

УДК 502.4:597.6+598.1

А. Н. Мисюра

Днепропетровский национальный университет

ВЛИЯНИЕ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ АМФИБИЙ В МОДЕЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Проаналізована дія бензолу на фізіолого-біохімічні показники чотирьох видів безхвостих амфібій в модельних умовах. Встановлено зниження відносної маси органів і тканин. Це може призвести до зниження резистентності організму тварин до дії токсикантів, до деградації їх популяцій в умовах дії стічних вод хімічних підприємств.

The influence of benzene physiological and biochemical indexes of four species of tailless amphibians was analysed. Decrease of relative weight of amphibians organs and tissues was found. This can result in the decline animals resistance to toxicants influence and to degradation of their populations under conditions of influence chemical enterprises sewage.

Введение

Изменения природной среды в результате антропогенного влияния утратили свой локальный характер.

Загрязняющие токсичные химические соединения, поступающие в атмосферу и гидросферу, включаются в глобальную циркуляцию веществ в биосфере.

Ежегодная мировая эмиссия углеводородов в атмосферу из стационарных источников оценивается в 54 млн. тонн и из подвижных источников (транспортные средства) – в 34 млн. тонн. В результате испарения при производстве и обработке нефти в мире теряется 44,7–68,0 млн. тонн углеводородов, и эмиссия при сжигании побочных продуктов нефтяной промышленности составляет 28 млн. тонн. Предполагается, что в мировом масштабе около 100 тыс. тонн бензола, 50 тыс. тонн толуола и 15 тыс. тонн высших ароматических углеводородов поступают в атмосферу при испарении двигательного топлива, его перегрузке и транспортировке. Ароматические углеводороды – производные бензола – в результате хозяйственной деятельности человека попадают также в поверхностные пресные и морские воды [6; 15].

Некоторые реки США содержат бензол в концентрации до 7 мкг/л, толуол до 5 мкг/л, ксилол до 8 мкг/л, этилбензол до 4 мкг/л, стирол до 30 мкг/л.

Только предприятия химической промышленности г. Днепропетровска сбрасывают в составе сточных вод в р. Коноплянка ежегодно 12,64 тонн бензола, 10 тонн хлорбензола, что составляет 35 и 5 мг/л воды соответственно.

Между тем бензол и его производные, обладая выраженным сродством к тканям с высоким содержанием липидов, в условиях острого воздействия поражают, главным образом, центральную нервную систему. Смерть наступает от паралича дыхательного центра. Концентрация порядка 1,0 мг/л представляет опасность для личинок рыб и амфибий [2].

В условиях хронической интоксикации бензол и его гомологи оказывают политропное действие, поражая ряд органов и тканей [1; 9; 13].

В связи с вышеуказанным, исследования по влиянию ароматических углеводородных соединений весьма актуальны для оценки их влияния на фауну Днепропетровской области.

Методы исследований

Исследования в природных условиях не позволяют в полной степени оценить влияние ароматических углеводородных соединений на различные стороны метаболизма разных видов бесхвостых амфибий, которые в различной степени связаны с водной средой, почвой и атмосферой.

В связи с этим были проведены экспериментальные исследования на водных – озерная лягушка (*Rana ridibunda* Pall., 1771), краснобрюхая жерлянка (*Bombina bombina* L., 1761), наземных – остромордая лягушка (*Rana arvalis* Nilss, 1842) и почвенных – обыкновенная чесночница (*Pelobates fuscus* Laur., 1768) видах амфибий по воздействию на них бензола.

Бензол добавляли в экспериментальные емкости с водой и почвой в количестве 1,0 мг/л воды и 1,0 мг/кг почвы, то есть в два раза выше ПДК.

Исследования проводились на половозрелых особях амфибий старших возрастных групп (3–5 лет).

У животных через различную экспозицию (1, 6, 14 суток) отбирались основные, участвующие в метаболизме, органы (печень, сердце, легкие, почки), для определения относительного веса по стандартной методике [16].

Определение сухой массы органов и тканей, содержание белка, липидов и углеводов определялось по стандартным методикам [12; 17; 18].

Статистическая обработка материала производилась на персональном компьютере Celeron 450 по стандартным программам Statistica 6,0.

Результаты и их обсуждение

Морфофизиологические показатели, а именно относительный вес органов, являются, согласно данным различных экологов [3; 5; 10], тестами на состояние организма в среде, загрязненной тем или иным токсикантом.

