

Misyura A. N., Marchenkovskaya A. A., Chernyshenko S. V., Zalipukha I. N.
Anurans using in biomonitoring of uranium wastes' influence on zoocenosis

УДК 591.05

А. Н. Мисюра, А. А. Марченковская, С. В. Чернышенко, И. Н. Залипуха

Днепропетровский национальный университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСХВОСТЫХ АМФИБИЙ В СИСТЕМЕ БИОМОНИТОРИНГА ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ОТХОДОВ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ УРАНОВОЙ РУДЫ НА ЗООЦЕНОЗ

Дослідження впливу відходів підприємств із переробки уранової руди показали, що єдиний вид земноводних, який мешкає у стічних водах – озерна жаба (*Rana ridibunda*). Особини старших вікових груп цього виду амфібій частково пристосувалися до впливу політантів стічних вод за рахунок зміни фізіолого-біохімічних параметрів органів, що беруть активну участь у метаболізмі.

The research of influence of wastes of uranium ore processing enterprises showed that only one amphibian species inhabits the sewage – the lake frog. Individuals of senior age groups of this species partly adapted to pollutants influence due to the change of physiology-biochemical parameters of the organs, which actively participate in metabolism.

Введение

В Днепропетровской области, отличающейся высоким уровнем промышленного производства и одновременно являющейся одной из неблагоприятных в экологическом отношении областей Украины, развиты практически все виды промышленного производства. Среди них приоритетными являются горнодобывающая и сопутствующая ей химическая промышленность, которая ведет переработку и обогащение различных видов руд: железной, марганцевой, редкоземельных элементов и в том числе крайне необходимой (в свое время для оборонной промышленности, а в настоящее время для энергетического комплекса) урановой руды.

С 1944 года на Приднепровском химическом заводе (ПХЗ) проводилась переработка урановой руды [9], объемы которой были значительно сокращены после 1991 года в связи с ненадобностью урана для оборонной промышленности как Украины, так и в целом стран бывшего СССР. В то же время в течение длительного времени твердые и жидкие отходы этого производства складировались или поступали в отстойники «хвостохранилища», прилегающие, с одной стороны, к территории предприятия, а, с другой, к жилым поселкам и р. Днепр [9]. Значительные количества отходов поступали во впадающую в Днепр р. Коноплянка, превратившуюся в связи с этим в сточную канаву.

Оценка состояния земноводных в биотопах, прилегающих к р. Коноплянка, позволила установить в них наличие трех видов бесхвостых амфибий, которые вследст-

© А. Н. Мисюра, А. А. Марченковская, С. В. Чернышенко, И. Н. Залипуха, 2007

102

вие своей различной резистентности к влиянию поллютантов сточных вод обитают в различных по удалению от реки биотопах. На этой территории распространены такие виды как озерная лягушка (*Rana ridibunda* Pallas, 1771), краснобрюхая жерлянка (*Bombina bombina* Linnaeus, 1761) и обыкновенная чесночница (*Pelobates fuscus* Laurentis, 1768) [3; 5]. Только один из указанных видов, а именно озерная лягушка, обитает непосредственно в воде реки Коноплянка (сточной воде). Два других вида зарегистрированы на расстоянии 500 м от стока (*Bombina bombina*) и 1,0 км на суше (*Pelobates fuscus*).

Таким образом, коэффициент видового разнообразия земноводных составляет на данной территории (по Шеннону) [12] 0,35, что в 4,1 раза меньше по сравнению с биотопами находящегося ниже по течению р. Днепр на противоположном берегу Днепроовско-Орельского природного заповедника (ДОПЗ).

В связи с этим целью данных исследований являлось охарактеризовать физиолого-биохимические параметры озерной лягушки из биотопов зоны поступления сточных вод предприятий химической промышленности по переработке урановой руды и Днепроовско-Орельского природного заповедника.

Материал и методы исследований

Исследования проводились в течение длительного периода интенсивной работы ПХЗ в биотопах зоны поступления сточных вод и водоемах Днепроовско-Орельского природного заповедника. Животные для анализа отбирались методом маршрутного учета с подсветкой фонарем на маршруте 100–1000 м по стандартной методике либо с помощью разработанной нами ловушки [3; 4]. Для анализа отбирались одновозрастные животные старших возрастных групп. У амфибий проводили анализ морфофизиологических показателей по стандартной методике [7].

Для анализа биохимических показателей отбирались основные органы и ткани животных, активно участвующие в метаболизме: печень, почки, мышцы, кожа, легкие, сердце. У амфибий определялось содержание белка, липидов и их фракций, нуклеиновых кислот (РНК, ДНК), остаточного азота и мочевины по стандартным методикам [1; 7; 8; 11] на двухлучевом спектрофотометре Specord M40 фирмы Карл Цейс Йена (Германия).

