциты 1 типа и слизистые клетки были редкими. Пневмоциты 2 типа пролиферировали с появлением мелких клеток с единичными осмиофильными пластинчатыми тельцами. Эндотелий кровеносных капилляров был утолщен и заполнен обильными микропиноцитозными пузырьками. Цитоплазма отдельных фибробластов была вакуолизирована и отечна. На отдельных участках наблюдались выраженные деструктивные изменения эпителиальной выстилки и эндотелиальной поверхности капилляров.

Отмечены отек и слущивание клеток в просвет воздушных камер легких. Одновременно происходила репаративная регенерация поврежденных участков респираторной поверхности с «подползанием» периферических отделов клеток под базальную поверхность отторгающихся эпителиальных клеток. Таким образом, в респи-



Рис. 1 (электроннограмма). Респираторный отдел легких жабы зеленой (*Bufo viridis*). В пневмоците 2 типа видна гигантская вакуоль с электроннопрозрачным содержимым и остатками дегенеративно измененных осмиофильных пластинчатых телец. Электроннограмма. Ув.х19200

раторном отделе легких исследованных бесхвостых амфибий и рептилий, отловленных в биотопах в районе космодрома Байконур, в дельте Сыр-Дарьи и на солончаках бывшего дна Арала, отмечены ультраструктурные изменения патологического характера, в частности, резко снижен апикальный тип секреции ПАВ пневмоцитами 2-го типа.

Среди изученных нами органов наиболее выраженными морфофункциональными реактивными перестройками характеризуется печень. Характер этих перестроек напрямую связан с состоянием и уровнем загрязнения конкретного биотопа. Особенно значительны морфофункциональные отклонения от нормы в печени амфибий. Они выражаются в виде нарушения трубчатого строения печени, нарушения проницаемости сосудов и появлении периваскулярных отеков, а также множества инфильтратов в виде скопленных макрофагов, лимфоидных и гистиоцитарных элементов. Отмечен выраженный фагоцитоз меланомакрофагальных клеток гепатоцитами.

Большинство гепатоцитов обнаруживало различную степень разрушения. Содержание гликогена в клетках колебалось от практически полного отсутствия до занимающих большую часть цитоплазмы скопленных гликогена. Встречалось умеренное количество вакуолей с жиром светло-оливкового цвета, отмечены также единичные клетки со светлыми гигантскими вакуолями, которые оттесняли ядро к периферии клетки. Эндотелиальные клетки синусоидов находились в состоянии отека и деструкции. В крупных сосудах также обнаруживалось большое количество разрушенных клеток и эритроцитов.

Отмечено большое количество меланомакрофагальных комплексов различных размеров - от средних до гигантских. ММФС имели различную степень пигментации - от светло-коричневой до черной. Они представляли собой крупные образования, состоящие из клеток Купфера, незрелых макрофагов, пигментных клеток и клеточного детрита. Интересной особенностью было наличие в близлежащих к ММФС гепатоцитах «пылевидных» включений мелких гранул меланина. При окраске по Перлсу гемосидерин обнаруживался лишь в некоторых ММФС и отдельных расположенных клетках Купфера.

На ультраструктурном уровне темные клетки имели включения липидов и липофусцина. Отдельные участки цитоплазмы были окруже-

ны электроннопрозрачным кольцом и представляли аутофагические вакуоли, которые в дальнейшем отторгались клеткой. Элементы комплекса Гольджи были гипертрофированы. В отдельных клетках наблюдались скопления агранулярного эндоплазматического ретикулаума.

Компенсаторно-приспособительные реакции проявлялись в гиперплазии и гипертрофии митохондрий конденсированного типа строения, гипертрофии комплекса Гольджи и усилении белкового и углеводного синтеза. Количество ММФС, по сравнению с нормой, несколько ниже, но при этом отмечалось значительное увеличение средней площади отдельных ММФС. Зарегистрировано усиление гемолиза и катаболизма эритроцитов с массивным отложением гемосидерина в эндотелии, цитоплазме гепатоцитов и меланомакрофагах, что свидетельствовало о реакции на действие токсических веществ.

По сравнению с амфибиями морфологические изменения в печени быстрой ящурки выражены слабее. Характерной особенностью морфологических изменений в печени рептилий были компенсаторно-приспособительные реакции в ответ на гемолиз эритроцитов.

Гистологическое изучение почек показало, что существуют значительные различия в структуре почек животных из разных биотопов. Эпителиальная выстилка почечных канальцев преимущественно наземных (*Bufo viridis*) и полуводных (*Rana ridibunda*) амфибий существенных различий не имела. Почки лягушки и жабы не дифференцированы на корковое и мозговое вещество. Основной структурно-функциональной единицей является нефрон, состоящий из почечного тельца, тонкой шейечной части, проксимального канальца, дистального канальца и связующей части, которая открывалась в собирательную трубочку. Почки имеют строение, характерное для водных животных. Клубочки были крупными и располагались неравномерно.

