УДК 577.3+612.2–615.279

А. Н. Мисюра

ХАРАКТЕРИСТИКА СОДЕРЖАНИЯ БЕНЗОЛА В ОРГАНАХ И ТКАНЯХ БЕСХВОСТЫХ АМФИБИЙ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ ПО СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ МЕСТ ОБИТАНИЯ

Дослідження вмісту бензолу в органах і тканинах безхвостих амфібій з різних за ступенем забруднення місць мешкання (зона надходження стічних вод хімічних підприємств і біотопів «умовно чистої» зони – Дніпровсько-Орільського природного заповідника) показали наявність у них бензолу. Це дозволило розрахувати коефіцієнти біонакопичення цього токсиканта в органах і тканинах і дати їм характеристику як де-, мікро- та макроконцентраторам цього токсиканта, провести порівняльний аналіз накопичення бензолу в амфібіях, які ведуть водний і наземний спосіб життя.

Benzene content in organs and tissues of tailless amphibians from the habitats different on the degree of contamination (sewage area of chemical enterprises and control biotopes of the Dniprovsko-Orelysky nature reserve) was studied. The coefficients of benzene bioaccumulation in organs and tissues were calculated. An estimation of organs as the benzene micro - and macroconcentrators is given. Comparative analysis of the benzene accumulation in aquatic and terrestrial amphibians has been prepared.

Введение

Днепропетровская область является одной из наиболее развитых в промышленном отношении и в то же время относится к наиболее неблагоприятным в экологическом плане регионам Украины. В составе отходов предприятий, особенно химической промышленности, присутствуют различные ксенобиотики органического происхождения, в число которых входит и токсикант бензол.

Это соединение является одним из наиболее токсичных ксенобиотиков, поступление которого только в сбросах химических предприятий г. Днепропетровска составляет 6,0–16,0 т в год [7]. При этом содержание бензола в промышленных сточных водах изменяется в пределах от 0,1 до 35,6 мг/л, а в почве колеблется в пределах 1,0–2,5 мкг/г почвы при существующих ПДК 0,5 мг/л и 0,3 мг/кг почвы [1; 2].

Бензол и его производные не только обладают токсическим действием и вызывают острые и хронические отравления, но и характеризуются канцерогенным, мутагенным и тератогенным эффектом.

В связи с этим цель данной работы – проанализировать накопление бензола в органах и тканях двух видов бесхвостых амфибий, ведущих водный и наземный образ жизни и обитающих в различных по степени загрязнения биогеоценозах.

Материал и методы исследования

Исследования проводились в течение 1992–2003 гг. на двух видах бесхвостых амфибий: озерной лягушке (*Rana ridibunda* Pall., 1771), ведущей водный образ жизни, и обыкновенной чесночнице (*Pelobates fuscus* Laur., 1768), ведущей наземный образ жизни [5]. Амфибии собраны в зоне поступления отходов химических и металлургических предприятий г. Днепропетровска и в биотопах «условно чистой» зоны Днепропетровско-Орельского природного заповедника.

Проанализированы половозрелые особи старших возрастных групп – 4 и 5 лет. У животных проводили общебиологический анализ – определяли размер, массу тела и возраст амфибий по методике Э. М. Смириной [6]. Для анализа отбирали органы и ткани амфибий: жировые тела, печень, селезенку, почки, легкие, гонады, кожу. Масса органов и тканей определялась с точностью до 1 мг на аналитических весах. Определение бензола производилось спектрофотометрически на двухлучевом спектрофотометре Specord M-40 фирмы Карл Цейс Йена (Германия). Математическая обработка материала производилась в пакете программ Statistica 6.0.

Результаты и их обсуждение

Исследования накопления бензола в органах и тканях озерной лягушки из биотопов Днепропетровско-Орельского природного заповедника (ДОПЗ) показали, что его содержание колеблется от 0,04 (в коже) до 0,78 мкг/г сырой массы (в желтых жировых телах) (табл. 1). Содержание бензола наиболее высоко в жировой ткани, а также печени и почках, то есть в органах, богатых липидами (желтые жировые тела) и там, где происходят процессы детоксикации (печень) и выведения из организма (почки).

