

УДК 574.5:546.42+546.36

**Влияние радиоактивного загрязнения и тяжелых металлов
водной среды на биологические характеристики моллюсков**

А. А. Пинкин, Т. В. Пинкина, В. А. Войтюк

*Житомирский национальный агроэкологический университет,
Житомир, Украина, ecos@ecos.zhitomir.ua*

**Effect of radionuclides and heavy metals on the molluscs biological traits
from the polluted water bodies**

A. A. Pinkin, T. V. Pinkina, V. A. Voytyuk

Zhytomyr National Agroecological University, Zhytomyr, Ukraine

Авария на ЧАЭС привела к выбросу в окружающую среду большого количества радиоактивных веществ искусственного происхождения. Значительная часть радионуклидов в виде аэрозолей попала в поверхностные воды. Радиоактивное загрязнение водоемов достигло экологически значимого уровня, что проявилось в функционировании биоты водоемов. В гидроценозах Украины в больших количествах также выявлены ионы тяжелых металлов.

В зообентосе многих водоемов Украины и смежных регионов доминирующее значение принадлежит моллюскам. Из-за того, что эти животные способны накапливать все без исключения радионуклиды, присутствующие в воде им принадлежит ключевая роль в процессах биологической миграции радионуклидов в водных экосистемах. Поэтому в

качестве тест-объекта для проведения исследований нами выбран наиболее обычный представитель гидрофауны Центрального (Житомирского) Полесья – брюхоногий моллюск прудовик озерный *Lymnaea stagnalis* (Linnaeus, 1758).

В последнее время внимание исследователей привлекает проблема комбинированного влияния ионизирующей радиации и других химических агентов, в частности, тяжелых металлов на гидробионтов. Наибольшую актуальность имеет исследование синергизма при влиянии малых доз радиации в комбинации с невысокой концентрацией химического вещества: отдельно взятые они могут практически не проявлять вредного действия на организм водных животных. Известно также, что радиоактивное загрязнение среды и накопление радионуклидов в органах и тканях гидробионтов могут вызвать дегенеративные изменения в половых клетках, что приводит к нарушению гаметогенеза у животных, а в некоторых случаях и к аномалии гонад. Эмбрионы могут получать внутреннее облучение в результате проникновения радионуклидов в яйцеклетки из организма самок в процессе оогенеза.

Материалом для исследования служили одноразмерные прудовики, взятые с водоема района, потерпевшего от аварии на ЧАЭС (р. Лозница, приток р. Уж, с. Любарка Народичского района Житомирской обл. (II зона)). Содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr в воде, донных отложениях и животных определяли на спектрометре LP49900B “AFORA” № 905289 в лаборатории радиологии Полесского филиала УкрНИИЛХА.

Основному опыту предшествовал опыт ориентировочный, предназначенный для выбора концентраций токсикантов, необходимых в основном опыте. При этом использовался рыбохозяйственно-токсикологический подход, при котором выделяют летальные (острые и хронические), сублетальные и недействующие концентрации. В основном опыте использовано четыре концентрации, по одной из каждого диапазона концентраций (табл.). Полученные результаты показывают, что тяжелые металлы в использованных нами концентрациях вызывают существенные изменения биологических показателей прудовика озерного, взятого из радиоактивно загрязненного водоема.

На протяжении 70 суток эксперимента группой контрольных животных, взятых из условно чистого водоема (р. Тетерев, г. Житомир), в общем, было отложено в 1,5 раза больше кладок, чем моллюсками из неблагоприятного в отношении радионуклидов водоема. Прудовики из радиоактивной зоны, помещенные в растворы с Zn^{2+} , Co^{2+} , Mn^{2+} всех исследованных концентраций, откладывают в 1,8–2,0 раза меньшее количество синкапсул.

Таблица. Концентрации ионов тяжелых металлов (мг/дм^3), использованные в опытах

Ионы	Концентрации			
	остролетальные	хроническиелетальные	сублетальные	подпороговые
Cu^{2+}	4	0,04	$4,0 \cdot 10^{-5}$	$4 \cdot 10^{-8}$
Cd^{2+}	5	0,05	$5,0 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-6}$
Ni^{2+}	10	0,05	$5,0 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-6}$
Zn^{2+}	15	0,50	$5,0 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-5}$
Co^{2+}	25	2,50	$2,5 \cdot 10^{-1}$	$3 \cdot 10^{-2}$
Mn^{2+}	110	30,00	$3,0 \cdot 10^{-1}$	$3 \cdot 10^{-2}$

Статистически достоверные различия в количестве кладок не зафиксированы лишь при нахождении моллюсков в растворах подпороговых концентраций Cd^{2+} . Наименьшее количество синкапсул выявлено в растворах подпороговых концентраций Zn^{2+} (12 ± 1), где очевидно очень медленно включаются механизмы адаптации, и в растворах хронических летальных концентраций Co^{2+} (9 ± 1), где отравление быстрее, чем в растворах других металлов достигает своих пределов. Наибольшее количество синкапсул отложено в растворах с Ni^{2+} всех исследованных концентраций. Однако количество отложенных синкапсул все же не превышает здесь контрольные показатели.

