

О. Н. Ершова, к.б.н., старший научный сотрудник

Т. И. Лавренюк, младший научный сотрудник

В. Н. Тоцкий, д.б.н., профессор

В. А. Топтиков, к.б.н., старший научный сотрудник

О. А. Ковтун, к.б.н., доцент

Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова,
кафедра генетики и молекулярной биологии, ул. Дворянская 2, Одесса 65082,
Украина, e-mail: ershova_ok@mail.ru

СОСТОЯНИЕ АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ *RAPANA VENOSA* (VALENCIENNES, 1846) ПРИ ДЕЙСТВИИ АНИОННОГО ДЕТЕРГЕНТА

Изучалось состояние антиоксидантной системы в ктенидиях, гепатопанкреасе и нефридиях брюхоногого моллюска *Rapana venosa* в условиях стресса, вызванного анионным детергентом – додецилсульфат натрия. Экспериментальных животных содержали 3, 24 и 72 часа в аквариумах с морской водой с добавлением додецилсульфат натрия в количестве 5 и 20 предельно-допустимых концентраций (ПДК). Определяли общую антиоксидантную активность (ОАА) и содержание восстановленного глутатиона (GSH). Интенсивность перекисного окисления липидов оценивали по уровню малонового диальдегида (МДА). Показано, что содержание МДА в присутствии додецилсульфат натрия увеличивалось только в ктенидиях моллюска спустя 72 часа от начала эксперимента. В гепатопанкреасе и нефридиях данный показатель оставался без изменений. Уровень GSH в ктенидиях моллюска увеличивался в присутствии додецилсульфат натрия во все сроки наблюдений. В гепатопанкреасе содержание GSH не менялось, а в нефридиях уровень GSH возрастал только спустя трое суток эксперимента. В ктенидиях ОАА снижалась первые 3 часа наблюдений, а в гепатопанкреасе и нефридиях только спустя 72 часа при максимальной концентрации детергента. В остальные сроки эксперимента при всех концентрациях додецилсульфат натрия ОАА в исследуемых органах оставалась на уровне контроля. Сделан вывод, что антиоксидантная система рапаны довольно устойчива к действию додецилсульфат натрия и обладает значительным адаптационным потенциалом.

Ключевые слова: *Rapana venosa*; анионный детергент; антиоксидантная система.

Наряду с такими распространенными и достаточно хорошо изученными загрязняющими веществами, как тяжелые металлы и нефтяные углеводороды, в прибрежную зону моря поступают детергенты (моющие средства), постоянно присутствующие в недостаточно очищенных бытовых стоках. Поверхностно-активные вещества могут оказывать отрицательное влияние на качество воды, самоочищающуюся способность водоёмов, организм человека, а также усиливать действие других веществ на эти показатели, что требует ограничения

их содержания в воде [1]. Экологическая опасность данной группы веществ изучена значительно меньше, чем пестицидов, тяжелых металлов, и пр. Поэтому наблюдение за данными соединениями обычно входит в программы мониторинга качества морских вод. Однако экологический мониторинг состояния прибрежно-морских экосистем включает в себя не только химический контроль качества среды, но и наблюдение за откликом биоты на изменение гидрохимических показателей [8, 15–17]. Наиболее оперативную информацию о реакции гидробионтов на условия существования можно получить с помощью тест-организмов. Есть данные, что детергенты приводили к ингибированию фильтрационной активности пресноводных моллюсков, мидий и устриц, изменяли поведение медицинской пиявки, подавляли активность некоторых ферментов в жабрах рыб и пр. [9]. Токсичность детергентов для человека и теплокровных животных относительно низка, выше она для низших животных и растений. ПАВ в концентрации 0,5–0,25 мг/л вызывают гибель ракообразных и рыб; более низкие концентрации задерживают рост и развитие гидробионтов, ухудшают усвоение пищи, ингибируют функцию хеморецепторов. У водорослей сублетальные концентрации детергентов нарушают подвижность половых клеток и спорообразование [7]. При концентрации моющих средств 1–3 мг/л гибнет планктон, 15 мг/л – рыбы [14]. Также в качестве биологических тест-объектов используют ракообразных, водоросли, моллюсков и т. д. Тест-организмы должны соответствовать двум основным требованиям: быть широко распространенными и доступными для отлова, легко содержаться в лаборатории [12]. Брюхоногие моллюски соответствуют всем этим критериям. Исследования активности некоторых ферментов антиоксидантной системы *Rapana venosa* из акваторий Черного моря с разным уровнем загрязнения, а также действие ионов меди на данную систему моллюска проводились в нашей лаборатории [3, 11].