Результаты и их обсуждение

Сравнение морфофизиологических показателей озерной лягушки из различных по степени промышленного загрязнения местообитаний показало увеличение относительного веса печени и почек. Жировых тел у амфибий из зоны поступления сточных вод ПХЗ обнаружено не было. У самок амфибий из биотопов зоны промышленного загрязнения во все сезоны отмечается увеличение относительного веса печени и почек, а у самцов оно наблюдается только летом и осенью. Показатели относительного веса сердца и легких озерной лягушки из этих биотопов весной выше, чем у амфибий из контрольных местообитаний. Это может свидетельствовать о повышении активности животных в зоне загрязнения весной и объясняется их миграцией в эти биотопы в данный период. У амфибий из указанных экосистем отмечается также повышение абсолютного веса печени, почек, легких и жировых тел во всех возрастных группах, что свидетельствует о повышении уровня метаболизма и, очевидно, связано с интенсификацией деятельности органов и тканей под влиянием поллютантов сточных вод, что крайне необходимо для повышения резистентности организма и способствует метаболизму и выведению токсикантов из организма амфибий. Наряду с этим, у 12 % амфибий обнаружено появление третьей почки и второй селезенки, что

возможно, с одной стороны, является генетическим отклонением, а с другой, способствует детоксикации (селезенка) [10] и выведению поллютантов из организма.

Исследования биохимических показателей озерной лягушки из исследуемых биотопов показали достоверные различия в содержании сухого вещества и его неорганической фракции. Это особенно проявляется у самок в мышечной ткани, коже, печени, гонадах, почках и селезенке, а у самцов – в костной ткани, печени и селезенке. В зоне загрязнения отмечено снижение содержания сухого вещества в селезенке.

Влияние промышленных сточных вод (ПХЗ) и их отдельных ингредиентов приводит к изменению показателей липидно-белкового обмена. Это выражается у амфибий в увеличении содержания белков в печени, коже и гонадах при одновременном снижении их количества в мышечной ткани (табл. 1).

Таблица 1

Содержание белка в органах и тканях озерной лягушки из биотопов различной степени трансформации

Вид органа и ткани	Пол	Место обитания	Показатели		P
			$X \pm m$	C_v	
Мышечная ткань	самки	ДОПЗ	9,46±0,17	28,2	0,25
		ПХЗ	7,81±0,16	27,8	
	самцы	ДОПЗ	9,02±0,27	33,4	0,14
		ПХЗ	9,53±0,18	18,7	
Кожа	самки	ДОПЗ	12,00±0,18	23,7	0,16
		ПХЗ	14,44±0,19	17,7	
	самцы	ДОПЗ	12,67±0,20	17,6	0,01
		ПХЗ	15,63±0,17	11,0	
Печень	самки	ДОПЗ	10,60±0,11	16,1	0,29
		ПХЗ	11,61±0,14	15,8	
	самцы	ДОПЗ	12,05±0,19	17,9	0,17
		ПХЗ	12,81±0,18	14,2	
Гонады	самки	ДОПЗ	8,52±0,16	28,5	0,26
		ПХЗ	7,39±0,21	24,2	
	самцы	ДОПЗ	6,91±0,19	30,2	0,03
		ПХЗ	9,47±0,41	40,4	

Примечание: ДОПЗ – Днепроовско-Орельский природный заповедник; ПХЗ – Приднепровский химический завод.

Колебания уровня липидов в органах и тканях этих животных сопровождается изменением их фракционного состава, что выражается, в первую очередь, в увеличении уровня фосфолипидов и холестерина в печени при одновременном снижении в ней количества триглицеридов. В коже увеличивается концентрация фосфолипидов, триглицеридов и холестерина, что способствует увеличению массы мембран клеток, изменению их эластичности и, вероятно, снижению их проницаемости по отношению к поллютантам сточных вод.

Под влиянием сточных вод ПХЗ изменяется содержание в органах и тканях уровня нуклеиновых кислот и белка. Особенно показательное повышение количества нуклеиновых кислот и белка в печени и коже, что также в итоге приводит к увеличению массы биомембран и их энергоёмкости и способствует выработке адаптационных механизмов к факторам загрязнения.

Повышение уровня содержания белка в органах и тканях амфибий сопровождается у животных увеличением концентрации в сыворотке крови конечных продуктов его распада – остаточного азота и мочевины (табл. 2), что, в свою очередь, может сти-

мулировать образование белка [7], обеспечивая тем самым выживание особей старших возрастных групп озерной лягушки в условиях загрязнения среды обитания.

