

УДК 577. 118

Е. Н. Рузина

Днепропетровский национальный университет

**ОСОБЕННОСТИ АККУМУЛЯЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ
БЕСХВОСТЫМИ АМФИБИЯМИ (RANA RIDIBUNDA)
ИЗ ЭТАЛОННЫХ И ДЕСТРУКТИВНЫХ ЭКОСИСТЕМ
СТЕПНОГО ПРИДНЕПРОВЬЯ**

Розглянуто особливості накопичення та визначено загальні тенденції зміни вмісту важких металів в органах та тканинах амфібій з еталонних та деструктивних екосистем степового Придніпров'я.

За последние годы получено много данных о концентрации элементов в различных организмах и установлен несомненный факт накопления металлов в организмах амфибий, извлекающих их из воды рек, почвы и атмосферы [1; 2]. Тяжелые металлы не подвергаются биодegradации и поэтому могут накапливаться во всех компонентах экосистем. Кажущиеся на первый взгляд незначительные колебания содержания тяжелых металлов в среде обитания могут вести не только к видообразованию в течение многих поколений, но также и к гибели отдельных популяций на небольших пространствах [3].

Для территории Украины, отличающейся исключительным разнообразием геохимической ситуации, большое значение имеют исследования территорий с экстремальными условиями обитания. Несмотря на усиливающийся интерес к проблеме тяжелых металлов, вопрос о их накоплении и содержании в тканях и органах живых организмов освещен недостаточно.

Из всех исследованных металлов в органах и тканях озерной лягушки группа биометаллов отличается более высокими концентрационными характеристиками, что особенно свойственно железу. В убывающей степени за ним следует никель, цинк, марганец, медь, свинец, кадмий.

Сравнительный анализ содержания железа в органах и тканях озерной лягушки из эталонных экосистем показывает в целом общие тенденции в уровне его накопления, хотя у амфибий из биотопов, расположенных в пойме р. Орель и в Присамарье, отмечается некоторое повышение количества железа по сравнению с Днепроовско-Орельским заповедником, что коррелируется с более высоким содержанием его в воде водоемов этих территорий и, возможно, связано с атмосферным загрязнением данных биотопов и поверхностным стоком воды с сельскохозяйственных земель в р. Орель и р. Самара. Наиболее информативным органом, с точки зрения накопления железа, является печень, что, очевидно, связано с кроветворной функцией этого органа. Максимальные концентрации железа в печени отмечены у животных из биотопов, находящихся в Присамарье – 1916,79 мг/кг сухой массы. Остальные органы по степени снижения в них количества железа можно расположить в следующем порядке: почки (789,02 – 501,26 мг/кг сухой массы), гонады (592,53 – 417,15 мг/кг сухой массы), сердце (467,37 – 208,24 мг/кг сухой массы), легкие (411,73 – 250,14 мг/кг сухой массы), кожа (316,71 – 122,84 мг/кг сухой массы), костная ткань (112,33 – 81,67 мг/кг сухой массы), мышечная ткань (128,36 – 60,11 мг/кг сухой массы).

В загрязненных зонах максимальная концентрация железа наблюдается в печени амфибий. Построенная на участке, подверженном влиянию промышленных сточных вод предприятий химической и металлургической промышленности г. Днепродзержинска, насыпная дамба отгородила часть водоемов – мест обитания амфибий от основного загрязненного стока, что позволило провести сравнительный анализ содержания микроэлементов у животных, обитающих как в условиях интенсивного загрязнения, так и на расстоянии 100 м через насыпную дамбу. В районе поступления сточных вод промышленных предприятий г. Днепродзержинска как до дамбы, так и после нее наиболее высокое накопление железа происходит в печени животных (2201,60 – 875,02 мг/кг сухой массы). В зоне разработок и добычи марганцевой руды г. Марганца максимальная концентрация железа наблюдается в легких (1550,08 мг/кг сухой массы), что, возможно, связано с атмосферным загрязнением. А в биотопах Западного Донбасса по содержанию железа лидируют гонады (5448,47 мг/кг сухой массы). В загрязненных зонах не прослеживается такой четкой тенденции в уровне накопления железа в органах и тканях озерной лягушки, которая наблюдается в условно чистых зонах, что, видимо, связано с временем пребывания

организма в загрязненной среде, с изменением концентрации металла в промышленных сточных водах, степенью их разбавления и скоростью ответной реакции организма.