Известно, что первой реагирует на изменения окружающей среды именно антиоксидантная система, в которой происходят процессы адаптации. Поэтому, целью данного исследования было изучение адаптационных возможностей моллюска *Rapana venosa* при действии анионного детергента – додецилсульфата натрия, который является активной составляющей синтетических моющих средств.

Материалы и методы исследования

Исследование проводили на половозрелых особях рапан, собранных в акватории Одесского залива в летний период 2015 года. Площадь сбора составляла около 100 м² данной акватории. Высота раковин собранных моллюсков колебалась в пределах 50–70 мм, возраст особей – от 4 до 5 лет.

Животных помещали в три аэрируемых аквариума объемом 200 литров по 20–22 особи в каждый. При определении пределов ПДК для анионного детер-

гента и выборе концентраций додецилсульфат натрия в эксперименте опирались на данные, представленные в работе [4]. В первом аквариуме была чистая морская вода, во второй добавляли анионный детергент – додецилсульфат натрия в концентрации 5 ПДК (500 мкг/л), в третьем – концентрация додецилсульфат натрия составляла 20 ПДК (2000 мкг/л). Перед началом эксперимента моллюсков адаптировали к условиям аквариума в течение 3–5 суток. Через 3, 24 и 72 часа из каждого аквариума отбирали для анализа 6–7 особей. По окончании эксперимента рапан хранили в морозильной камере при –18 °С.

Для биохимического анализа использовали ктенидии, гепатопанкреас и нефридии моллюска. Гомогенаты готовили согласно общепринятой методики [6]. Для определения биохимических параметров в эксперименте объединяли несколько особей обоих полов, взятых в равных соотношениях. Определяли общую антиоксидантную активность (ОАА), содержание малонового диальдегида (МДА) и восстановленного глутатиона (GSH) в гомогенатах исследуемых тканей моллюска.

Содержание МДА в гомогенатах определяли с помощью тиобарбитуровой кислоты [10]. Общую антиоксидантную активность – по степени ингибирования аскорбат- и ферроиндуцированного окисления твин-85 до МДА [2]. Содержание GSH – по реакции с реактивом Элмана и образованию окрашенного продукта – 2-нитро-6-меркаптобензойной кислоты, который имеет максимум поглощения при 412 нм [2]. Полученные данные рассчитывали на грамм сырой массы ткани. Статистическую обработку результатов осуществляли в соответствии с приложением *Microsoft Office Excel*. Достоверность различий исследуемых параметров определяли, используя t-тест Стьюдента для несопряженных совокупностей. В качестве контроля для каждого исследуемого срока отбора проб использовали моллюсков, находившихся в аквариумах с чистой морской водой такое же время, что и опытные животные.

Результаты исследования и их обсуждение

Добавление в среду обитания додецилсульфат натрия в количестве 5 и 20 ПДК за исследуемый период не приводило к изменению активности моллюсков и не оказывало летального действия. Это дало возможность предположить, что обнаруженные изменения в антиоксидантной системе могут отражать процесс адаптации моллюсков к неблагоприятным условиям.