Таблица 2

Биохимические показатели крови озерной лягушки из биотопов различной трансформации

Показатели	Место обитания	Пол	$X \pm m$	C_v	p
Мочевина	ДОПЗ	самка	4,46±0,38	38,55	0,24
	ПХЗ	самка	9,42±1,16	56,47	
	ДОПЗ	самец	5,25±0,77	24,37	0,26
	ПХЗ	самец	8,93±0,83	31,45	
Остаточный азот	ДОПЗ	самка	23,39±1,24	18,97	0,23
	ПХЗ	самка	37,18±3,49	41,51	
	ДОПЗ	самец	25,77±2,95	17,66	0,25
	ПХЗ	самец	36,83±4,49	29,14	

Примечание: см. табл. 1.

Выводы

Влияние сточных вод предприятий по переработке урановой руды приводит к снижению показателя индекса видового разнообразия земноводных до 0,35 (что в 4,1 раза ниже по сравнению с аналогичным показателем из биотопов «условно чистой» зоны – ДОПЗ) и адаптации к токсичным ингредиентам сточных вод только одного вида бесхвостых амфибий – озерной лягушки.

У амфибий старших возрастных групп, обитающих в сточных водах (р. Коноплянка), происходит изменение относительного веса органов, играющих ведущую роль в организме животных. Это выражается в увеличении относительного веса печени, почек и жировых тел по сравнению с животными из биотопов Днепроовско-Орельского природного заповедника.

Воздействие токсичных ингредиентов сточных вод приводит к появлению у 12 % амфибий третьей почки и второй селезенки, что должно способствовать более интенсивной детоксикации чужеродных соединений (селезенка) и выведению из организма поллютантов и их метаболитов.

Исследование биохимических показателей животных установило различия в содержании сухого и неорганического вещества в органах и тканях озерной лягушки из биотопов зоны загрязнения и «условно чистой» зоны.

Влияние сточных вод приводит к изменению содержания белка в органах и тканях и продуктов конечного обмена белка в сыворотке крови амфибий по сравнению с животными из биотопов «условно чистой» зоны.

Все указанное выше позволяет рекомендовать использование данного вида земноводных как биоиндикатора состояния этой группы животных и зооценоза в целом в системе биомониторинга техногенных экосистем.

Библиографические ссылки

1. **Бердышев Р. Д.** Количественное определение нуклеиновых кислот в тканях рыб / Р. Д. Бердышев, В. Ф. Безруков // Типовые методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов. – Вильнюс, 1981. – Т. 4. – С. 47–57.
2. **Гаранин В. И.** Методы изучения амфибий и рептилий в заповедниках / В. И. Гаранин, И. М. Панченко // Амфибии и рептилии заповедных территорий. – М., 1987. – С. 8–24.
3. **Кузьмин С. Л.** Земноводные бывшего СССР. – М.: КМК, 1999. – 228 с.
4. **Мисюра А. Н.,** Крапивко М. Л., Булахов В. Л., Тарасенко С. Н. А. с. 1069751 СССР, опубл. в Б. И. 1984, № 4.

5. **Определитель** земноводных и пресмыкающихся фауны СССР / А. Г. Банников, И. С. Даревский, В. Г. Ищенко и др. – М.: Просвещение, 1977. – 415 с.
6. **Практикум** по биохимии / Под ред. Н. П. Мешковой, С. Е. Северина. – М.: МГУ, 1979. – 129 с.
7. **Сидоров В. С.** Методы выделения тонкослойной и газожидкостной хроматографии липидов рыб / В. С. Сидоров, Е. И. Лизенко, О. М. Большова // Типовые методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов. – Вильнюс, 1981. – Т. 4. – С. 58–68.
8. **Терентьев П. В.** Лягушка. – М.: Наука, 1950. – 344 с.
9. **Тютюников А.** Урановые отходы угрожают востоку Украины // Еженедельное издание «2000». – К.: Интернет-медиа, 2006. – Блок В. – С. 5.
10. **Шварц С. С.** Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных позвоночных животных // Зоология животных. – 1958. – Т. 37. – Вып. 2. – С. 39–54.
11. **Folch I.** Preparation of lipide extracts from brain tissues / I. Folch, I. Ascoll, M. Lees // J. Boil. Chem. – 1951. – Vol. 191. – P. 833–841.
12. **Shannon C. E.** The mathematical theory of communication. – Urbana: Illinois Univ. Press, 1949. – 117 p.

Надійшла до редколегії 25.01.2007