Таблица 1

Содержание бензола (мкг/г сырой массы) в органах и тканях озерной лягушки и обыкновенной чесночницы из биотопов Днепропетровско-Орельского природного заповедника и из биотопов зоны поступления промышленных сточных вод химических и металлургических предприятий

Биотопы	Органы и ткани	M±m, мкг/г сырой массы	
		Днепропетровско-Орельский природный заповедник	Зона поступления промышленных сточных вод
Озерная лягушка	Жировые тела	0,78±0,12	8,89±1,36
	Печень	0,52±0,11	6,72±0,88
	Селезенка	0,29±0,03	5,62±0,37
	Почки	0,22±0,01	4,99±0,87
	Легкие	0,11±0,02	3,47±0,12
	Гонады	0,08±0,01	2,17±0,31
	Кожа	0,04±0,01	2,05±0,24
Обыкновенная чесночница	Жировые тела	0,27±0,05	37,90±2,53
	Печень	0,17±0,03	6,85±0,74
	Почки	0,23±0,07	9,70±0,92
	Кожа	0,19±0,02	2,99±0,15
	Легкие	0,19±0,01	9,46±2,41
	Гонады	0,15±0,04	8,87±1,15
	Мышечная ткань	0,08±0,01	2,95±0,28
	Сердце	0,03±0,01	3,22±0,17

Наименьшее содержание бензола установлено в коже и гонадах, что, очевидно, связано с исследованием гонад летом, в начальный период их созревания, когда содержание липидов в них находится еще на низком уровне.

Сравнительный анализ содержания бензола в органах и тканях озерной лягушки из биотопов ДОПЗ и зоны поступления промышленных сточных вод химических предприятий показал, что у последних содержание бензола в 11–70 раз выше, чем у амфибий из биотопов заповедника. При этом у животных из биотопов зоны поступления промышленных сточных вод бензол также в наибольшей степени накапливается в желтых жировых телах и печени. Довольно высокий уровень этого токсиканта обнаружен в почках (табл. 1).

В целом, по степени снижения содержания токсиканта в органах и тканях амфибий из биотопов ДОПЗ их можно расположить в следующем порядке (см. табл. 1): жировые тела, печень, селезенка, почки, легкие, гонады, кожа.

Органы и ткани амфибий из биотопов зоны поступления сточных вод по степени снижения в них бензола можно расположить в следующем порядке (см. табл. 1): жировые тела, печень, гонады, почки, селезенка, кожа, легкие.

Как видно из сравнительного анализа этих данных, в степени накопления бензола в органах и тканях животных существуют некоторые различия. Так, на третьем месте по уровню содержания бензола у животных из биотопов зоны загрязнения стоят гонады, что, очевидно, связано с их более ранним и интенсивным созреванием и соответственно большим накоплением липидов (сродством к которым обладает бензол) вследствие более высокой температуры воды (+31...+34°C в биотопах зоны поступления сточных вод и +25...+26°C в воде водоемов ДОПЗ). Хотя по степени снижения содержания бензола в органах и тканях почки животных стоят в биотопах обеих зон обитания на четвертом месте, концентрация в них бензола у амфибий из биотопов зоны загрязнения выше в 22,7 раза по сравнению с амфибиями из биотопов ДОПЗ, что связано с необходимостью их более интенсивной деятельности в связи с высоким уровнем поступления бензола в организм из среды обитания.