Исследования морфофизиологических показателей различных видов амфибий показали в целом однонаправленные изменения, которые выражаются, в основном, в уменьшении относительного веса органов амфибий. Как видно из данных табл. 1, у озерной лягушки, краснобрюхой жерлянки и остромордой лягушки при воздействии на них бензола, внесенного в воду или почву, происходит снижение относительного веса печени, почек, сердца и легких, что свидетельствует о снижении интенсивности метаболизма и подавлении функциональных показателей организма. Это, как указывают различные авторы [8; 11], может быть связано с радиомиметическими свойствами этого вещества. Эти изменения отмечаются у животных с первых суток и прослеживаются до 14 суток, что свидетельствует об отсутствии у них адаптации к постоянному воздействию токсиканта в концентрации в 2 раза выше ПДК [4].

Исключением является увеличение показателя относительного веса сердца у особей остромордой лягушки на 14 суток экспозиции, то есть у вида в наибольшей степени связанного в процессе дыхания с атмосферой. Возможно, это свидетельствует, с одной стороны, о включении у этого вида амфибий механизмов поддержания гомеостаза, а с другой – возможно, связано с меньшей концентрацией токсиканта в воздухе по сравнению с водой.

Несколько иная картина изменения относительного веса органов при воздействии бензола отмечается у обыкновенной чесночницы, ведущей роющий образ жизни и тесно связанной в процессе жизнедеятельности с почвой. У этого вида амфибий с первых суток отмечается резкое увеличение относительного веса почек и легких. Это свидетельствует об интенсификации деятельности этих органов и увеличении уровня метаболизма, что должно способствовать выведению токсиканта из организма животных.

Следует также отметить, что снижение относительного веса большинства органов и тканей амфибий происходит в максимальной степени к 14 суткам, в то вре-

мя, как, по данным В. В. Хлебовича [14], к этому времени у большинства гидробионтов должна происходить адаптация, поскольку процесс долговременной адаптации заканчивается за 14 суток.

Таблица 1

Характеристика морфофизиологических показателей различных видов бесхвостых амфибий при влиянии на них бензола, ‰.

Вид животных	Экспозиция	Органы			
		печень	почки	сердце	легкие
Озерная лягушка	1 сутки	25,61±2,42	6,16±0,15	5,08±1,16	5,9±1,21
	6 суток	11,08±0,84	4,92±1,05	4,92±0,84	5,54±0,32
	14 суток	10,71±0,92	3,57±0,37	1,96±0,17	2,86±0,71
	контроль	30,68±1,65	7,19±0,45	5,78±0,72	6,61±0,39
Краснобрюхая жерлянка	1 сутки	38,42±2,17	7,51±1,16	5,06±0,21	6,29±0,14
	6 суток	14,55±9,21	4,24±0,81	3,33±1,17	5,76±1,82
	14 суток	12,61±1,08	4,18±0,21	3,17±0,34	5,02±0,34
	контроль	41,67±3,57	8,26±0,63	5,73±0,42	7,51±3,11
Остромордая лягушка	1 сутки	25,17±0,81	8,34±0,27	4,12±0,34	5,41±0,19
	6 суток	15,27±2,14	3,21±0,18	4,48±0,16	3,64±0,16
	14 суток	14,16±2,28	8,72±3,12	5,21±0,32	3,50±1,17
	контроль	29,57±5,27	10,06±0,31	4,05±0,52	6,71±0,97
Обыкновенная чесночница	1 сутки	24,82±3,17	8,62±1,05	4,00±1,27	6,12±0,37
	6 суток	20,13±4,81	10,98±2,14	4,05±0,72	6,41±1,27
	14 суток	17,34±1,26	11,07±0,37	3,64±1,14	6,89±0,92
	контроль	30,38±2,85	4,75±0,39	4,73±1,16	5,94±0,28

Изменения относительного веса органов амфибий под влиянием токсиканта бензола сопровождаются изменением биохимических параметров органов и тканей животных.

Как видно из данных, представленных в табл. 2, у водных видов амфибий, озерной лягушки и краснобрюхой жерлянки, отмечается снижение содержания во всех органах и тканях сухого вещества, а, следовательно, происходит их обводнение.

Одновременно с этим во всех органах и тканях амфибий происходит снижение количества липидов и углеводов за счет расходования их в качестве запасных энергетических веществ, необходимых организму в период влияния на него ксенобиотика.

В меньшей степени изменяются показатели содержания в органах и тканях озерной лягушки белка. Так, в печени его количество почти не изменяется, а в коже даже несколько возрастает, что, очевидно, может способствовать снижению проникновения в организм бензола вследствие увеличения массы биомембран.

В почках, мышечной ткани и легких происходит снижение количества белка, что, очевидно, связано с его более медленным синтезом.

