

БИОИНДИКАЦИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РАЙОНЕ ДЕЙСТВИЯ АРМЯНСКОЙ АЭС

В. А. ЗАХАРЯН, Ю. Р. ХАНБЕКЯН

Институт зоологии АН АрмССР, Ереван

Показано, что тест-объектом для проведения мониторинга окружающей среды в районе действия АЭС могут служить моллюски, прямокрылые, араратская кошениль и ее кормовые растения прибрежница и тростник. Выявлен уровень долгоживущих радионуклидов цезия и стронция в исследуемых объектах.

Ցույց է տրված, որ ՄԷԿ-ի ներգործման շրջանում շրջակա միջավայրի մոնիտորինգի համար արդեն տեսա-օրինակ կարող են ծառայել փափկամարմինները, թղթաթերթը, արարատյան արդան կուրմիրը և նրա կերաբույսերը՝ որդանախտը և հղիզը: Ուսումնասիրված օբյեկտներում պարզաբանված է կրկարակյաց ուղիղնուկները ցեղիումի և տարեցիումի մակարդակը:

It has been shown that the molluscs, the grasshoppers, the Ararat cochineal with its fodder crops can be used as test-objects for the monitoring of the environment in the region of the APS. The level of long-surviving radionuclides of caesium and strontia in the investigated objects has been revealed.

Загрязнители среды—АЭС—почвенные беспозвоночные—биоиндикация.

Армянская АЭС до марта 1989 г. функционировала в густонаселенном регионе Армении—Араратской долине, которая характеризуется также высокой интенсивностью хозяйственной деятельности человека. В районе Армянской АЭС функционирует система наблюдений за уровнем промышленного загрязнения воздуха, воды и почвы. При абсолютной необходимости этих наблюдений они недостаточны для экологического мониторинга окружающей среды. Только исследование живых организмов может дать ответ на вопрос, в какой степени влияют те или иные воздействия на живую природу и насколько вредными они могут быть для человека [2, 6—9].

В настоящее время надежным биоиндикатором степени загрязнения окружающей среды считается почвенная фауна. Почвенные животные в процессе своей жизнедеятельности находятся в состоянии непрерывного обмена со средой обитания, и поэтому уровень загрязнителей (радионуклидов, тяжелых металлов и др.), адсорбированных их тканями, может отражать степень загрязненности среды. Кроме того, некоторые почвенные животные обладают высокой кумулятивной способностью по отношению к загрязнителям, и по этой причине они являются более чувствительными индикаторами, чем традиционные объекты [1]. Следует также учитывать ту огромную роль, которую играет фауна почв в почвообразовательном процессе и в общем обороте

органических веществ в природе, в связи с чем важно определить воздействие промышленных выбросов на жизнедеятельность популяции почвенных животных.

При относительно малой подвижности почвенные беспозвоночные, имеющие ограниченный ареал, полностью зависят от свойств среды их обитания и, таким образом, от техногенного воздействия человека на природу [4].

В связи с вышесказанным была поставлена задача выявить возможные индикаторные виды в районе действия Армянской АЭС и определить уровень радионуклидов в них.

В нашу задачу не входило выяснение видового состава всех беспозвоночных, обитающих в районе Армянской АЭС. Некоторые виды встречаются настолько редко, что мы, исходя из цели настоящей работы, не сочли нужным определить их видовой статус.

В качестве биоиндикаторов широко используются дождевые черви [4, 7]. Однако наши исследования показали, что в районе действия Армянской АЭС численность дождевых червей настолько мала (в значительных количествах встречаются только на пахотных землях), что их использование в качестве биоиндикаторов неосуществимо.

Следует отметить, что мозаичность биотопов на исследованной территории (пахотные земли, фруктовые сады, разнородность дикого ландшафта) вызывает мозаичность распространения почвенных беспозвоночных и объясняет их низкую численность. Именно немногочисленность таких почвенных беспозвоночных, как многоножки, сколопендры и кивсяки, не позволяет использовать их в качестве индикаторов. По разным причинам не удовлетворяют требованиям, предъявляемым к индикаторным видам, также жуки, пауки, клопы, личинки бабочек, мух и комаров.

Несмотря на достаточное количество муравейников, муравьи также не могут быть использованы в качестве биоиндикаторов по той же причине, что, согласно литературным данным [5], радиорезистентность взрослых муравьев очень высока, а генетические изменения стерильных рабочих особей не передаются по наследству. Что же касается самок и личинок муравьев, то они, локализованные в глубине муравейника, в значительной степени экранированы от воздействия внешних факторов.

