

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 полутантів 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

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
			$\bar{X} \pm m$	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 показательно повышение количества нуклеиновых кислот и белка в печени и коже, что также в итоге приводит к увеличению массы биомембран и их энергоемкости 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	$\bar{X} \pm m$	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