Содержание белка в органах и тканях краснобрюхой жерлянки значительно снижается по сравнению с контролем, что должно свидетельствовать о меньшей резистентности организма этого вида амфибий к воздействию токсиканта, а также о меньших возможностях адаптации к нему.

Исследование влияния бензола на биохимические показатели наземных (остромордая лягушка) и роющих видов амфибий (обыкновенная чесночница) показали, что под влиянием ксенобиотиков происходит снижение сухой массы органов и тканей, а также белка, липидов и углеводов.

При этом особенно значительно у обоих видов амфибий снижение уровня гликогена, что связано с большим расходом энергии организмом амфибий, необходимой для повышения уровня его резистентности.

Таблица 2

Характеристика биохимических показателей органов и тканей различных видов амфибий при концентрации бензола в воде 1,0 мг/л и в почве 1,0 мг/кг %о, %о, %о, мг/г

Вид животных	Биохимические показатели	Органы и ткани				
		печень	почки	мышцы	кожа	легкие
Озерная лягушка	Сухой вес	22,22±1,12	15,00±2,18	17,53±0,34	25,00±2,81	12,5±1,17
	Контроль	27,16±0,84	20,09±0,97	20,63±0,43	28,99±1,62	17,59±2,16
	Липиды	3,52±0,19	2,17±1,16	1,37±0,09	2,58±0,32	3,38±1,67
	Контроль	4,17±0,25	3,99±0,23	2,52±0,2	3,56±0,18	4,72±0,14
	Белок	12,61±1,23	10,73±1,62	3,06±0,51	14,86±2,24	8,26±1,59
	Контроль	12,55±0,39	19,31±2,16	8,35±0,54	12,74±0,44	11,28±1,07
	Гликоген	36,94±3,27	–	44,33±5,41	20,21±2,17	–
	Контроль	118,52±10,34	–	86,19±7,62	49,16±4,31	–
Краснобрюхая жерлянка	Сухой вес	20,83±3,21	14,29±2,17	21,82±1,86	27,09±3,27	15,79±0,81
	Контроль	25,18±2,56	18,91±1,72	26,54±2,97	30,16±2,34	19,81±1,55
	Липиды	1,79±0,33	2,14±0,61	1,08±0,09	1,98±0,14	2,64±0,27
	Контроль	2,16±0,18	2,77±0,62	1,83±0,15	2,35±0,21	3,97±0,57
	Белок	7,65±1,27	9,51±0,96	5,49±0,28	7,34±1,14	6,74±0,85
	Контроль	15,81±0,36	12,5±1,26	14,8±1,15	15,47±2,17	12,9±1,37
	Гликоген	33,35±2,71	–	30,01±1,18	19,21±1,62	–
	Контроль	165,07±14,81	–	55,77±5,16	31,94±2,83	–
Обыкновенная чесночница	Сухой вес	25,7±1,86	14,52±1,16	20,13±0,96	22,67±2,31	19,05±0,85
	Контроль	27,19±0,14	19,29±0,07	27,81±2,16	29,36±1,37	25,16±0,24
	Липиды	3,51±0,09	2,32±0,03	1,76±0,07	3,76±0,26	6,73±1,14
	Контроль	8,31±0,72	9,76±1,05	3,86±0,24	5,89±0,71	9,28±0,66
	Белок	17,75±1,54	5,21±0,18	5,67±0,23	8,75±0,42	6,73±0,44
	Контроль	23,41±1,55	7,75±0,17	10,27±1,24	13,22±1,66	14,37±2,19
	Гликоген	64,02±5,71	–	33,32±2,34	28,2±2,66	–
	Контроль	254±93,16	–	62,96±9,72	48,18±4,27	–
Остромордая лягушка	Сухой вес	26,19±1,71	17,54±0,59	20,42±0,86	23,47±0,56	16,67±1,29
	Контроль	28,49±1,55	21,52±0,82	28,32±0,17	28,72±2,18	24,17±1,44
	Липиды	5,06±1,44	4,27±0,09	2,66±0,18	2,39±0,14	4,85±0,21
	Контроль	6,4±0,56	5,09±0,82	3,17±0,23	2,77±0,27	5,23±0,38
	Белок	6,44±1,16	4,18±0,25	7,54±1,82	8,27±1,65	8,98±2,56
	Контроль	15,41±1,16	6,79±0,97	13,26±1,55	15,44±2,16	11,03±0,84
	Гликоген	41,89±3,52	–	1,52±0,09	14,15±1,37	–
	Контроль	111,25±9,65	–	26,77±2,37	24,3±2,18	–

Выводы

Проведенные экспериментальные исследования по влиянию бензола на физиолого-биохимические показатели организма амфибий показали его отрицательное воздействие, выражающееся в снижении относительного веса основных участвующих в метаболизме органов.