Сосудистый клубочек располагался в центре полости, занимая весь ее объем. Просвет капилляров сосудистого тельца был умеренно расширен и содержал эритроциты. Клубочки почки давали интенсивную ШИК-положительную реакцию. Проксимальный отдел нефронов характеризуется апокриновой секрецией.

Ультраструктура нефрона почки лягушки озерной из относительно малоизмененного био-

топа озера Тушибас (Приаралье) была практически нормальной, за исключением изменений эндотелия капилляров клубочков и сосудов интерстиция. Субмикроскопическое строение дистальных отделов было в пределах нормы, пролиферации темных вставочных клеток не отмечено, что отражало адекватно протекающие процессы осморегуляции выделяемой мочи в почках. Ультраструктура нефрона почки лягушки из прудов в районе гидроузла Басыкара с более высоким уровнем засоленности и загрязненности воды, чем в р. Сырдарья, отличалась признаками апокриновой секреции в проксимальном отделе. Апокриновая поверхность сглаживалась. Отдельные клетки подвергались жировой дистрофии. Эндотелий кровеносных капилляров интерстиция был частично разрушен. У жаб, обитающих на оз. Карашалан и пересыхающих и мочажинах в дельте реки Сырдарья выявлено определенное напряжение механизмов осморегуляции, что, вероятно, связано с высоким уровнем минерализации этих водоемов. Обращало на себя внимание наличие многочисленных гигантских митохондрий конденсированного типа и обширные межклеточные пространства, что указывало на мобилизацию внутренних компенсаторных механизмов восстановления гомеостаза в условиях повышенной минерализации воды. Это подтверждалось выраженной гиперплазией и активацией темных (вставочных) клеток, также имеющих отношение к активному транспорту ионов натрия.

Ультраструктура нефрона почки ящурки быстрой, выловленной на оз. Карашалан в дельте реки Сырдарья, отличалась от нормы выраженной тенденцией к усилению процесса микропиноцитоза в эндотелии капилляров клубочков.

Среди эпителиоцитов проксимальных отделов нефронов встречались клетки с признаками усиления белоксинтетической функции и вакуольной дистрофии. При этом канальцы гранулярного эндоплазматического ретикулаума расширялись и вакуолизировались, гиалоплазма просветлялась.

В почках ящурки быстрой из зоны осушки Аральского моря, ультраструктура сосудистых клубочков характеризовалась узкими просветами канальцев, уплощением эндотелиальных клеток, наличием широких межклеточных щелей, складчатостью капиллярной сети. В эпителии проксимальных канальцев были отмечены крупные вторичные лизосомы, щеточная каемка сохранялась лишь на отдельных участках. По-

видимо, в результате резкого отека интерстициального пространства межклеточные пространства в базальной части эпителия отдельных проксимальных канальцев были расширены.

Эпителий дистальных канальцев и промежуточной части характеризовался дистрофическими изменениями, набуханием, деструкцией, лизисом крист митохондрий, вакуолизацией ретикулаума и комплекса Гольджи. Наблюдался микроклазматоз цитоплазматических отростков, расположенных на апокриальной поверхности эпителия.

Электронномикроскопическое изучение нефрона почки лягушки из озера Тушибас выявило нормальное субмикроскопическое строение дистальных отделов и отсутствие пролиферации темных вставочных клеток, что отражало адекватно протекающие процессы осморегуляции выделяемой мочи в почках данных животных.

В почках жабы зеленой, выявленной вблизи города Айтеке би, в районе гидроузла Басыгара морфологические изменения были выражены больше, чем у жабы зеленой, обитающей в устье реки Сырдарья на озере Карашалан. Так, выявлены не только отек и очаговое разволокнение капсулы почки, но и очаговое ее склерозирование, а также очаговое склерозирование стенок сосудов, их полнокровие, периваскулярные и очаговые кровоизлияния, дистрофические изменения и очаговый некроз эпителия извитых канальцев.

Проведенное исследование показало, что комплекс вредных факторов, присутствующих в районах г. Айтеке би, устья реки Сырдарья, зоны осушки дна Аральского моря вызывал в почках жабы зеленой, лягушки озерной и ящурки быстрой существенные морфологические изменения. Характерными были расстройства кровообращения и дистрофические изменения в виде вакуольной дистрофии канальцевого эпителия.

Закключение. Показано, что представители герпетофауны практически из всех биотопов Приаралья и Прибалхашья характеризуются теми или иными морфологическими отклонениями в изученных органах (особенно в почках и печени). Наиболее отчетливые структурные отклонения выявлены во внутренних органах озерной лягушки, в меньшей степени у зеленой жабы и в наименьшей - у быстрой ящурки. Это, вероятно, вызвано тем, что водные пищевые цепи подвержены накоплению загрязнителей в больших количествах, чем наземные цепи, а потому виды, ведущие сухопутный образ жизни, менее интоксцированы [9,10,11,12].

Следует отметить, что изучение микроструктуры органов животных, даже из малоизмененных биотопов, выявило незначительные изменения реактивно-адаптационного характера, что указывает на слабые эффекты хронического воздействия на организм животных малых концентраций загрязняющих веществ.

