

например, в исследованиях Крепса Е.М. (Крепс, 1979) и Хочачки П. и Сомеро Дж. (Хочачка, Сомеро 1977, 1988). В соответствии с этими исследованиями структурные перестройки фосфолипидов клеточных мембран тканей у холодолюбивых видов происходят за счет увеличения двойных связей в углеродной цепи кислот и/или увеличения короткоцепочечных кислот. У м. лисицы, в эритроцитарных мембранах мы отмечаем высокое содержание пальмитиновой кислоты (C<sub>16:0</sub>), которая в сумме с другими короткоцепочечными насыщенными ЖК на 9,1% превышает аналогичную сумму кислот у м. кота. Тем не менее, за счет ненасыщенных кислот ИДС и коэффициент ненасыщенности у м. кота выше это, на наш взгляд, свидетельствует о большей «текучести» их плазматических мембран эритроцитов.

Таким образом, проведенные исследования по жирнокислотному составу фосфолипидов плазматических мембран эритроцитов рыб показали, что мембраны эритроцитов рыб имеют достаточно широкий спектр варьирования ЖК. Причины этих различий, на наш взгляд, связаны с особенностями вязкости бислойного матрикса у каждого вида и обеспечения кислородтранспортной функции эритроцитами в соответствии с их эволюционными и экологическими особенностями.

## PHOSPHOLIPID FATTY ACID COMPOSITION OF R B C PLASMA MEMBRANES OF SOME CARTILAGINOUS AND BONY FISHES FROM THE BLACK SEA

Yu. A. Silkin, Ye.N. Silkina

Karadag Nature Reserve of Ukraine National Academy of Sciences, Feodosia, Ukraine  
ysilkin@mail.ru

The fatty acid composition of phospholipids of the red blood cells plasma membranes of two species of cartilage (*Raja clavata* L. and *Dasyatis pastinaca* L.) and three species of bony fish (*Scorpaena porcus* L., *Spicara flexuosa* Raf. and *Tracurus mediterraneus ponticus* Aleev) was studied. The particular fatty acid composition of phospholipids of fish of different evolutionary and ecological specialization was showed.

## ИЗМЕНЕНИЕ БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У МИДИЙ *MYTILUS EDULIS* ПОД ВЛИЯНИЕМ ЭКСКРЕТОРНО-СЕКРЕТОРНЫХ ВЕЩЕСТВ НЕКОТОРЫХ ГИДРОБИОНТОВ БЕЛОГО МОРЯ

В.С. Скидченко<sup>1</sup>, Р.У. Высоцкая<sup>1</sup>, М.Ю. Крупнова<sup>1</sup>, В.В. Халаман<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Учреждение Российской академии наук Институт биологии Карельского научного центра РАН, Петрозаводск, Россия  
amelina@bio.krc.karelia.ru

<sup>2</sup> Учреждение Российской академии наук Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург, Россия

В условиях лабораторного эксперимента исследовали биохимический ответ тканей мидий (*Mytilus edulis*) на присутствие в среде метаболитов некоторых наиболее массовых видов, характерных для сообществ обрастания Белого моря. Среди них двустворчатые моллюски *Hiatella arctica* и *Mytilus edulis*, губка *Halichondria panicea*, одиночная асцидия *Styela rustica*, морская звезда *Asterias rubens*. Подопытных моллюсков помещали в аквариумы с профильтрованной кондиционированной водой (морская вода, в которой предварительно в течение 2 суток содержали особей одного из перечисленных видов из расчета 100 г живого веса на 1 л воды). Контролем служили мидии, содержащиеся в морской воде, выдержанной без животных. Материал для анализа отбирали через каждые 6 часов воздействия. Общее время экспозиции – одни сутки. Перед началом опыта были взяты пробы тканей мидий для получения исходного уровня исследуемых биохимических показателей («нулевой контроль»). Об изменении биохимического статуса моллюсков судили по изменению активности ряда лизосомальных ферментов, принимающих участие в метаболизме нуклеиновых кислот, белков и некоторых углеводов. Удельную активность ферментов (РНКаза, ДНКаза, β-глюкозидаза, β-галактозидаза, катепсин В, катепсин

Д) определяли в органах мидий, имеющих тесный контакт с окружающей средой: жабры и край мантии.