Содержание марганца у животных из «условно чистых» зон наиболее высоко в почках, что обусловлено выводящей функцией этого органа.

В ряде точек отбора проб, а именно в г. Марганец, районе Приднепровской ТЭС, г. Никополь, р. Мокрая Сура, Западном Донбассе и в зоне поступления сточных вод химических и металлургических предприятий г. Днепропетровска максимальная концентрация марганца отмечается в легких амфибий, а в зоне поступления сточных вод СЕВГОКа г. Кривой Рог – в почках. Сравнение уровня содержания марганца в органах и тканях озерной лягушки из биотопов «условно чистых» зон и зон поступления промышленных сточных вод показало, что его количество увеличено у животных из загрязненных мест обитания во всех органах и тканях, кроме кожи и костной ткани, в 1,2 – 9,5 раз. У животных из биотопов, расположенных в зоне поступления сточных вод промышленных предприятий г. Днепропетровска, Приднепровской ТЭС в костной ткани и коже количество марганца снижено в 1,4 – 1,5 раза соответственно по сравнению с «условно чистыми» зонами, что может приводить к нарушению процесса оксификации и изменению окраски животных.

Медь – важнейший после железа кроветворный биогенный элемент, принимающий участие в ключевых окислительно-восстановительных процессах. Кроме того, он обладает способностью связывать микробные токсины и способствует выработке иммунитета. Наиболее информативными при исследовании содержания меди в органах и тканях амфибий являются печень и почки, выполняющие кроветворную и выводящую функции. Остальные органы по содержанию меди располагаются в следующем порядке: сердце (288,98 – 35,19 мг/кг сухой массы), легкие (271,01 – 18,40 мг/кг сухой массы), гонады (255,27 – 1,84 мг/кг сухой массы), костная ткань (143,92 – 4,55 мг/кг сухой массы), кожа (153,89 – 2,08 мг/кг сухой массы), мышечная ткань (37,88 – 2,65 мг/кг сухой массы). Наибольшее содержание меди – 570,21 мг/кг сухой массы отмечено в печени животных из зон поступления сточных вод СЕВГОКа г. Кривой Рог.

Сравнение динамики содержания меди в органах и тканях озерной лягушки из биотопов «условно чистых» зон и зон промышленного загрязнения показало, что уровень меди у последних увеличен в 1,2 - 5 раз во всех органах и тканях, кроме мышечной ткани и кожи. В этих органах отмечено снижение количества меди в 1,3 раза. Снижение количества меди в почках животных при одновременном ее увеличении в печени в 2 раза должно, очевидно, свидетельствовать об отсутствии механизма ее выведения из организма через почки, с одной стороны, и одновременно может позволить использовать печень как индикатор накопления этого элемента.

Цинк играет важную роль в жизнедеятельности амфибий. Основная часть этого микроэлемента (около 75 %) сосредотачивается в эритроцитах крови. Содержание цинка значительно варьирует в органах и тканях озерной лягушки. Максимальные концентрации цинка отмечены в гонадах амфибий (зона поступления сточных вод предприятий железодобывающей промышленности г. Кривой Рог – 3173,84 мг/кг сухой массы). Наименьшее его содержание установлено в мышечной ткани амфибий (район р. Орель -14,71 мг/кг сухой массы).

В общем, в рассматриваемых биогеоценозах по уровню накопления данного элемента в органах и тканях амфибий их можно расположить в следующем порядке: гонады, почки, легкие, кожа, печень, костная ткань, мышечная ткань, сердце. Следует отметить, что в «условно чистых» зонах содержание цинка в органах и тканях озерной лягушки изменяется в меньших пределах, чем в зонах поступления сточных вод.

Содержание никеля в органах и тканях озерной лягушки, необходимого организму животных в меньшей степени [4], по сравнению с перечисленными выше биогенными элементами, значительно ниже. Исключение составляет зона поступления сточных вод СЕВГОКа г. Кривой Рог. По степени снижения содержания никеля органы и ткани можно расположить в следующем порядке: почки, печень, гонады, легкие, сердце, костная ткань, кожа, мышечная ткань.

