

НАКОПЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА АКТИВНОСТЬ НЕКОТОРЫХ ФЕРМЕНТОВ В ОРГАНАХ БЕЛОМОРСКИХ МИДИЙ *MYTILUS EDULIS*

Р.У. Высоцкая, С.А. Такшеев, В.С. Скидченко

Учреждение Российской академии наук Институт биологии Карельского научного центра РАН,
Петрозаводск, Россия gimma@bio.krc.karelia.ru

Интенсивное освоение природных богатств северо-западного региона России привело к заметным изменениям в экосистемах бассейна и самого Белого моря. И хотя современное состояние водной среды и биоты признается устойчивым и перспективным для развития марикультуры, рыбного хозяйства, водного транспорта и других видов хозяйственного использования (Белое море и его водосбор..., 2007), серьезную озабоченность вызывает наличие локальных участков загрязнения эстуариев и побережья поллютантами, в том числе тяжелыми металлами. В исследованиях последних лет отмечено более высокое накопление тяжелых металлов в мышцах морских обитателей (Семущин, 2007) по сравнению с предыдущим периодом. Физиолого-биохимические механизмы устойчивости гидробионтов к этим токсикантам изучены недостаточно.

Целью данной работы являлось изучение воздействия ионов тяжелых металлов на некоторые биохимические показатели типичных представителей макрозообентоса Беломорского побережья – двустворчатых моллюсков *Mytilus edulis* L. Эксперименты проводили на базе Картеш ББС ЗИНа РАН. Мидий отлавливали на сублиторали в Чупинской губе Кандалакшского залива. Одноразмерных моллюсков помещали в 16-литровые аквариумы с морской водой, естественным температурным и световым режимом и принудительной оксигенацией. После акклимации к лабораторным условиям мидий подвергали воздействию различных концентраций хлоридов кадмия и меди. Испытывали следующие концентрации действующих агентов (в пересчете на катион): Cu^{2+} – 5, 50 и 250 мкг/л; Cd^{2+} – 10, 100 и 500 мкг/л. Контролем служили моллюски из аквариумов без добавления указанных солей. Ставили 2 серии опытов: в первой экспозиция составляла 24 часа, в другой – 72 часа. По окончании экспериментов из каждого аквариума отбирали по 7 особей. Органы мидий до проведения анализов хранили в замороженном состоянии при $-80^{\circ}C$. В пробах определяли содержание тяжелых металлов, общий белок и активность 5 лизосомальных ферментов (кислой фосфатазы, β -глюкозидазы, β -галактозидазы, ДНКазы и РНКазы) по методам, принятым в нашей лаборатории (Высоцкая, Немова, 2008). Анализ содержания тяжелых металлов в минерализатах мягких тканей мидий проводили на атомно-адсорбционном спектрофотометре АА 6800 фирмы Shimadzu в аналитической лаборатории Института леса Кар НЦ РАН.

Показано, что в ходе эксперимента в мягких тканях моллюсков происходит существенное накопление тяжелых металлов (таблица).

Накопление тяжелых металлов в мягких тканях мидий *Mytilus edulis* (в мкг/г сухого веса) в аквариальном эксперименте

Варианты опыта		Накопление Cd^{2+} в тканях	Варианты опыта		Накопление Cu^{2+} в тканях
Концентрация Cd^{2+} , мкг/л	Экспозиция, сутки		Концентрация Cu^{2+} , мкг/л	Экспозиция, сутки	
Контроль	1	0.93	Контроль	1	3.75
Контроль	3	1.14	Контроль	3	4.73
Cd^{2+} , 10	1	1.98	Cu^{2+} , 5	1	4.31
Cd^{2+} , 10	3	2.91	Cu^{2+} , 5	3	3.37
Cd^{2+} , 100	1	8.41	Cu^{2+} , 50	1	7.40
Cd^{2+} , 100	3	18.6	Cu^{2+} , 50	3	6.47
Cd^{2+} , 500	1	22.8	Cu^{2+} , 250	1	11.90
Cd^{2+} , 500	3	33.6	Cu^{2+} , 250	3	19.50

