

## ВЛИЯНИЕ СОЛЕЙ МЕДИ И КАДМИЯ НА АКТИВНОСТЬ ЛИЗОСОМАЛЬНЫХ ПРОТЕИНАЗ МИДИЙ *MYTILUS EDULIS* L.

М.Ю. Крупнова, Н.Н. Немова, В.С. Скидченко

Учреждение Российской академии наук Институт биологии Карельского научного центра РАН,  
Петрозаводск, Россия

Тяжелые металлы – одни из основных поллютантов, поступающих в морскую среду, главным образом, с атмосферными осадками и в процессе таяния снега. Одними из наиболее удобных объектов для изучения влияния ксенобиотиков, в том числе тяжелых металлов, признаны морские беспозвоночные. В сравнении с позвоночными животными многие виды моллюсков обладают слаборазвитой способностью к биотрансформации ксенобиотиков. Известно, что реализация защитной функции лизосом при воздействии на организм внутренних и внешних факторов осуществляется при участии лизосомальных гидролаз, в том числе протеолитических (катепсинов) (Дин, 1981).

В настоящей работе изучали изменение активности основных лизосомальных протеиназ животных тканей – катепсинов В (тиолзависимой приетиназы) и D (карбоксилзависимой протеиназы) в жабрах и гепатопанкреасе мидий *Mytilus edulis* L. при воздействии солей меди и кадмия в эксперименте *in vitro*. В условиях аквариального эксперимента моллюски подвергались воздействию кадмия, неэссенциального металла, способного связываться с SH-группами биомолекул, и меди – эссенциального металла, в высоких концентрациях токсичного для организма.

Аквариальный эксперимент был выполнен на одноразмерных мидиях, отловленных на сублиторали в губе Чупа Кандалакшского залива Белого моря. После акклимации к лабораторным условиям мидии были разделены на 7 групп и помещены в аквариумы, содержащие растворы солей (хлоридов) меди и кадмия (концентрация приведена в пересчете на катион): группа 1 – 5 мкг/л  $\text{Cu}^{2+}$ , группа 2 – 50 мкг/л  $\text{Cu}^{2+}$ , группа 3 – 250 мкг/л  $\text{Cu}^{2+}$ , группа 4 – 10 мкг/л  $\text{Cd}^{2+}$ , группа 5 – 100 мкг/л  $\text{Cd}^{2+}$ , группа 6 – 500 мкг/л  $\text{Cd}^{2+}$ . Контролем служили моллюски, содержащиеся в аквариуме без добавления металлов (группа 7). Время экспозиции составляло одни и трое суток, а затем из каждой группы отбирали для дальнейшего изучения по 7 особей. До начала эксперимента жабры и гепатопанкреас замораживали и хранили при  $-80^{\circ}\text{C}$ .

На основании полученных данных по изменению содержания белка и активности катепсинов в тканях мидий при воздействии исследуемых металлов, можно сделать следующие выводы:

возрастает удельная активность катепсина В в гепатопанкреасе мидий, помещенных в аквариумы с различным разведением меди при разведении 5 мкг/л, затем уровень активности фермента снижается при 50 мкг/л и вновь повышается (особенно в 1 сутки эксперимента) при максимальной концентрации металла – 250 мкг/л. В жабрах активность катепсина В снижается при разведении 5, 50 мкг/л и резко возрастает при максимальных (250 мкг/л) концентрациях меди;

активность катепсина D в изученных органах мидий повышается как при экспозиции в 1, так и в 3 суток. Исключением являются жабры, в которых в первые сутки при разведении металла до 5 мкг/л активность возрастает в 5 раз и резко снижается через 3 суток. При максимальном разведении соли меди (250 мкг/л) активность данного фермента превышает уровень контрольных значений в 2–3 раза как в гепатопанкреасе, так и в жабрах мидий;

активность цистеинзависимой (или тиоловой) протеиназы лизосом – катепсина В в гепатопанкреасе и жабрах мидий, помещенных в аквариумы с разбавлением солей кадмия, значительно снижена по сравнению с контролем и с аналогичным экспериментом с использованием солей меди. Наиболее выраженные изменения уровня активности данного фермента обнаружены в гомогенатах жабр у мидий в аквариумах с разведением 10, 100 мкг/л (экспозиция 3 суток) и наблюдается особенно резкое падение активности катепсина В в жабрах мидий в аквариумах с максимальным разведением соли кадмия; активность катепсина D в гепатопанкреасе мидий почти не зависит от времени экспозиции с кадмием и несколько снижается при концентрации металла 500 мкг/л. В жабрах мидий активность фермента немного выше при 3-суточной экспозиции при концентрациях металла до 10 и 100 мкг/л и эти различия исчезают при концентрации кадмия 500 мкг/л;

