

## ВЛИЯНИЕ БИОГЕННЫХ МЕТАЛЛОВ НА ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ *DAPHNIA MAGNA*

© 2010 Н.А. Шилова, С.М. Рогачева, Т.И. Губина

Саратовский государственный технический университет

Поступила в редакцию 01.10.2010

Исследовано влияние ионов биогенных металлов, в частности  $Ni^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$  в диапазоне концентраций от 5 до 0,03 мг/л на выживаемость, плодовитость и фильтрационную активность планктонных фильтраторов *Daphnia magna*. Показано, что наиболее токсичными для дафний являются ионы меди, которые уже в концентрации 0,03 мг/л подавляют все указанные функции. Остальные металлы не проявляли токсичности в концентрациях ниже ПДК<sub>в</sub>.

Ключевые слова: *Daphnia magna*, *Chlorella Vulgaris*, биогенные металлы, фильтрационная активность, биотестирование, токсичность

Ежедневно в природные водоемы поступает огромное количество различных химических веществ, значительная часть которых относится к соединениям тяжелых металлов. В отличие от органических загрязнителей, которые со временем минерализуются и утилизируются в процессах биологического круговорота веществ, соединения тяжелых металлов способны сохранять токсичность практически бесконечно, так как при их превращениях основной компонент химического соединения – металл – остается без изменения. Некоторые тяжелые металлы относятся к числу биологически активных элементов и всегда содержатся в организме животных и в растениях, но при накоплении в организме становятся опасными. Точками приложения металлов в организме животных являются многие жизненно важные органы, ткани и структуры. Эти токсиканты изменяют функцию крови, сердца водных животных, нарушают биохимические процессы. Все это отражается на общем функциональном состоянии гидробионтов и их дыхании [1]. Существует большое количество литературных данных о влиянии тяжелых металлов на моллюсков и рыб. Малоизвестно, в каких концентрациях тяжелые металлы могут представлять опасность для зоопланктона, вызывать функциональные изменения, не приводя к немедленной гибели. Типичным представителем планктона стоячих и слабопроточных пресноводных водоемов, широко распространенных

на территории России, являются низшие ракообразные *Daphnia magna*, которые относятся к отряду ветвистоусых. По характеру питания дафнии являются фильтраторами. Пища поступает с потоком воды, направленным грудными конечностями, через выросты – в брюшной желоб вдоль основания конечностей и ко рту рачка. Пропуская через свой организм воду, они задерживают находящиеся в ней бактерии, одноклеточные водоросли, детрит, растворенные органические вещества. Именно характер питания делает дафнии высокочувствительными к присутствию в водной среде токсичных веществ [2].

**Цель данной работы:** изучить влияние ионов биогенных металлов на жизнедеятельность *Daphnia magna*.

**Материалы и методы.** В качестве объектов исследования были взяты *Daphnia magna* Straus и *Chlorella vulgaris* Beijer. Культуру дафний выращивали в помещении, не содержащем токсических паров или газов. Оптимальная температура для культивирования дафний и биотестирования составляла  $20 \pm 2^\circ C$ , освещенность 400–600 лк при продолжительности светового дня 12–14 ч. Дафний кормили культурой зеленых водорослей *Chlorella*, выращенной в культиваторе KB-05 на 50% питательной среде Тамия. Эксперименты проводились в растворах ацетатов  $Ni^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$  с концентрацией ионов металлов 5,0...0,03 мг/л, приготовленных на отстоянной водопроводной воде методом последовательного разведения.

Для определения токсичности вышеперечисленных растворов по смертности дафний в течение 96 ч и по плодовитости рачков в течение 21 суток была использована стандартная методика биотестирования водной среды [3].

Шилова Наталья Александровна, аспирантка. E-mail: tysacomsa@rambler.ru

Рогачева Светлана Михайловна, доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой «Природная и техносферная безопасность». E-mail: smro13@land.ru

Губина Тамара Ивановна, доктор химических наук, профессор кафедры экологии

Определение фильтрационной активности проводили методом, описанным в работе [4]. В растворы солей помещали по 5 рачков 6-8-дневного возраста, оставляли их на сутки, корм не добавляли. Через сутки в пробы помещали водоросли *Chlorella*. На спектрофлуориметре «Флюорат-02-Панорама» измеряли интенсивность флуоресценции сразу после добавления водорослей и по прошествии 1 часа. Расчет фильтрационной активности *D. magna* (F) проводили по формуле:

