

Следовательно, нормализация функций печени началась раньше регенеративных процессов и шла параллельно им.

Полученные данные по ультраструктурной морфологии гепатоцитов после интоксикации позволяют сделать следующее заключение. Ультраструктуры клетки подвержены своеобразным изменениям, весьма сходными и при патологических процессах (интоксикация) и при различных функциональных состояниях, в частности, при усилении рабочей активности, вызванной, например, компенсаторной гиперфункцией при удалении части органа (Крючков, Фомин, 2005). При усилении функциональной нагрузки все большее число органоидов включается в работу, меняя при этом свою структуру, а затем подвергаясь гибели и смене новыми. По-видимому, сходные изменения структур органоидов могут наступать как при изменении их функционального состояния, так и при некоторых патологических процессах. Возможно, это сходство не является случайным, т.к. нередко причиной деструктивных изменений тканей является прогрессирующая, т.е. нерегулируемая функциональная нагрузка (Саркисов, 1988). Патологическое состояние возникает как результат функционального перенапряжения.

ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ АДАПТАЦИЙ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ НА ОСНОВЕ ИХ КАРДИОАКТИВНОСТИ И ДВИГАТЕЛЬНЫХ РЕАКЦИЙ

Т.В. Кузнецова¹, В.В. Трусевич², А.С. Куракин¹, С.В. Холодкевич¹

¹ Научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН, Санкт-Петербург, Россия
kuznetsova_tv@bk.ru

² Карадагский природный заповедник НАН Украины, Украина, Феодосия

Проведено изучение основных характеристик кардиоактивности и движения створок, регистрируемых неинвазивно, на двустворчатых моллюсках (*Mytilus edulis* L., *Mytilus galloprovincialis* Lam.). Эксперименты проводили одновременно на группах из 7 мидий, параллельно регистрируя их кардиоактивность и движение створок.

Исследования суточной динамики движения створок моллюсков в условиях естественной среды обитания, а также в аквариумных условиях содержания показали определенные различия в ритмической организации двигательных актов и кардиоактивности моллюсков, содержащихся в неволе и в море.

В естественных условиях обитания в движении створок мидий наблюдался ярко выраженный суточный ритм, с особенностями ночного и дневного периода активности. Переходы от ночного периода к дневному и обратно точно совпадали с моментом восхода и захода солнца и осуществляются в течение 5–10 мин. Ночной период активности характеризуется большей амплитудой раскрытия створок и частотой схлопывания (аддукция): 3–4 раза в час, в естественных условиях обитания. Величина раскрытия створок разных животных колебалась в широких пределах и у *M. galloprovincialis* Lam. 2–3-х летнего возраста достигала 7–8 мм и более. Дневной период активности характеризуется меньшей величиной амплитуды раскрытия створок и частотой аддукции 1 раз в 2–3 часа. Особенности двигательных актов створок и их паттерн у моллюсков могут варьировать в широких пределах, имеют ярко выраженный индивидуальный характер, сохраняя при этом, однако, четкую суточную ритмику.

В суточном ритме движений створок мидий в естественных условиях отмечаются также периоды продолжительного, от нескольких десятков минут до 1–1,5 часов, полного закрытия створок, определяемого различными исследователями как период «сна», «расслабления» или «отдыха». Эти периоды «отдыха» в наших наблюдениях у разных моллюсков проявлялись в различное время, хотя чаще – в конце ночного или дневного периода суток. Напротив, при содержании мидий в аквариальных условиях, начиная с 4–5-х суток и далее, постепенно нарастают изменения характера и ритма движения створок: начинают учащаться и удлиняться периоды «отдыха», постепенно достигая от нескольких часов до суток и более. Эти периоды прерываются постепенно все более редкими кратковременными всплесками активности движений створок с меньшей амплитудой раскрытия створок, при этом постепенно нарушается суточный ритм движения створок. Такой характер изме-

нений движений створок моллюсков наблюдался рядом исследователей при ухудшении условий питания мидий (Ortmann, Grieshaber, 2003). В наших условиях экспериментов это явление требует дополнительного изучения.