Таким образом, было установлено, что активность лизосомальных протеиназ изменяется в зависимости от типа действующего металла, его концентрации и времени воздействия. По совокупно-

сти наблюдений, очевидно, что присутствие меди стимулирует компенсаторные изменения, в то время как кадмий угнетающе действует на кальций-зависимый протеолиз.

*Работа выполнена при финансовой поддержке грантов Программы Президента «Ведущие научные школы» НШ-3731.2010.4, РФФИ № 08-04-01140-а, Программы Президиума РАН «Биоразнообразие»,*

## **АДАПТИВНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ЛИНИИ *DAPHNIA MAGNA* STRAUS В ОТВЕТ НА ДЕЙСТВИЕ СЛАБОГО НИЗКОЧАСТОТНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ В ТЕЧЕНИЕ НЕСКОЛЬКИХ ПОКОЛЕНИЙ**

**В.В. Крылов**

Учреждение Российской академии наук Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,  
Борок, Россия  
kryloff@ibiw.yaroslavl.ru

Адаптивные процессы в популяциях при действии слабых низкочастотных магнитных полей (МП) практически не описаны. Такие процессы, предположительно, могут протекать в ситуации, когда организмы не могут покинуть зону действия МП.

Эксперименты с целью выявления возможности адаптивных изменений в биологических системах в ответ на действие МП проводились в два этапа. В качестве объекта исследования использовалась культура *Daphnia magna*, Straus. Условия культивирования дафний соответствовали стандартной методике биотестирования. МП (240 Гц, 75 мТ) создавалось в паре колец Гельмгольца. Эффективность МП с такими параметрами была установлена ранее в экспериментах с этой же линией дафний.

1 этап – длительное непрерывное действие МП. По 10 потомков одной самки *D. magna* помещали в две идентичные ёмкости. Одна ёмкость была подвержена длительному непрерывному действию МП, другая находилась в контрольных условиях. Обе линии развивались 10–12 дней, затем по 10 особей из второго выводка рачков перемещали в такие же ёмкости и в те же условия, что производителей. Таким образом произвели смену 8 поколений в каждой линии дафний. Учитывали общую численность и биомассу, для морфометрических показателей (длина тела от головы до основания хвостовой иглы, расстояние от глаза до основания хвостовой иглы, длина хвостовой иглы, максимальная высота створок) рассчитывали обобщённую дисперсию (generalized variance) и индекс Животовского ( $\mu$ ).

Действие МП на протяжении 1–5 поколений приводило к большей морфометрической разнородности в экспериментальной линии по сравнению с контролем. Затем, в 6–8 поколениях распределения исследуемых признаков и показатель внутривидового разнообразия приближались к контрольным значениям.

Общая численность дафний в линии, экспонировавшейся в МП, на протяжении 1–5 поколений была ниже, чем в контроле. Позднее, в 6–8 поколениях численность дафний в экспериментальной линии приближалась к контрольным значениям. Биомасса в экспериментальной линии напротив была близка к контрольной в 1, 2 поколениях, а с 3 по 8 поколение стабилизировалась ниже контрольных значений.

Описанные изменения в экспериментальной линии соответствуют адапционным изменениям в биологических системах при действии различных факторов. Флуктуации различных параметров среды ведут к колебаниям частоты встречаемости морф. Во время изменения условий увеличивается полиморфизм особей в популяции. Вероятно, животные в экспериментальной линии проходили этап адаптивных изменений в ответ на действие МП. Эти изменения характеризовались увеличением разнородности по сравнению с контролем на начальном этапе. Затем, вероятно, уже модифицированная линия, на уровне 6–8 поколений характеризовалась сходными с контролем значениями обобщённой дисперсии признаков и  $\mu$ . При этом размерные показатели производимого потомства, а, следовательно, и общая биомасса были стабильно ниже контрольных при несущественной разнице в численности. Возможно, в экспериментальной линии происходили физиологические преобразования в сторону замедления скорости развития рачков. Описанные изменения, без выявления