$$F = \frac{(I_t / I_o - I_\phi)V}{nt}$$

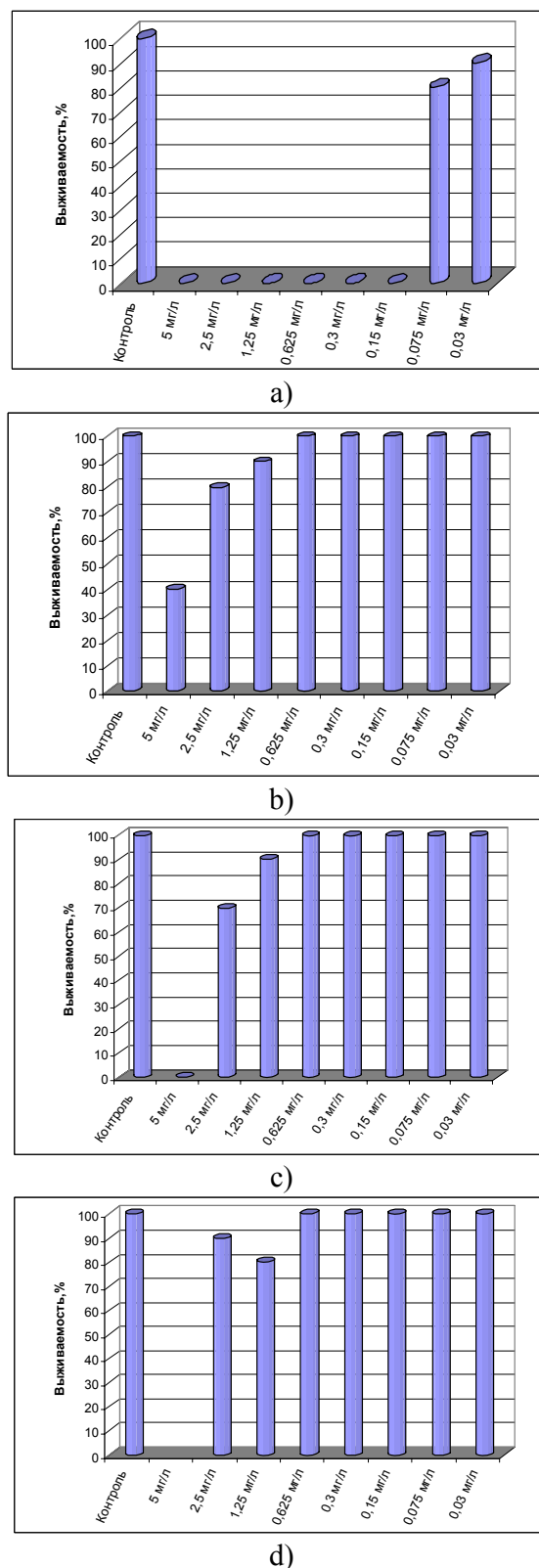
где V – общий объем пробы, мл; n – количество дафний в пробе, шт.; t – время опыта, час;  $I_t/I_o$  – коэффициент, соответствующий интенсивности флуоресценции в конечный ( $I_t$ ) и начальный ( $I_o$ ) момент опыта; F – объем воды, профильтрованный дафнией в единицу времени, мл/даф.час.

Математическую обработку полученных данных проводили с использованием компьютерной программы Microsoft Excel. Рассчитывали среднее арифметическое, доверительный интервал, стандартное отклонение. Статистическая достоверность всех представленных результатов оценивалась с использованием t-критерия Стьюдента и составляла 95%.

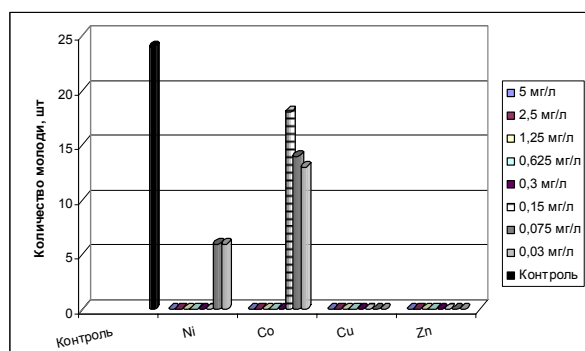
**Результаты и обсуждение.** Для оценки жизнеспособности дафний в присутствии ионов биогенных металлов в различных концентрациях нами определялись показатели смертности, плодовитости и фильтрационной активности. Данные по выживаемости рачков в растворах солей  $Ni^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$  различных концентраций представлены на рис. 1.

Для ацетата меди первые признаки отравления отмечались нами на вторые сутки эксперимента в растворах с концентрациями  $Cu^{2+}$  0,03 и 0,075 мг/л. Полная гибель тест-объектов в этих растворах была зафиксирована на 15 сутки. Растворы ацетата  $Cu^{2+}$  с концентрациями 0,625, 0,3, 0,15 мг/л вызывали гибель дафний в течение 48 часов, с концентрациями 5, 2,5, 1,25 мг/л – 100%-ую гибель тест-объектов в течение 24 часов. Отмечено, что растворы ацетата цинка с концентрациями  $Zn^{2+}$  от 0,03 до 0,625 мг/л не вызывают гибель тест-объектов. В растворах с концентрациями 1,25...5 мг/л на 4-е сутки эксперимента зафиксирована смертность дафний от 10 до 60%, соответственно. Похожие результаты получены для растворов ацетатов  $Ni^{2+}$  и  $Co^{2+}$  за исключением концентрации 5 мг/л, при которой гибель рачков наступила в течение 24 часов. Репродуктивная

активность отмечена только у дафний, инкубированных в растворах ацетатов  $Ni^{2+}$  с концентрациями 0,03 и 0,075 мг/л и  $Co^{2+}$  – 0,03...0,15 мг/л. Наибольшее количество родившейся молодежи зафиксировано в растворах ацетата кобальта (рис. 2).