Это сопровождается изменением биохимических параметров основных органов и тканей, играющих важную роль в метаболизме животных, и приводит к их обводнению, снижению содержания в них липидов, углеводов и белка.

Установлено, что более высокий уровень снижения показателей содержания в органах и тканях белка, липидов и углеводов отмечается у гидрофильных видов – озерной лягушки и краснобрюхой жерлянки – , по сравнению с обыкновенной чесночницей.

ночными и остромордой лягушкой, что, очевидно, следует объяснять меньшим поглощением бензола и его метаболитов организмом амфибий из почвы и воздуха. У животных не происходит в течение 14 суток экспозиции адаптации к токсиканту.

Таким образом, постоянное воздействие даже небольших концентраций бензола на уровне в 2 раза превышающем ПДК в естественных условиях будет, очевидно, приводить к нарушению метаболизма, уровня гомеостаза и постепенной гибели отдельных особей, что в итоге приведет к деградации популяций в зоне поступления сточных вод предприятий химической промышленности, как это происходит в Приднепровском регионе [7].

Библиографические ссылки

1. Артамонова В. Г. Профессиональные болезни / В. Г. Артамонова, Н. П. Шаталов. – М.: Медицина, 1988. – С. 284–298.
2. Биндман А. Л. Вредные химические вещества. Углеводороды, галогенпроизводные углеводов. Справочник / А. Л. Биндман, Г. А. Войтенко, Н. В. Волкова. – Л.: Химия, 1990. – С. 111–209.
3. Вершинин В. Л. Морфофизиологические особенности сеголеток бурых лягушек на городских территориях // Животные в условиях антропогенного ландшафта. – Екатеринбург, 1992. – С. 4–11.
4. Грушко Я. М. Вредные неорганические соединения в промышленных сточных водах. – Л.: Химия, 1979. – 160 с.
5. Жукова Т. И. Влияние пестицидного загрязнения водоемов на некоторые морфофизиологические показатели озерной лягушки / Т. И. Жукова, Б. С. Кубанцев // Антропогенные воздействия на экосистемы и их компоненты. – Волгоград, 1982. – С. 104–120.
6. Кораблева А. И. Антропогенные проблемы экологии / А. И. Кораблева, А. Р. Шапарь, А. В. Гербицкий, С. В. Полищук. – Днепропетровск: Промінь, 1997. – 142 с.
7. Мисюра А. Н. Экология фоновых видов амфибий Центрального степного Приднепровья в условиях промышленного загрязнения водоемов. – Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – М., 1989. – 20 с.
8. Оксигендлер Г. М. Биотрансформация чужеродных веществ // Природа. – 1980. – № 3. – С. 13–24.
9. Павленко С. М. Промышленное загрязнение водоемов. – М., 1969. – Вып. 9. – С. 201–210.
10. Пескова Т. Ю. Адаптационная изменчивость земноводных в антропогенно загрязненной среде. – Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. – Тольятти, 2004. – 36 с.
11. Пирузян Л. А. Система для определения биологической активности химических соединений, образующих большой массив / Л. А. Пирузян, А. Г. Мамиков, Г. М. Баренбойм // Изв. АН СССР. Сер. биол. – 1977. – № 3. – С. 87–98.
12. Прохорова М. И. Методы биохимических исследований (липидный и энергетический обмен) / М. И. Прохорова, З. И. Тушикова. – Л.: ЛГУ, 1965. – С. 22–62.
13. Саноцкий И. В. Отдаленные последствия влияния химических соединений на организм / И. В. Саноцкий, В. Н. Фоменко. – М., 1979. – 232 с.
14. Хлебович В. В. Акклиматизация животных организмов. – Л.: Наука, 1981. – 136 с.
15. Шапарь А. Г. Проблемы окружающей среды Приднепровского региона // Экологические проблемы Приднепровья. – Днепропетровск: ДГУ, 1992. – С. 3–9.
16. Шварц С. С. Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных позвоночных / С. С. Шварц, В. С. Смирнов, Л. Н. Добринский // Тр. ин-та экологии растений и животных. – Свердловск, 1968. – Вып. 58. – С. 5–17.
17. Folch I. Lees M. Preparation of lipide extracts from brain tissues / I. Folch, I. Ascoll. – I. Biol. Chem. – 1951. – Vol. 191. – P. 883–841.
18. Lowry D. M. Protein measurement with the Folin phenol reagent / D. M. Lowry, Rosenbrough, A. L. Farr, R. F. Randall. – J. Biol. Chem. – 1957. – Vol. 193. – P. 265–275.

Надійшла до редколегії 25.04.05