Наиболее информативным органом, с точки зрения накопления никеля, являются почки, максимальные концентрации в которых у животных отмечены в биотопах из зоны поступления сточных вод предприятий добывающей промышленности г. Кривой Рог – 6341,75 мг/кг сухой массы.

Имеющиеся в настоящее время данные о содержании свинца у различных представителей герпетофауны крайне недостаточны. Содержание свинца наиболее высоко в почках животных, что, очевидно, связано с путями выведения его из организма животных.

В биотопах «условно чистых» зон свинец поступает в воду водоемов с отходами бензина, в который он добавляется в виде тетраэтилсвинца, являющегося антидетонатором, а также из воздуха с осадками. Накопление свинца в органах бесхвостых амфибий из условно чистых биотопов установил

С. А. Шарыгин [5], показавший, как изменяется уровень свинца в организме остромордой лягушки в зависимости от дальности ее обитания от автотрасс с интенсивным движением.

Наиболее высокие показатели содержания свинца установлены в почках амфибий из биотопов, расположенных в зоне поступления сточных вод предприятий железнорудной промышленности – 446,18 мг/кг сухой массы, что, видимо, объясняется синэргетическими и аккумулятивными способностями данного элемента. Содержание свинца в остальных органах колеблется от 0,5 мг/кг сухой массы в коже у животных из биотопов, расположенных на расстоянии 100 м от дамбы до 136,31 мг/кг сухой массы в почках животных из биотопов, находящихся в зоне поступления сточных вод химической и металлургической промышленности г. Днепропетровска. Некоторый избыток свинца наблюдается в гонадах животных, максимальные концентрации отмечены у амфибий из биотопов, расположенных в зоне поступления сточных вод, что может оказывать отрицательное воздействие на активность ферментов и в итоге нарушать нормальное развитие организма.

В целом все органы и ткани амфибий по степени накопления в них свинца можно расположить в следующем порядке: почки, сердце, легкие, гонады, печень, кожа, костная ткань, мышечная ткань.

Содержание кадмия крайне неравномерно в органах и тканях животных, в зависимости от места отбора. Наиболее интенсивно кадмий накапливается в гонадах у амфибий из зоны поступления сточных вод предприятий железнорудной промышленности г. Кривой Рог – 290,92 мг/кг сухой массы, что является аномальным для этого органа, так как даже в выводящих органах (почках) его уровень не превышает 86,31 мг/кг сухой массы.

В общем, по снижению интенсивности накопления кадмия органы и ткани озерной лягушки следует расположить следующим образом: гонады, сердце, почки, легкие, печень, мышечная ткань, костная ткань, кожа.

Наиболее высокие концентрации кадмия отмечаются у животных из биотопов, расположенных в зонах поступления сточных вод СЕВГОКа г. Кривой Рог и г. Днепропетровска.

Довольно высокое содержание токсичных элементов в икре животных отрицательно сказывается на ее развитии и может привести к нарушению в структуре популяций амфибий из данных мест обитания. Следует отметить низкий уровень содержания как биогенных, так и токсичных металлов в мышечной ткани амфибий, что позволяет использовать их утилитарно.

Результаты исследований показали, что накопление металлов в основном происходит в почках, печени и гонадах. Значительным содержанием всех исследуемых элементов характеризуются сердце и легкие животных. Это может свидетельствовать о значительном атмосферном загрязнении изучаемых биотопов.

Библиографические ссылки

Шарыгин С. А. Тяжелые металлы в организме амфибий и рептилий // Тяжелые металлы в окружающей среде и охрана природы. – М., 1988. – С. 269 – 273.

Покаржевский А. Д. Геохимическая экология наземных животных. – М., 1985. – 306 с.

Султанов М., Риш М. А., Демин Ю. С. Биоиндикация изменений окружающей среды в техногенной провинции // Экотоксикология и охрана природы. – М.: Наука, 1988. – С. 222 – 230.

Микроэлементозы человека / А. П. Авцын, А. А. Жаворонков, М. А. Риш, Л. С. Строчкова. – М., 1991. – 496 с.

Шарыгин С. А., Мисюра А. Н., Павлова Л. Н. Тяжелые металлы в организме некоторых амфибий и рептилий Крыма // Бюл. Государственного Никитского ботанического сада. – Ялта, 1989. – Вып. 70. – С. 20 – 24.

Надійшла до редколегії 26.04. 2001.