Выбор органов для исследования обусловлен их основными физиологическими функциями. Ктенидии, как орган, первым «сталкивается» с загрязненной средой, и от его работы зависит обеспечение всего организма таким важным для жизнедеятельности элементом как кислород. Роль нефридиев определяется их экскреторной функцией, а одной из важных задач гепатопанкреаса является обезвреживание попадающих и образующихся в процессе метаболизма в организме токсических соединений [13].

Одним из конечных продуктов деструктивного действия перекисного окисления липидов, которое постоянно имеет место в клеточной мембране, является МДА. Являясь интегральным показателем, он отражает состояние динамического равновесия между оксидантами и антиоксидантами и дает представление о состоянии системы антиоксидантной защиты организма. На рис. 1–3 представлены данные об уровне малонового диальдегида в исследуемых органах. У контрольных особей содержание диальдегида в ктенидиях колебалось от $21,1 \pm 2,7$ до $24,2 \pm 1,3$ нмоль/г ткани, в гепатопанкреасе от $28,8 \pm 3,1,0$ до $31,9 \pm 2,5$ нмоль/г ткани, в нефридиях – от $29,5 \pm 0,7$ до $33,7 \pm 1,6$ нмоль/г ткани.

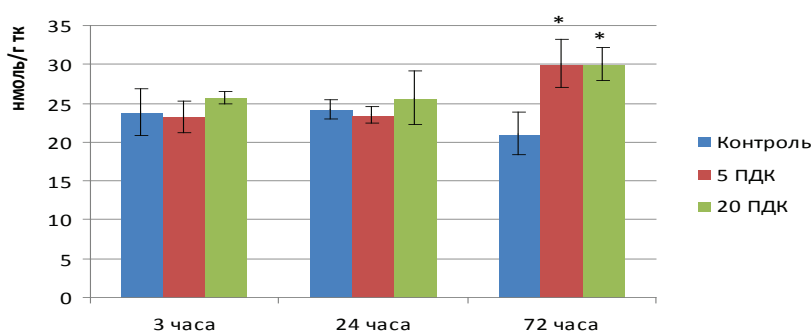


Рис. 1. Содержание МДА в ктенидиях *R. vepoza* на фоне действия додецилсульфат натрия, * – достоверное отличие от контроля при $P < 0,05$

Присутствие в среде анионного детергента – додецилсульфат натрия первые 24 часа в концентрации, составляющей 5 и 20 ПДК, не приводило к достоверному изменению содержания МДА в ктенидиях опытных животных по сравнению с контрольными. Только через трое суток уровень МДА в ктенидиях опытных животных увеличивался по сравнению с контрольными значениями в 1,4 раза при 5 и 20 ПДК исследуемого детергента (рис. 1).

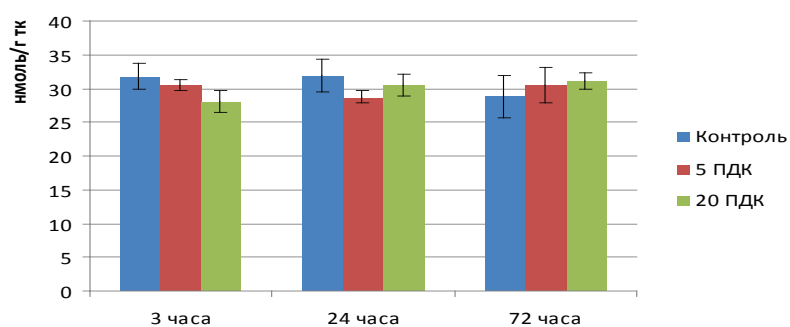


Рис. 2. Содержание МДА в гепатопанкреасе *R. vepoza* на фоне действия додецилсульфат натрия

В гепатопанкреасе и нефридиях моллюсков, находившихся в среде с добавлением анионного детергента, усиления перекисного окисления не выявлено: содержание МДА у особей опытных вариантов за весь период наблюдений и при разных концентрациях додецилсульфат натрия достоверно не отличались от контроля (рис. 2–3).