Особый интерес с точки зрения биоиндикации, на наш взгляд, представляют моллюски и кузнечики. Легкость массового сбора материала, достаточное число особей на ограниченном участке, наличие их в зоне действия АЭС в течение длительного времени (весна, лето, осень), постоянный контакт с изучаемым антропогенным фактором дают основание использовать их в качестве индикаторных видов.

Несколько иначе обстоит дело с панцирными клещами. Радиоустойчивые на стадии имаго, эти виды чувствительны к ионизирующему излучению на всем протяжении своего длительного периода развития. Именно это обстоятельство позволяет использовать их в качестве биоиндикаторов при обитании в условиях повышенного фона радиации. Известно также, что изменение видового состава панцирных клещей яв-

ляется достоверным биондикационным тестом [5]. Благодаря относительно большому видовому разнообразию в районе Армянской АЭС, панцирные клещи тоже могут быть использованы для изучения комплексного воздействия (радиация + тепловое воздействие) станции на окружающую среду.

Не следует исключать из числа возможных объектов наблюдения и араратскую кошениль (*Parphyrophora hamelii* Brandt) — хорошо исследованный эндемик Араратской равнины, все развитие которого происходит на корнях прибрежницы (*Aeluropus littoralis* (Gouan) Parl.) и тростника (*Phragmites australis* (Cav.) Trin ex Steud) на глубине до 5 см. Эта особенность кошенили позволила одновременно изучить и передачу нуклидов по трофической цепи «кормовое растение — консумент».

Таким образом, при изучении возможностей использования почвенных беспозвоночных животных в качестве биондикаторов выяснилось, что в условиях полупустынной зоны со скудной растительностью и почвенной фауной, в которой была расположена Армянская АЭС, ими могут служить моллюски, прямокрылые и кокциды (араратская кошениль) как удовлетворяющие требованиям, предъявляемым к индикаторным видам.

Материал и методика Материалом для исследований служила почвенная фауна в районе действия Армянской АЭС.

Для взятия почвенных проб использовали стандартный метод почвенно-зоологических исследований [3, 5]. В связи с тем, что в районе Армянской АЭС почва в основном каменистая и не представлялось возможным отобрать полноценные почвенные пробы, в некоторых местах мы вынуждены были ограничиваться прикопками. Известно, что накопление радионуклидов в почве происходит до глубины 10 см. Исходя из этого, пробы брали с глубины, не превышающей 15 см. Площадь каждой пробы равнялась 0,025 м² — общепризнанный оптимальный размер почвенной пробы. Из отобранных проб выделяли почвенных беспозвоночных: крупных — визуально, мелких — посредством электора [2].

Стронций определяли радиохимическим методом на β -излучателе (прибор УМФ-1500 М). Минимальная активность, измеряемая на такой установке с точностью 25%, равна 10–12 к-и/л.

Цезий определяли спектрометрически (анализатор УПО 4096-90).

Определение радионуклидов проводили в лаборатории внешнего радиационного контроля Армянской АЭС.

Результаты и обсуждение. Как видно из полученных данных (табл. 1), содержание долгоживущих радионуклидов цезия и стронция в кормовых растениях в несколько раз выше их уровня в араратской кошенили. Это связано с тем, что кошениль питается соками кормовых растений, тогда как кумуляция радионуклидов происходит в плотных тканях растений. Возможно, уровень радионуклидов в кошенили, питающей соками различных кормовых растений, может несколько варьировать.

Из таблицы следует также, что содержание радионуклидов в прибрежнице в несколько раз выше, чем в тростнике. Это, по-видимому,

Таблица 1. Уровень долгоживущих радионуклидов в кошенили и кормовых растениях, К-м воздушно-сухого веса. 10^{-9} ($n=4$)

Индикаторные виды	Дата отбора пробы	Цезий	Стронций
Арабатская кошениль	IX.85 г.	0.64 ± 0.08	0.03 ± 0.01
Тростник	IX.85 г.	1.44 ± 0.09	0.82 ± 0.05
Прибрежница	IX.85 г.	1.90 ± 0.13	0.65 ± 0.02
Тростник	V.86 г.	10.00 ± 0.09 $P=0.001$	0.56 ± 0.03 $P=0.5$
Прибрежница	V.86 г.	13.40 ± 0.10 $P=0.001$	0.61 ± 0.02 $P=0.01$

можно объяснить расположением кормовой системы указанных растений: у прибрежницы оно поверхностное, а у тростника мощное корневище уходит в глубь почвенного слоя. Известно также, что радионуклиды преимущественно распределяются в поверхностном слое почвы толщиной 10–15 см. Следует отметить, что по сравнению с 1985 г. в 1986 г. в кормовых растениях отмечено увеличение содержания радионуклидов в несколько раз. По всей вероятности, это связано с повышением глобальных выпадений в 1986 г.