В органах животных из деградирующих биотопов эти изменения носят явно выраженный патологический характер и, по-видимому, вызваны воздействием повышенных доз загрязняющих веществ, в первую очередь, минеральных солей, тяжелых металлов и пестицидов. Ряд биотопов Приаралья и накопитель сточных вод Сорбулак можно отнести к «зонам высокого загрязнения» комплексом токсических веществ. При этом такие показатели популяции, как численность и плотность, могут быть достаточно высокими, как, например, в популяции озерной лягушки в накопителе сточных вод Сорбулак. Это объясняется наличием в сточных водах обильной кормовой базы из-за высокого содержания в воде органики. Отсюда можно сделать вывод о том, что важно иметь информацию не только о показателях популяции в целом, но и о морфофизиологическом состоянии отдельных особей, а для этого желательно дополнять традиционные популяционные исследования методами молекулярной биологии, биохимии, цитологии, микробиологии и др.

Выводы

1. Все исследованные природные пустынные и полупустынные ценозы в различной степени изменены, что отражается в морфофункциональных отклонениях внутренних органов обитающих в них представителей герпетофауны.

2. Микроструктура органов исследованных животных из малоизмененных ценозов обнаруживает обратимые изменения адаптивно-комплексаторного характера, как результат слабых эффектов хронического воздействия на организм комплекса экологических факторов, включая загрязняющие вещества малой концентрации.

3. В органах животных из «зон высокого загрязнения» наблюдаются необратимые морфофункциональные нарушения патологического характера.

4. Наиболее отчетливо выражены структурные изменения в органах озерной лягушки, несколько слабее у зеленой жабы и в наименьшей степени у быстрой ящурки.

5. Комплексное морфологическое изучение систем органов животных из экологически неблагоприятных ценозов весьма информативно для

оценки исследуемых популяций и состояния соответствующих экосистем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Mumiz I.P. Freshwater acidification: Its effects on species and communities of freshwater microbes, plants and animals// Pzoz. Roy. Soc. UK. Edinburgh. 1991. V.7B. P.227-254.
2. Manio J. Resposues of headwater lakes to air pollution changes in Finland. Helsinki, 2001, 63 p.
3. Романова Е.Б., Егорихина М.Н. Динамика гематологических показателей периферической крови лягушек рода *Rana* трансформированной городской среды // Экология.2006, №3, с.208-213.
4. Максимов С.В. Аномалии в строении рыб как показатели состояния природной среды // Вопр.ихтологии. 1995. Т.35. Вып.2.С. 182-188.
5. Селюков А.Г., Беспоместных Г.Н. Протекторное действие слабых импульсных магнитных полей в раннем онтогенезе тугуна (*Coregonus tugun*) в условиях хронического нефтяного загрязнения.//Экология. 2006. №5. С.365-371.
6. Захаров В.М., Бараков А.С., Борисов В.И. и др. Здоровье среды. Методика оценки М.2000. С.44-46.
7. Леонтьева О.А., Семенов Д.В. Земноводные как биоиндикаторы антропогенных изменений среды // Успехи соврем.биол.1997. Т.117. №6. С. 726-736.
8. Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ. М.: Росэкология, 2003.
9. Большаков В.Н., Пястолова О.А., Вершинин В.Л. Специфика формирования видовых сообществ животных в техногенных и урбанизированных ландшафтах // Экология 2001. №5. С. 343-354.
10. Нуртазин С.Т., Федотовских Г.В., Жаркова И.М., Джамбулатов Р. Морфологическая характеристика печени жабы зеленой (*Bufo viridis*), обитающей в Приаралье (устье реки Сырдарья, озеро Карашалан). // "Поиск", 2003. №3. С.47-55
11. Нуртазин С.Т. Результаты гистологического исследования органов дыхания амфибий и рептилий из различных биотопов Приаралья. // Известия МОН РК, сер. биологическая и медицинская. №3. 2004 г. С.41-54.
12. Нуртазин С.Т., Федотовских Г.В. Особенности морфологии печени, почек и гонад рептилий из неблагоприятных экосистем Приаралья.// «Материалы международной конференции по патологии клетки». М., 2004 г. С.126-127

Резюме

Қазақстанның экожүйесінің деградациялық және аз өзгерген жерлердегі амфибия және рептилиялардың кейбір фонды түрлерінің тыныс алу, асқорыту және зәр шығару жүйелер мөшелерінің гистологиялық және цитохимиялық зерттеулерінің мәліметтері талданады. Зерттелген органдардың қолайсыз факторлардың әсеріне морфофункционалдық реакцияның негізгі варианттары қарастырылады.

Summary

Research data of histological and cytochemical study of respiratory, digestive and secretion systems organs of few background amphibian and reptilian species from relatively little altered and destructed ecosystems of Kazakhstan were analysed. Main variations of morphofunctional reactions of researched organs in treatment of unfavorable environmental factors were examined.