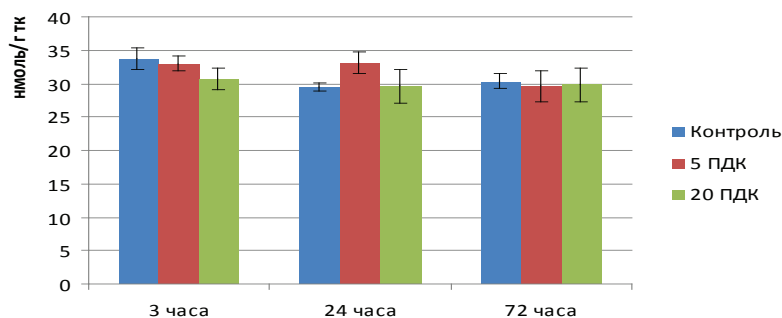


Рис. 3. Содержание МДА в нефридиях *R. venosa* на фоне действия додецилсульфат натрия

Восстановленный глутатион (GSH) является одним из важнейших ферментативных компонентов антиоксидантной системы. GSH имеет как собственную антиоксидантную активность, так и функционирует в качестве донора водорода для ферментов антиоксидантной системы и поддерживает сульфгидрильные группы функционально важных белков в восстановленном состоянии [5].

Содержание GSH в ктенидиях контрольных групп колебалось от $0,36 \pm 0,025$ до $0,45 \pm 0,03$ нмоль/г ткани, в гепатопанкреасе от $0,4 \pm 0,05$ до $0,47 \pm 0,02$ нмоль/г ткани, в нефридиях от $0,31 \pm 0,01$ до $0,36 \pm 0,03$ нмоль/г ткани (рис. 4–6). Добавление в среду обитания опытных моллюсков анионного детергента увеличивало уровень GSH в ктенидиях при 5 и 20 ПДК додецилсульфат натрия во все сроки наблюдения. Так, при 5 ПДК додецилсульфат натрия содержание GSH в ктенидиях через 3, 24 и 72 часа возрастало в 1,4; в 1,2; и 1,5 раза соответственно. Присутствие в среде обитания моллюсков анионного детергента в количестве 20 ПДК в исследуемые сроки увеличивало уровень GSH в ктенидиях в 1,55; в 1,3 и 1,8 раза по сравнению с соответствующими контролями (рис. 4).

В гепатопанкреасе опытных рапан не отмечалось изменений содержания GSH при 5 и 20 ПДК додецилсульфат натрия в продолжение всего периода наблюдений (рис. 5).

В нефридиях экспериментальных животных первые сутки содержание GSH оставалось на уровне контрольных значений. Через 72 часа при 5 и 20 ПДК додецилсульфат натрия в среде обитания моллюсков содержание GSH в нефридиях возрастало в 1,4 и в 1,6 раза соответственно по сравнению с контролем (рис. 6.).

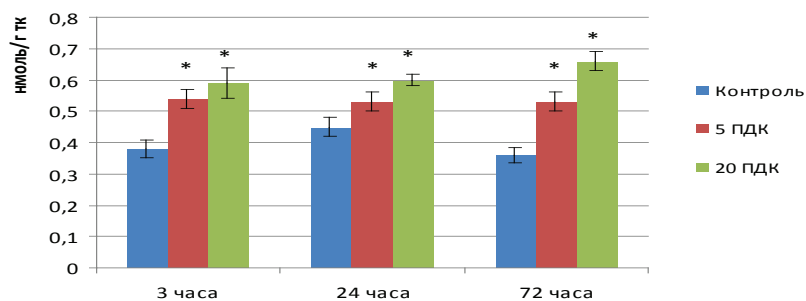


Рис. 4. Содержание GSH в клетках *R. vepoza* на фоне действия додецилсульфат натрия, * – достоверное отличие от контроля при $P < 0,05$