Анализ полученных данных выявил наличие определенной динамики исследуемых биохимических показателей у контрольных мидий, причем принципиально различной в жабрах и в краевом участке мантии. Так, если в мантии наблюдалась тенденция к монотонному уменьшению активности лизосомальных гидролаз, указывающая на снижение общего уровня метаболизма в органе, то в жабрах для каждого из ферментов был характерен свой профиль изменения активности. Однако практически все исследуемые показатели контрольных моллюсков в конце эксперимента возвращались к исходному уровню активности (не отличались от «нулевого контроля»), позволяя предположить, что наблюдаемая динамика метаболических функций у мидий контрольной группы отражала акклимацию к условиям содержания.

Помещение моллюсков в среду, содержащую экскреторно-секреторные продукты (ЭСР) того или иного вида, приводило к отклонению активности лизосомальных гидролаз от динамики, наблюдаемой в контроле. Причем, биохимический ответ на сигналы других видов был тканеспецифичен. Различия в профилях активности лизосомальных ферментов у моллюсков из разных экспериментальных групп отчетливо прослеживались в жабрах, тогда как в мантии были выражены слабо.

Наименьшие отличия в активности исследуемых ферментов от контрольной группы отмечены у мидий, содержащихся с ЭСП своего же вида. У мидий данной экспериментальной линии происходили небольшие модуляции активности ДНКазы и катепсина В, однако, общая картина биохимических изменений была полностью аналогична контролю. Под действием метаболитов *H. arctica* в тканях мидий происходила активация ферментов прямо или косвенно связанных с обменом белка – кислой РНКазы и катепсинов. Динамика активность лизосомальных гликозидаз и ДНКазы под действием данного вида не отличалась от контрольной, что говорит об отсутствии значительного «стрессированного» воздействия *H. arctica* на мидий в эксперименте.

Выдерживание мидий в воде, кондиционированной представителями наиболее «агрессивных» по отношению к мидии видов: хищника, *A. rubens* и конкурентов *S. rustica* и *H. panicea*, – вызывало у экспериментальных моллюсков различные по амплитуде, но сходные между собой по направленности, отклонения от «нормальной» динамики активности ферментов. Так, в жабрах моллюсков после 12–18 ч экспозиции отмечено повышение активности нуклеаз, свидетельствующее об оперативной перестройке метаболизма в клетке, имеющей, по всей видимости, компенсаторный характер. Кроме того, в жабрах мидий, подвергавшихся воздействию ЭСП указанных видов, был зафиксирован резкий всплеск гликозидазной активности лизосом, особенно сильный в присутствии сигналов морской звезды. Нарастание ДНКазной активности в присутствии ЭСП *A. rubens* в сочетании с максимальной активацией лизосомальной  $\beta$ -гликозидазы в жабрах моллюсков, принимающей участие в мобилизации углеводных запасов, может указывать на закрытие раковины в присутствии хищника. С другой стороны, активация гликозидазной активности лизосом под действием ЭСП *S. rustica* и *H. panicea*, как наиболее вероятных продуцентов вторичных метаболитов аллелопатического действия, а также более выраженная, по сравнению с реакцией на сигналы морской звезды, активация галактозидазной активности, может быть связана с реализацией другой защитной реакции мидий – выработки слизи, углеводные компоненты которой содержат большое количество производных глюкозы и галактозы. Слизистый слой, покрывающий практически все поверхности мягких тканей *Bivalvia*, контактирующие с водой, помимо прочих, выполняет защитную функцию, препятствуя попаданию патогенных микроорганизмов и ксенобиотических веществ во внутреннюю среду моллюска. Кроме того, нельзя исключить, что в данном случае активация лизосомальных гликозидаз может быть направлена на обеспечение гидролиза действующих веществ исследуемых видов, предполагая, в таком случае, наличие в их структуре олиго/полисахаридных фрагментов.

Таким образом, биохимическую реакцию в тканях экспериментальных моллюсков на присутствие в среде сигналов других организмов можно условно разделить на 2 типа: «норма», к которой можно отнести воздействие своего же вида, полностью аналогичное контролю; и второй тип – сходные между собой по направленности изменения, вызываемые ЭСП асцидии, губки и морской звезды. *H. arctica* занимает промежуточное положение.