Данные об уровне радионуклидов в моллюсках и кузнечиках приведены в табл. 2, из которой следует, что содержание долгоживущих радионуклидов у моллюсков как в контрольной группе (Хосровский заповедник), так и в опытной находится на одном уровне.

Таблица 2. Содержание долгоживущих радионуклидов в моллюсках и прямокрылых, К-м воздушно-сухого веса. 10^{-9} ($n=4$)

Индикаторные виды	Район отбора пробы	Дата отбора пробы	Цезий	Стронций
Моллюски	АЭС	1987 г.	0.79 ± 0.25	1.12 ± 0.04
		1986 г.	3.70 ± 0.10	1.87 ± 0.06
			$P=0.001$	$P=0.001$
	Хосровский заповедник	1987 г.	1.00 ± 0.02	0.99 ± 0.03
		1986 г.	2.97 ± 0.06	0.76 ± 0.05
			$P=0.001$	$P=0.02$
Кузнечики	АЭС	1987 г.	4.32 ± 0.08	0.81 ± 0.02
	Хосровский заповедник	1987 г.	2.22 ± 0.05	0.51 ± 0.01
	Пашахадзор	1987 г.	3.86 ± 0.01	0.54 ± 0.02

Эти данные указывают на то, что этот уровень достигается за счет глобальных выпадений, а не влиянием Армянской АЭС. Следует отметить также, что содержание радиоактивного цезия, как и стронция, в моллюсках, собранных в 1986 г., было выше, чем в моллюсках, собранных в 1987 г., что, на наш взгляд, опять же связано с глобальными выпадениями.

Уровень цезия и стронция у прямокрылых в опытной группе несколько превышает таковой контрольных групп, что также указывает на возможность его применения в качестве биомонитора.

Необходимо отметить, что уровень долгоживущих радионуклидов не превышает фоновый.

Сравнительное изучение видового состава панцирных клещей трех районов с примерно одинаковым биотопом на разном удалении от АЭС (36 и 55 км) выявило недостоверность снижения индекса общности видового состава по мере удаления от АЭС. По этой причине мы можем только предполагать наличие тенденции к изменению почвенной фауны под воздействием теплового загрязнения среды, источником которого являлась Армянская АЭС.

Таким образом, установлено, что индикаторными видами радионуклидного загрязнения окружающей среды в полупустынной зоне (район действия Армянской АЭС) могут служить моллюски, прямокрылые, араратская кошениль и ее кормовые растения — тростник и прибрежный ив. Выявлена трофическая связь в передаче радионуклидов в цепи «кормовое растение — араратская кошениль».

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексашин Р. М. Радионуклидные загрязнения почвы и растений. 132, М., 1963.
2. Гиляров М. С. Почвоведение, 4, 48—77, 1941.
3. Гиляров М. С. Зоологический метод диагностики почв. 287, М., 1965.
4. Гиляров М. С. В кн.: Биомониторинг состояния окружающей среды. Москва и Подмосковья, 8—12, М., 1982.
5. Гиляров М. С., Бызова Ю. Б. и др. Количественные методы в почвенной зоологии. М., 1987.
6. Кривошукский Д. А. Радиоэкология сообществ наземных животных. 87, М., 1983.
7. Новакова Э. Журн. общ. биол., 5, 760, 1980.
8. Соколов В. Е., Кривошукский Д. А. и др. Усп. совр. биол., 1, 101, 115—125, 1986.
9. Радиационная безопасность и защита АЭС. 45—50, М., 1985.

Поступило 15.III 1989 г.

Биол. ж. Армении, № 5 (42), 1989

УДК 575.174.599.9

ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ЛОКАЛИЗАЦИЯ И МЕЖПОПУЛЯЦИОННЫЕ СВЯЗИ ДРЕВНЕГО НАСЕЛЕНИЯ АРМЕНИИ

И. Р. КОЧАР, А. А. МОВСЕСЯН, А. К. ПАЛКЯН

Институт археологии и этнографии АН АрмССР, Московский государственный университет, кафедра антропологии

На краинологическом материале населения бронзового века Армении показана связь генетической дифференциации с географической локализацией популяций, сохранение пространственных и временных генетических связей и различных хронологических стадий эпохи бронзы. Определены генетические расстояния между отдельными популяциями бронзового века и населением античного периода, которые оказываются вполне сопоставимыми. Делается вывод о генетической преемственности населения Армении в разных хронологических отрезках времени.