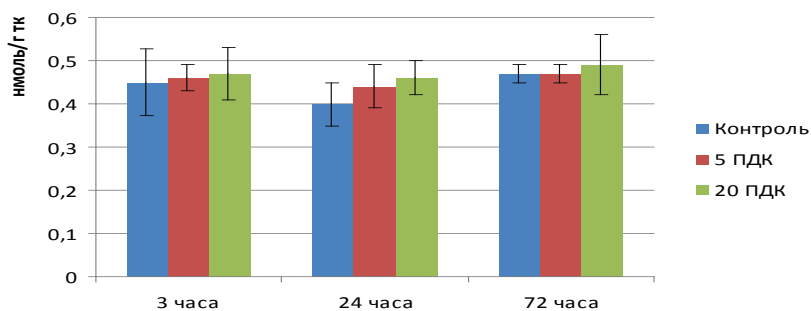


Рис. 5. Содержание GSH в гепатопанкреасе *R. vepoza* на фоне действия додецилсульфат натрия

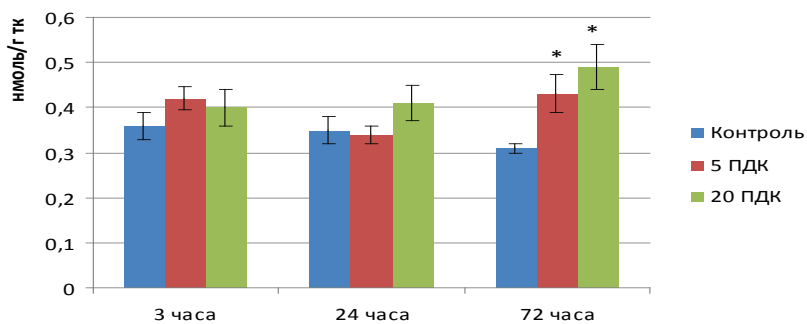


Рис. 6. Содержание GSH в нефридиях *R. vepoza* на фоне действия додецилсульфат натрия, * – достоверное отличие от контроля при $P < 0,05$

Состояние антиоксидантной системы оценивали, используя еще один интегральный показатель – ОАА (общая антиоксидантная активность), который отражает результат про- и антиоксидантных процессов в организме. В клетках опытных животных ОАА снижалась только первые 3 часа эксперимента. Так,

присутствие в среде обитания моллюсков 5 и 20 ПДК додецилсульфат натрия снижало ОАА в ктенидиях в 1,4 и 1,5 раза соответственно. В дальнейший период наблюдений ОАА в ктенидиях стабилизировалась до контрольных значений, что может свидетельствовать об адаптационных процессах в исследуемом органе (рис. 7).

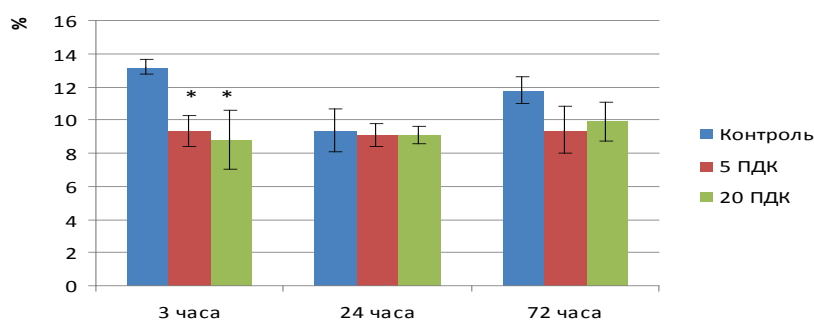


Рис. 7. ОАА в ктенидиях *R. venosa* на фоне действия додецилсульфат натрия, * – достоверное отличие от контроля при $P < 0,05$

В гепатопанкреасе и нефридиях мы отмечали несколько иной механизм адаптации, при котором ОАА была стабильна вначале экспозиции додецилсульфат натрия и снижалась к концу эксперимента. Так, присутствие в среде анионного детергента в концентрации, составляющей 5 ПДК, не приводило к достоверному изменению ОАА у опытных животных по сравнению с контрольными в гепатопанкреасе и нефридиях в продолжение всего периода наблюдений (рис. 8, 9). Добавление в среду обитания моллюсков 20 ПДК додецилсульфат натрия также не изменяло исследуемый показатель в этих органах первые сутки.

