

УДК 597.8:504.06

БЕСХВОСТЫЕ АМФИБИИ КАК ИНДИКАТОР АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ: ПАТОЛОГИЧЕСКИЕ И КОМПЕНСАТОРНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ПЕЧЕНИ

Н. М. Акуленко

Институт зоологии НАН Украины, Киев, Украина

ANURANS AS ANTHROPOGENIC POLLUTION INDICATORS: PATHOLOGICAL AND COMPENSATORY PROCESSES IN THE LIVER

N. M. Akulenko

Institute of Zoology NAS of Ukraine, akden@i.ua

Основной трудностью при оценке антропогенно измененных ландшафтов является разнообразие и непредсказуемость действующих в них факторов; только непосредственное изучение изменений в живых организмах позволяет оценить биологическое воздействие антропогенных факторов в данном биоценозе. Но в биоценозах, подвергшихся сильной трансформации, остается немного позвоночных животных, пригодных для мониторинга, особенно эврибионтных видов с высокой скоростью размножения. С этой точки зрения бесхвостые амфибии имеют ряд преимуществ (Акуленко, Некрасова, 2008) и уже используются в качестве тест-систем с применением результатов в медицинской экологии (Burkhart et al., 2000; Roy, 2002 и др.). Но насколько такие модели универсальны? Предполагается, что все представители наземных позвоночных имеют достаточное физиологическое сходство, чтобы переносить полученные результаты на других животных, включая человека. Но это не всегда так. Наши исследования на зеленых лягушках (*Rana esculenta* complex) из популяций, различных по степени и характеру антропогенного загрязнения, показали, что токсические поражения печени тождественны описанным для человека (Акуленко, 2005, 2006), но компенсаторные механизмы, которые приходят в действие для их преодоления, отличаются коренным образом.

В печени амфибий и рептилий в антропогенных ландшафтах выявляются воспаления, некроз и жировое перерождение паренхимы. Это патологические изменения, хорошо известные в медицине. Анизозитоз гепатоцитов с появлением двуядерных клеток нетипичной формы у млекопитающих является также признаком патологии, однако у бесхвостых амфибий это состояние возникает при регенерации печени (Карапетян, Дживанян, 2006). Однако у лягушек повреждения печени компенсируются за счет процесса, названного нами экстренной или срочной регенерацией. Зоны некроза замещаются мелкими гепатоцитами, при этом развитый соединительнотканый каркас и типичная для амфибий структура печени не воспроизводятся. Механизм «экстренной регенерации» позволяет быстро компенсировать обширные некротические поражения, которые являются характерными проявлениями антропогенного загрязнения (Акуленко, 2006).

Второй особенностью бесхвостых амфибий является наличие в печени пигментсодержащих клеток. По нашим данным, у амфибий пигментные клетки печени являются самостоятельной линией клеточной дифференцировки, которая функционально взаимодействует с макрофагами, является метаболически активной и постоянно обновляется (Акуленко, 1998). Последнее положение выдвигалось и другими авторами (Barni et al., 2002). По утверждениям ряда исследователей (Corsaro et al., 1995), меланин в пигментных клетках печени амфибий и рептилий химически нейтрализует перекиси липидов, свободные радикалы и другие продукты ферментативного окисления.

В местах со средним уровнем загрязнения в выборках увеличивается коэффициент вариации по количеству пигментных клеток в печени. Когда уровень загрязнения высокий, а повреждения паренхимы печени тяжелые, количество пигментных клеток в органе однозначно уменьшается (Акуленко, 2003). Мы предположили, что существуют две стадии. Стадия компенсации – усиленная дифференцировка пигментных клеток и возрастание их числа, затем – падение количества пигментных клеток, когда компенсаторные возможности организма исчерпаны. Анализ показателей, разработанных нами для изучения динамики пигментных клеток (Акуленко, 1998), подтвердил предположение. Доля молодых пигментных клеток в печени животных из антропогенно измененных биоценозов увеличена, особенно при тяжелых поражениях паренхимы. Доля клеток с признаками дегрануляции (свидетельствующих о медленном высвобождении меланина) достоверно снижена. Наиболее выраженные изменения в динамике пигментных клеток выявляется в выборке с обширными очагами некроза (Акуленко, 2007, 2008). Таким образом, под действием антропогенных факторов интенсивность дифференцировки и распада пигментных клеток в печени зеленых лягушек возрастает. При этом показатели дифференцировки и функциональной активности макрофагов меняются мало. Можно заключить, что усиленный распад пигментных клеток при повреждениях паренхимы печени по большей части не зависит от активности макрофагов. Поэтому можно с большой долей уверенности предположить, что меланин непосредственно нейтрализует действие ферментов, выходящих в межклеточные пространства из разрушенных гепатоцитов. Действительно, при некрозе ферментативные системы печени выходят из-под контроля и начинают хаотически взаимодействовать с внутренней средой организма. При этом

наиболее агрессивные продукты неконтролируемого окисления (перекиси жирных кислот, свободные радикалы и др.) сильнее всего поражают клетки, находящиеся в митотическом цикле, возникают хромосомные поломки, увеличивается опасность новообразований. Поэтому для успешной регенерации нужно очистить очаги некроза от продуктов окисления (Акуленко, 2008).

Таким образом, несмотря на сходные первичные поражения паренхимы печени при антропогенном загрязнении, амфибии имеют специфические адаптационные механизмы, которых нет у млекопитающих. Благодаря механизмам химической нейтрализации продуктов ферментативного окисления и наличию ускоренной регенерации, лягушки способны восстанавливать нормальное функционирование печени после тяжелых первичных повреждений. Этот пример показывает, что для использования амфибий в мониторинговых исследованиях необходимо изучение механизмов патологических и компенсаторных процессов в исследуемых системах, и только после этого возможно перенесение результатов на человека или представителей других классов позвоночных.