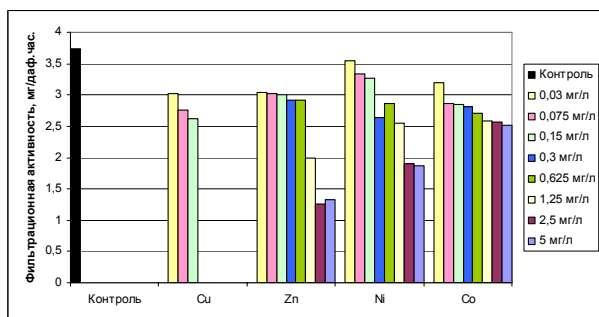


**Рис. 1.** Влияние ионов биогенных металлов на выживаемость дафний (4 сутки эксперимента) а)  $Cu^{2+}$ , б)  $Zn^{2+}$ , в)  $Ni^{2+}$ , д)  $Co^{2+}$



**Рис. 2.** Влияние ионов металлов на рождаемость *D. magna* (на 21 сутки эксперимента)

Что касается фильтрационной активности дафний, она начинает уменьшаться в присутствии  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$  в концентрации 0,03 мг/л,  $\text{Ni}^{2+}$  - в концентрации 0,075 мг/л (рис. 3). Наиболее резко фильтрационная активность дафний снижается в зависимости от концентрации ионов меди, при содержании  $\text{Cu}^{2+}$  0,15 мг/л на 2-е сутки наблюдается гибель всех особей. Ионы  $\text{Zn}^{2+}$  значительно снижают (на 30 %) фильтрационную активность дафний при концентрации 1,25 мг/л, ионы никеля вызывают такой же эффект при концентрации 2,5 и 5 мг/л. Повышение концентрации  $\text{Co}^{2+}$  до 5 мг/л не приводит к заметному уменьшению фильтрационной активности дафний.



**Рис. 3.** Зависимость фильтрационной активности *Daphnia magna* от концентрации металлов

**Выводы:** результаты исследований позволяют заключить, что наибольшей токсичностью для планктонных фильтраторов обладают ионы меди. Уже в концентрации 0,03 мг/л они вызывают гибель рачков, снижают их репродуктивную и фильтрационную активности. Известно, что для меди ПДК<sub>в</sub> составляет 0,1 мг/дм<sup>3</sup>, т.е. в речных водоемах допускается такое содержание ионов меди, которое подавляет жизненные функции основных представителей планктона. Ионы  $\text{Zn}^{2+}$  и  $\text{Ni}^{2+}$  не вызывают гибель дафний и не оказывают значительного воздействия на их фильтрационную активность в концентрациях ниже ПДК<sub>в</sub> (0,1 мг/дм<sup>3</sup>), но они ингибируют репродуктивную функцию рачков. Наименьшей токсичностью для планктона обладают ионы  $\text{Co}^{2+}$ , их присутствие в воде мало влияет на жизнедеятельность дафний. Поскольку все эти металлы являются биогенными, различная степень их влияния на жизненные функции дафний, вероятно, зависит от характера их воздействия на биохимические процессы в организме гидробионтов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Мур, Дж.В. Тяжелые металлы в природных водах / Дж.В. Мур, С. Рамамурти – М.: Мир, 1987. 286 с.
2. Родина, А.Г. Опыт по питанию *Daphnia magna* // Зоологический журнал. – 1946. Т. 25. № 3. С. 237-343.
3. ПНД Ф Т 14.1:2:3:4:5-2000 Методика определения токсичности воды по смертности и изменению плодовитости дафний. – М., 2000. 32 с.
4. Маторин, Д.Н. Биотестирование токсичности вод по скорости поглощения дафниями микроводорослей, регистрируемых с помощью флуоресценции хлорофилла / Д.Н. Маторин, П.С. Венедиктов // Вестник Московского университета. Сер.16, Биология. 2009. №3. С. 28-33.

## INFLUENCE OF BIOGENIC METALS ON LIFE ACTIVITY OF *DAPHNIA MAGNA*

© 2010 N.A. Shilova, S.M. Rogachyova, T.I. Gubina  
Saratov State Technical University

Influence of ions of biogenic metals, in particular  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  in a range of concentration from 5 up to 0,03 mg/l on survival rate, fertility and filtrational activity of planktonic filter-feeding organisms *Daphnia magna* is researched. It is shown, that the most toxic for daphnia are ions of copper which already in concentration of 0,03 mg/l suppress all the specified functions. Other metals did not show toxicity in concentration below MPC.

Key words: *Daphnia magna*, *Chlorella Vulgaris*, biogenic metals, filtrational activity, biotesting, toxicity

Nataliya Shilova, Postgraduate Student. E-mail: tysacomsa@rambler.ru  
Svetlana Rogachyova, Doctor of Biology, Professor, Head of the Department  
"Natural and Technosphere Safety. E-mail: smro13@land.ru  
Tamara Gubina, Doctor of Chemistry, Professor at the Ecology Department