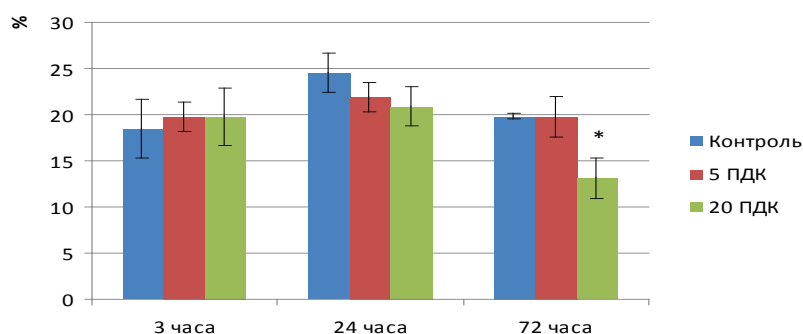


Рис. 8. ОАА в гепатопанкреасе *R. venosa* на фоне действия додецилсульфат натрия, * – достоверное отличие от контроля при $P < 0,05$

И только спустя 3 суток при 20 ПДК додецилсульфат натрия ОАА в этих органах снижалась. Так, в гепатопанкреасе ОАА уменьшалась под действием детергента в 1,5 раза, а в нефридиях в 1,4 раза относительно контрольных значений.

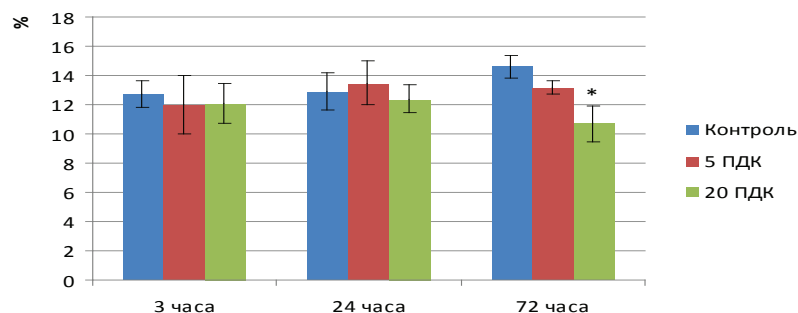


Рис. 9. ОАА в нефридиях *R. venosa* на фоне действия додецилсульфат натрия;
* – достоверное отличие от контроля при $P < 0,05$

Можно резюмировать, что антиоксидантная система более устойчива к действию додецилсульфат натрия в гепатопанкреасе и нефридиях моллюска, а наиболее чувствительный к присутствию детергента ктенидии, которые первыми «сталкиваются» с исследуемым токсическим агентом. Так, содержание МДА увеличивалось при действии додецилсульфат натрия только в ктенидиях спустя 72 часа от начала эксперимента, а в гепатопанкреасе и нефридиях данный показатель оставался без изменений. Уровень GSH возрастал в присутствии детергента во все сроки наблюдений также в ктенидиях моллюска. В гепатопанкреасе содержание GSH не менялось, а в нефридиях увеличивалось спустя трое суток эксперимента. ОАА в ктенидиях снижалась первые 3 часа эксперимента, в последующий период экспозиции анионного детергента ОАА восстанавливалась до контрольных значений. В гепатопанкреасе и нефридиях ОАА снижалась только спустя 72 часа при максимальной концентрации детергента. В остальные сроки эксперимента при всех концентрациях додецилсульфат натрия ОАА в исследуемых органах оставалась на уровне контроля. Вероятно, обнаруженные изменения отражают трансформирование антиоксидантной системы рапаны, которое необходимо для перестройки биологических процессов при адаптации рапаны к условиям среды, содержащей повышенные дозы додецилсульфат натрия. Таким образом, антиоксидантная система рапаны довольно устойчива к действию анионного детергента, обладает большим адаптационным потенциалом, и моллюск как объект исследования, может быть использован для мониторинга загрязнения акваторий Черного моря.