Таблица 2

Коэффициенты бионакопления бензола в органах и тканях озерной лягушки и обыкновенной чесночницы из биотопов ДОПЗ и биотопов зоны поступления промышленных сточных вод химических и металлургических предприятий

Виды	Биотопы	Органы и ткани						
		жировые тела	печень	селезенка	почки	легкие	гонады	кожа
Озерная лягушка	ДОПЗ	0,0078	0,0052	0,0029	0,0022	0,0010	0,0008	0,0004
	Зона поступления сточных вод	0,089	0,067	0,035	0,050	0,021	0,056	0,022
Обыкновенная чесночница	ДОПЗ	0,56	0,36	0,06	0,48	0,27	0,31	0,39
	Зона поступления сточных вод	15,16	2,34	1,28	3,88	3,78	3,55	1,19

Как видно из полученных данных, все органы и ткани амфибий этого вида являются, согласно классификации Д. А. Криволицкого, [3], А. М. Никанорова, А. В. Жулидова, А. Д. Покаржевского [4], деконцентраторами по отношению к бензолу, поскольку коэффициент бионакопления у них меньше единицы (табл. 2). Это отмечается у животных как из биотопов «условно чистой» зоны ДОПЗ, так и у амфибий из биотопов зоны поступления сточных вод химических предприятий (как при концентрации 0,1 мкг/л, так и при концентрации 36,0 мкг/л воды). Очевидно, эта особенность способствует выживанию взрослых особей, адаптирует их к ксенобиотикам, поступающим в сточные воды предприятий.

У обыкновенной чесночницы, ведущей роющий образ жизни, бензол обнаружен в органах и тканях как у животных из биотопов ДОПЗ, так и из биотопов, находящихся в зоне поступления отходов химических предприятий г. Днепропетровска (табл. 1).

По степени снижения уровня бензола все органы и ткани обыкновенной чесночницы из биотопов ДОПЗ можно расположить в следующем порядке: жировые тела, почки, кожа, печень, гонады, легкие.

У животных из биотопов зоны загрязнения органы и ткани располагаются в следующем порядке: жировые тела, почки, легкие, гонады, печень, кожа.

При этом содержание бензола в желтых жировых телах у последних превышает его уровень у амфибий из биотопов ДОПЗ в 140,4 раза. В наименьшем количестве бензол накапливается в коже, где его уровень увеличен в 15,7 раза по сравнению с амфибиями из биотопов ДОПЗ (см. табл. 1).

Высоким содержанием бензола характеризуются также почки амфибий из биотопов зоны загрязнения, что, так же как и у озерной лягушки, свидетельствует об интенсивном выведении бензола через эти органы.

Расчет коэффициентов накопления бензола в органах и тканях обыкновенной чесночницы из биотопов ДОПЗ и зоны поступления промышленных отходов (табл. 2) показал, что амфибий из биотопов ДОПЗ следует отнести не к группе микро- и макроконцентраторов, а к деконцентраторам, поскольку коэффициент бионакопления бензола у них меньше 1, в то время как показатели коэффициента бионакопления бензола у амфибий из биотопов зоны загрязнения для всех органов и тканей находятся на уровне выше 1. В гонадах, легких, почках и особенно в жировых телах коэффициенты бионакопления находятся на уровне выше 2, что позволяет отнести их к макроконцентраторам бензола и, очевидно, свидетельствует о невозможности организма амфибий вести детоксикацию поступающего постоянно в организм из окружающей среды этого соединения.

Следует отметить одинаковый уровень содержания бензола в почках и легких животных, что, очевидно, должно свидетельствовать о возможном поступлении бензола в организм в процессе дыхания через легкие, а выведении через почки.

Сравнительный анализ накопления бензола в органах и тканях наземных и водных видов амфибий из биотопов «условно чистой» зоны ДОПЗ показал, что более высокими показателями содержания этого вещества характеризуются такие органы и ткани озерной лягушки как желтые жировые тела и печень (см. табл. 1). В почках содержание бензола находится у обоих видов амфибий на одном уровне, а в легких и гонадах количество бензола выше у обыкновенной чесночницы.