Длина синкапсул, отложенных прудовиками из зоны радиоактивного загрязнения, изменяется незначительно, хотя все же эти моллюски в большинстве своем образуют кладки несколько меньших размеров, сравнительно с контрольной группой животных.

Статистически достоверные отличия этого показателя наблюдаются только при влиянии сублетальных и хронических летальных концентраций ионов цинка, причем при действии первых – значения длины синкапсул больше контрольных, а при действии вторых – меньше.

При влиянии токсикантов яйцевые капсулы, отложенные моллюсками из р. Лозница, имеют в большинстве случаев меньшие размеры, по сравнению с контрольными значениями.

В растворах, содержащих ионы кобальта всех исследованных концентраций, размеры яйцевых капсул достоверно меньше контрольных. Такое же наблюдается при влиянии подпороговых и хронических летальных концентраций Zn^{2+} и Cu^{2+} , и подпороговых концентраций Cd^{2+} . В растворах с ионами марганца исследуемых концентраций значения обсуждаемого показателя хотя и являются меньшими контрольных, однако, из-за большой погрешности среднего значения, их нельзя считать статистически достоверными.

Исследуя аномалии в строении синкапсул, отложенных прудовиками из зоны радиоактивного загрязнения, нами отмечены такие же их типы, как и у моллюсков, которые подвергались воздействию только лишь тяжелых металлов. Однако, частота встречаемости почти всех тератогенных нарушений в данном случае является в 1,5 раза большей. Чаще всего встречается слабая спирализация тяжа с яйцевыми капсулами, многозиготность яйцевых капсул и наличие яйцевых капсул за синкапсулой. Достаточно частой аномалией является также удвоение яйцевых капсул и наличие яйцеклеток без яйцевых капсул за пределами синкапсулы.

Появлением большего количества тератогенных нарушений можно частично объяснить снижение жизнеспособности молоди, рождающейся от родителей, которые подверглись радиоактивному влиянию, а это в свою очередь влияет на показатели выживания молодых прудовиков в токсической среде.

Продолжительность эмбриогенеза продлевается у прудовиков из р. Лозница при пребывании их в растворах тяжелых металлов в среднем на 1–2 суток, но молодь оставляет синкапсулы интенсивнее (продолжительность выклева составляет 3–5 суток). Похожую картину мы наблюдали в контрольных опытах только при влиянии самых высоких концентраций тяжелых металлов, использованных в эксперименте.

Нами исследованы также показатели количества яйцевых капсул отложенных прудовиками в синкапсулы и доли молодых моллюсков, которые успешно завершили эмбриональное развитие и вылупились. Эти данные сопоставлялись с полученными в опытах, где токсическому влиянию подвергались моллюски с условно чистых в отношении радионуклидов водоемов. Следует отметить, что все значения обсуждаемых показателей были меньшими контрольных. Количество яйцевых капсул в синкапсулах прудовиков из радиоактивной зоны, которые находились в растворах разных концентраций тяжелых металлов, достоверно уменьшается в 1,5–2,3 раза. Это в свою очередь уменьшает показатели вылупления молоди.

Достоверных отличий не обнаружено лишь при влиянии подпороговых и сублетальных концентраций кадмия и сублетальных концентраций цинка. Одной из причин уменьшения количества яйцевых капсул в кладках прудовика может быть нарушение спирализации, когда яйцевые капсулы уложены в синкапсулах рыхло. Из-за этого при такой же, как у контрольной группы длине кладок, яйцевых капсул в них в два раза меньше.

Значения показателей вылупления молоди являются в среднем в 1,5 раза меньшими чем полученные в контроле. Самые низкие их значения получены в растворах с Co^{2+} , где они являются меньшими в 1,7–1,8 раза. Стимулирующего действия растворов сублетальных концентраций тяжелых металлов, которое имело место в контрольном опыте, в основном эксперименте не отмечено. Подпороговые концентрации ионов тяжелых металлов водной среды в данном случае нельзя считать недействующими: доля вылупленных ювенильных особей в таких растворах в 1,3–1,5 раза меньше контрольных значений.

Размываются также границы в реагировании на сублетальные и хронические летальные концентрации: последние уже не выступают как такие, которые исключительно стойко угнетают вылупление молоди.