Выводы

1. Содержание МДА в ктенидиях увеличивалось при действии додецилсульфат натрия через 72 часа от начала эксперимента при 5 и 20 ПДК в 1,4 раза. В гепатопанкреасе и нефридиях данный показатель оставался без изменений в присутствии исследуемого детергента.

2. Уровень GSH повышался в ктенидиях моллюска при 5 и 20 ПДК додецилсульфат натрия во все сроки наблюдения в интервале 1,2–1,8 раза. В нефридиях содержание GSH возрастало только спустя трое суток при 5 и 20 ПДК додецилсульфат натрия в 1,4 и в 1,6 раза соответственно, а в гепатопанкреасе не отмечалось изменений уровня GSH при действии анионного детергента.

3. В ктенидиях ОАА снижалась первые 3 часа экспозиции 5 и 20 ПДК додецилсульфат натрия. В гепатопанкреасе и нефридиях ОАА снижалась только спустя 3 суток при максимальной концентрации анионного детергента в 1,5 раза и в 1,4 раза соответственно. В остальные сроки эксперимента при всех концентрациях додецилсульфат натрия ОАА в исследуемых органах оставалась на уровне контроля.

Стаття поступила в редакцію 10.12.2016

Список использованной литературы

1. Брагинский Л. П. Всесторонний анализ токсикологической опасности поверхностно-активных веществ для гидробионтов / Л. П. Брагинский, Л. А. Сиренко // Гидробиологический журнал. – 2003. – Т. 39. – № 3. – С. 115–118.
2. Горячковский А. М. Клиническая биохимия. 2-е изд. / А. М. Горячковский. – О.: Астропринт, 1998. – 608 с.
3. Ершова О. Н. Антиоксидантный статус тканей рапаны в условиях стресса, вызванного ионами меди / О. Н. Ершова, В. Н. Тоцкий, В. А. Топтиков, Т. И. Лаврениук, О. А. Ковтун // Вестник ОНУ. Биология – 2016. – Т. 21, Вып. 2(39) – С. 11–21.
4. Зайцев Ю. П. Северо-западная часть Черного моря: биология и экология / Ю. П. Зайцев, Б. Г. Александров, Г. Г. Миничева. – Киев: Наукова думка, 2006. – 701 с.
5. Кения М. В. Роль низкомолекулярных антиоксидантов при окислительном стрессе / М. В. Кения, А. И. Лукаш, Е. П. Гуськов // Успехи соврем. биологии. – 1993. – Т. 113, Вып. 4. – С. 456–470.
6. Методы биохимических исследований (липидный и энергетический обмен) / Учеб. пособие под ред. М. И. Прохоровой. – Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1982. – 271 с.
7. Мисейко Г. Н. Биологический анализ качества пресных вод / Г. Н. Мисейко, Д. М. Безматерных, Г. И. Тушкова. – Баранул: Изд-во АГУ, 2001. – 201 с.
8. Огородникова А. А. Воздействие береговых источников загрязнения на биоресурсы залива Петра Великого (Японское море) / А. А. Огородникова, Е. Л. Вейдеман, Э. И. Силина, Л. В. Нигматулина // Известия ТИНРО. – 1976. – Т. 122. – С. 430–450.
9. Остроумов С. А. Ингибирование анионным поверхностно-активным веществом способности мидий *Mytilus edulis* фильтровать и очищать морскую воду / С. А. Остроумов, П. Донкин, Ф. Стафф // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 16, Биология. – 1997. – № 2. – С. 30–35.
10. Стальная Д. И. Метод определения малонового диальдегида с помощью тиобарбитуровой кислоты / Д. И. Стальная, Т. Г. Гаришвили // Сб. Современные методы в биохимии. – М.: Медицина, 1977. – С. 66–68.
11. Тоцкий В. Н. Состояние антиоксидантной системы у представителей *Rapana venosa* (VALENCIENNES, 1846), обитающих в разных акваториях одесского залива (Чёрное море) / В. Н. Тоцкий, О. Н. Ершова, В. А. Топтиков, О. А. Ковтун, А. Г. Драгоева, Т. И. Лаврениук // Вестник ОНУ. Биология – 2013. – Т. 18, Вып. 1(30). – С. 7–19.