Особое место в исследованиях физиологических и поведенческих реакций животных в нашей работе было уделено выявлению ультрадианных ритмов, поскольку они отражают особенности протекания основных физиологических процессов, могут характеризовать механизмы краткосрочных физиологических адаптаций организма животных и осуществляться на разных уровнях их организации. Обнаруженные нами в исследованиях *in situ* ультрадианные ритмы отражают, по-видимому, регулируемые сифоном и движением створок циклические изменения в скорости фильтрации и в пищевом поведении мидий в конкретных условиях обитания.

Проведенные нами токсикологические эксперименты показали приспособительный характер реакций моллюсков при поступлении вредных для их организма веществ (солей тяжелых металлов, аммония, детергентов, гидрохинона и др.) в среду, который выражался в быстром закрытии створок и продолжительном (достигающем иногда 9–12 часов) состоянии моллюска с закрытыми створками после отмывания от токсиканта.

Для оценки экологического состояния различных водных объектов в работе применялся методический прием, основанный на перемещении моллюсков одного вида из чистых мест обитания (референтная станция) в районы, подверженные антропогенному загрязнению, и дальнейшему содержанию животных в специальных садках (кейджах) в течение некоторого выбранного исследователями периода времени (3 недели). Адаптивные возможности двустворчатых моллюсков тестировали с помощью активного метода биоиндикации, т.е. по ответам («откликам») организмов на один или более стандартных стимулов (быстрое изменение солености и/или температуры) и по оценке динамики характеристик кардиоактивности каждой отдельной особи до и после такого воздействия. Было обнаружено, что в загрязненных акваториях уровень адаптивных возможностей организмов ослаблен по сравнению с таковым в условно чистых акваториях. Это выражалось в существенно большем времени восстановления характеристик кардиоактивности после снятия функциональной нагрузки.

Таким образом, показатели кардиоактивности могут служить маркерами адаптивных возможностей организма в конкретной среде обитания. Полученные данные позволяют нам предполагать, что реакции кардио- и двигательной систем организмов на изменения качества среды обитания, могут служить индикаторами адаптационных возможностей организма. На наш взгляд, данный методический подход может оказаться эффективным также при решении задач, связанных с оценкой здоровья морских экосистем.

Работа выполнена при финансовой поддержке грант № 08-04-92424-BONUS_a.

INVESTIGATIONS OF PHYSIOLOGICAL ADAPTATIONS OF BIVALVE MOLLUSKS BASED ON BIOMARKERS OF CARDIAC ACTIVITY AND SHELL MOVEMENTS

T.V. Kuznetsova¹, V.V. Trusevich², A.S. Kurakin¹, S.V. Kholodkevich¹

¹ Scientific Research Center for Ecological Safety RAS, Sankt-Petersburg, Russia
kuznetsova_tv@bk.ru

² Карадагский природный заповедник НАН Украины, Украина, Феодосия

The paper presents results of the studies *in situ* and in laboratory conditions of valve movements (VM) and heart rate (HR) of *Mytilus edulis* L. and *Mytilus galloprovincialis* Lam.

Special attention was paid to reveal expression of circadian and ultradian rhythms in HR and VM and to study organism's responses to environmental challenges (temperature, salinity, detritus content in water). A new approach to study physiological adaptations was carried out in caging experiments in mussels transplanted from pure zone and kept in cages for 3 weeks in 3 areas subjected to anthropogenic stress. After exposure mussels were tested by standard stimuli (salinity and/or temperature changes). The responses to stimuli in these 3 mussel's groups were compared with their initial ones and among groups. It was shown that HR in recovery process after salinity stimulus in exposed mussels differed from their initial values. This fact can be explained by changes in their adaptive capacities, depended on habitat quality.