Особенно четко прослеживается зависимость от концентрации соли и времени экспозиции для кадмия, содержание которого к концу эксперимента в 25–29 раз превышало контрольный уровень (при экспозиции 1 и 3 суток, соответственно). Медь накапливалась в тканях мидий в меньшем

количестве, чем кадмий. Её уровень превышал контрольные значения в 3–4 раза. Значительное накопление кадмия в тканях сказывалось на общем содержании белка: в пищеварительной железе в обеих сериях опыта наблюдалось снижение, а в жабрах при более высоких концентрациях металла в воде и при длительном воздействии отмечалось небольшое повышение уровня белка. Реакция на присутствие меди в среде обитания мидий была более заметной. В пищеварительной железе в первые сутки опыта содержание белка возрастало на 20%, а в жабрах при минимальной концентрации меди (5 мкг/л) в 2 раза превышало контрольные значения. Этот факт можно расценивать как адаптивную реакцию. Возможно, повышение происходит за счет индукции синтеза металлотионеинов и других белков, участвующих в биотрансформации тяжелых металлов. Изменение активности кислых гидролаз в разных органах мидий под влиянием тяжелых металлов также было неоднозначным. В пищеварительной железе по мере роста концентрации ионов кадмия и меди, как правило, наблюдалось угнетение исследованных ферментов. Указанная закономерность отмечена при экспозиции в течение 1 суток. При выдерживании мидий в растворе солей в течение 3 суток реакция со стороны лизосомальных ферментов была более сложной. В жабрах мидий с ростом концентрации ионов металлов и сроков экспозиции происходило повышение уровня лизосомальных гидролаз. Особенно заметно изменялась активность гликозидаз: в жабрах по мере накопления меди активность глюкозидазы резко возрастала, а галактозидазы угнетались.

Таким образом, накопление тяжелых металлов в органах мидий сопровождалось тканеспецифичными сдвигами метаболизма, зависевшими от концентрации и времени воздействия агента, а также его химической природы.

Работа выполнена при поддержке Программы Президента РФ «Ведущие научные школы РФ» НШ-3731.2010.4, программ ОБН РАН «Биоресурсы 2009–2011» и Президиума РАН «Биоразнообразие 2009–2011».

EFFECT OF HEAVY METAL ACCUMULATION ON SOME ENZYMATIC ACTIVITIES OF THE WHITE SEA MUSSELS *MYTILUS EDULIS*

R.U. Vysotskaya, S.A. Taksheev, V.S. Skidchenko

Institute of biology of Karelian Research Centre RAS, Petrozavodsk, Russia
rimma@bio.krc.karelia.ru

Impact of different concentrations of Cd and Cu salts (chlorides) on biochemical parameters of the blue mussels *Mytilus edulis* L. was studied in model experiment. It was shown, that essential accumulation of the metals in mussels body registered in the experiment, caused tissue-specific changes in the total protein content and activity of lysosomal hydrolases. The biochemical changes observed were different for Cd and Cu and depended on dose and exposure time.

АКТИВНОСТЬ ЛИЗОСОМАЛЬНЫХ ФЕРМЕНТОВ В ОРГАНАХ СИГОВ ИЗ СЕВЕРНЫХ ВОДОЕМОВ С РАЗНОЙ СТЕПЕНЬЮ АНТРОПОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

Р.У. Высоккая, С.А. Такшеев, Д.С. Савосин, О.П. Стерлигова

Учреждение Российской академии наук Институт биологии Карельского научного центра РАН,
г. Петрозаводск rimma@bio.krc.karelia.ru

Состояние водных экосистем отражает общее состояние биосферы, антропогенное воздействие на которую постоянно растет. К настоящему времени в результате многопланового влияния человека трансформированы практически все крупные водные объекты. Среди живых организмов, обитающих в водоемах, рыбы в силу биологических особенностей являются идеальным объектом, позволяющим оценить степень этих трансформаций (Лукьяненко, 1987). По состоянию популяций и организмов рыб можно составить представление о состоянии среды их обитания, о качестве воды, определить степень нагрузки на экосистему. Особый интерес представляют исследования на таких хозяйственно ценных и требователь-