У амфибий из биотопов зоны поступления отходов химической промышленности также наблюдаются различия в степени накопления бензола в различных органах и тканях амфибий. В большинстве органов и тканей обыкновенной чесночницы содержание бензола находится либо на более высоком уровне (желтые жировые тела, почки, легкие, гонады), либо на близком по показателям уровне с озерной лягушкой (печень, кожа).

Выводы

Озерная лягушка (водный вид) и обыкновенная чесночница (наземный вид) накапливают бензол, в первую очередь, в тканях, богатых липидами (желтые жировые тела, гонады). Результаты исследований позволяют отнести данные виды к микро- и макроконцентраторам бензола. Учитывая высокую токсичность бензола, его мутагенные, канцерогенные и тератогенные свойства, следует считать, что его накопление в органах и тканях животных может привести к дестабилизации и деградации существующих популяций (особенно в зоне поступления отходов предприятий химической промышленности).

Библиографические ссылки

1. **Вредные** химические вещества. Углеводороды. Галогенпроизводные углеводородов / Под ред. В. А. Филова. – Л.: Химия, 1990. – С. 111–140.
2. **Грушко Я. М.** Вредные органические соединения в промышленных сточных водах. – Л.: Химия, 1982. – 215 с.
3. **Криволицкий Д. А.** Влияние промышленных предприятий на окружающую среду / Д. А. Криволицкий, Ф. А. Тихомиров, Е. А. Федоров. – М.: Наука, 1987. – С. 18–27.
4. **Никаноров А. М.** Биомониторинг тяжелых металлов в пресноводных экосистемах / А. М. Никаноров, А. В. Жулидов, А. Д. Покаржевский. – Л.: Гидрометеоздат, 1985. – 144 с.
5. **Определитель** земноводных и пресмыкающихся фауны СССР / А. Г. Банников, И. С. Даревский, В. Г. Ищенко и др. – М.: Просвещение, 1977. – 415 с.
6. **Смирнина Э. М.** Особенности структуры костной ткани амфибий и рептилий и проблема определения их возраста. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М.: МГУ, 1976. – 24 с.
7. **Швец В. Я.** Екологічні проблеми м. Дніпродзержинська / В. Я. Швец, А. А. Приходченко. – Д.: Виконавчий комітет Ради народних депутатів, 1997. – 90 с.

Надійшла до редколегії 24.11.05.

УДК 599:591.55

А. В. Михеев

Днепропетровский национальный университет

ИНФОРМАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ МЕЖВИДОВЫХ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ ЛИСИЦЫ И ЗАЙЦА-РУСАКА В СНЕЖНЫЙ ПЕРИОД ГОДА В СТЕПНЫХ ЛЕСАХ

Представлено характеристику слідової активності лисиці та зайця-русака у степових лісах Південно-Східної України в градієнті умов снігового покриву. Проведено оцінку якісних і кількісних параметрів сукупностей слідів життєдіяльності двох видів як елементів інформаційного поля, а також аспектів їх взаємозв'язку залежно від різних факторів у цей період року.

On the basis of materials of field research the characteristic of trail activity of fox and brown hare in steppe forests of the South-East of Ukraine in a gradient of a snow cover conditions is presented. The estimation of qualitative and quantitative parameters of traces groups of both species as elements of an information field, and also analysis of the aspects of their interrelation subject to various factors in the specified period of year are carried out.

Введение

Формирование под пологом леса устойчивого снежного покрова является фактором, определяющим особенности пространственного размещения, питания, а также успешность выживания многих животных, в том числе и млекопитающих. Известно, что в европейской части ареала плотность населения зайца-русака тесно связана с высотой снега и достигает своего максимума лишь в стадиях со среднедекадным значением этого параметра менее 10 см [4]. Возникающие при передвижении по рыхлому и высокому снегу затруднения значительно снижают эффективность охоты хищников, в том числе и таких подвижных, как лисица [1; 7]. Представители двух указанных видов в различных типах населенных экосистем сходным образом реагируют на усложнение внешних условий и стремятся их адекватно оптимизировать за счет пространственных