Работа выполнена при поддержке грантов Президента РФ «Ведущие научные школы» НШ-3731.2010.4, РФФИ № 10-04-00310.

## **ALTERATIONS OF SOME BIOCHEMICAL PARAMETERS OF BLUE MUSSEL *MYTILUS EDULIS* UNDER THE INFLUENCE OF SECRETORY/EXCRETORY PRODUCTS (SEPS) OF THE SEVERAL WHITE SEA INVERTEBRATES**

V.S. Skidchenko <sup>1</sup>, R.U. Vysotskaya <sup>1</sup>, M.Yu. Krupnova <sup>1</sup>, V.V. Khalaman <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institute of Biology Karelian Research Centre RAS, Petrozavodsk, Russia  
amelina@bio.krc.karelia.ru

<sup>2</sup> Zoological Institute of RAS, Saint-Petersburg, Russia

Biochemical response of blue mussels *Mytilus edulis* to SEPs of five invertebrates species (bivalve mollusks *Hiatella arctica* and *Mytilus edulis*, sponge *Halichondria panicea*, solitary ascidian *Styela rustica*, starfish *Asterias rubens*) was studied in the laboratory by assaying several lysosomal enzymes (nucleases, glycosidases and cathepsins). According to the SEPs effect on mussel metabolism, tested species could be divided in two types: «neutral» (*M. edulis*) with the least effect on experimental mussels, and «aggressive» (*H. panicea*, *S. rustica*, *A. rubens*), causing activation of the same enzymes, mainly acid RNase and glycosidases, but to different extend. *H. arctica*, slightly affecting protein metabolism in mussel tissues, could be placed in the interjacent position.

## **СЕЗОННЫЕ ВАРИАЦИИ АКТИВНОСТИ АНТИОКСИДАНТНЫХ ФЕРМЕНТОВ КРОВИ *MULLUS BARBATUS PONTICUS* СУЛТАНКИ ИЗ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ г. СЕВАСТОПОЛЯ**

Е.Н. Скуратовская

Институт биологии южных морей НАНУ, Севастополь, Украина  
skuratovskaya2007@rambler.ru

Большинство показателей метаболизма гидробионтов подвержены значительным сезонным изменениям. Такая изменчивость в характере обмена связана с существованием физиологических ритмов, которые обусловлены, в свою очередь, колебаниями температурного, кислородного и водно-солевого режима водоемов, освещенности, обеспеченности пищей в течение года.

Известно, что параметры антиоксидантной защитной системы, характеризующие функциональное состояние организмов и среды их обитания, подвержены сезонным колебаниям. Поэтому для корректного использования данных показателей в качестве биомаркеров необходимо учитывать пределы их естественной вариабельности в популяциях изучаемых видов.

На основании вышеизложенного цель работы состояла в изучении сезонных вариаций активности антиоксидантных ферментов крови султанки *Mullus barbatus ponticus* (Essipov) из прибрежной зоны г. Севастополя.

Объектом исследований служила султанка *Mullus barbatus ponticus* (Essipov), отловленная с помощью донных ловушек в прибрежных районах г. Севастополя. Этот вид широко распространен в Черном море и представляет большой интерес в связи с промысловым значением. Материалом исследований служили эритроциты крови рыб. Кровь отбирали из хвостовой артерии, получали гемолизаты, в которых определяли активность антиоксидантных ферментов каталазы (КАТ), супероксиддисмутазы (СОД), пероксидазы (ПЕР), глутатионредуктазы (ГР), глутатион-S-трансферазы (ГТ) спектрофотометрическими методами. Активность ферментов вычисляли в пересчете на концентрацию гемоглобина (Hb). Сравнительный анализ данных осуществляли с использованием t-критерия Стьюдента. Результаты считали достоверными в случае, если  $p \leq 0.05$ .

Результаты исследований показали, что активность антиоксидантных ферментов крови султанки подвержена сезонным колебаниям (табл.).

Активность антиоксидантных ферментов (на мг Hb/мин,  $M \pm m$ ) в эритроцитах крови султанки в разные сезоны года