12. Тюрин А. Н. Действие ионов металлов и детергентов на развитие хитонов: автореф. дис / А. Н. Тюрин. – Владивосток, 1994.
13. Чухрин В. Д. Функциональная морфология рапаны / В. Д. Чухрин. – К.: Наукова думка, 1970. – 138 с.
14. Экология: Учебное пособие / Общая ред. С. А. Боголюбова. – М: Знание, 1997. – 288 с.
15. Lowe D. Lysosomal membrane impairment in blood cells of *Perna viridis*: An invitro marker of contaminant induced damage // Res. Bull. Phuket Mar. Biol. Cent. – 1995. – V. 60. – P. 79–82.
16. Sunila I. Histopathological effects of environmental pollutants on the common mussel, *Mytilus edulis* L. (Baltic Sea), and their application in marine monitoring / I. Sunila. – Ph. D. Thesis, Dept. Zool., Div. Physiol., Univ. Helsinki, 1987. – 73 pp.
17. Thebault M. T. Coordinated changes of adenylate energy charge and ATP/ADP: use in ecotoxicology studies / M. T. Thebault, J. P. Rafflin, A. M. Picado // Ecotoxicol. Environ. Saf. 46, 23–28.

**О. М. Єршова, Т. І. Лавренюк, В. М. Тоцький, В. А. Топтіков,
О. А. Ковтун**

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,
кафедра генетики та молекулярної біології,
вул. Дворянська 2, Одеса 65082, Україна, e-mail: ershova_ok@mail.ru

СТАН АНТИОКСИДАНТНОЇ СИСТЕМИ *RAPANA VENOSA* (VALENCIENNES, 1846) ЗА ДІЇ АНІОННОГО ДЕТЕРГЕНТУ

Резюме

Вивчали стан антиоксидантної системи в ктенідіях, гепатопанкреасі і нефридіях червоного моллюска *Rapana venosa* в умовах стресу, викликаного аніонним детергентом – додецилсульфат натрію. Експериментальних тварин тримали 3, 24 і 72 години в акваріумах з морською водою з додаванням додецилсульфат натрію в кількості 5 і 20 граничнодопустимих концентрацій (ГДК). Визначали загальну антиоксидантну активність (ЗАА) і вміст відновленого глутатіону (GSH). Ступінь окиснювального пошкодження біополімерів оцінювали за рівнем малонового діальдегіду (МДА). Показано, що вміст МДА під дією додецилсульфат натрію збільшувався тільки в ктенідіях через 72 години від початку експерименту. У гепатопанкреасі та нефридіях даний показник залишався без змін. Рівень GSH в ктенідіях моллюска збільшувався в присутності додецилсульфат натрію в усі терміни спостереження. У гепатопанкреасі вміст GSH не змінювався, а в нефридіях рівень GSH зростав тільки через три доби спостережень. В ктенідіях ЗАА знижувалася перші 3 години спостережень, а в гепатопанкреасі і нефридіях тільки через 72 години за максимальної концентрації детергенту. В інші терміни експерименту за всіх концентрацій додецилсульфат натрію ЗАА в досліджуваних органах залишалася на рівні контролю. Зроблено висновок, що антиоксидантна система рапани стійка до дії додецилсульфат натрію і має великий адаптаційний потенціал.

Ключові слова: *Rapana venosa*; аніонний детергент; антиоксидантна система.

O. N. Ershova, T.I. Lavrenyuk, V.N. Totskiy, V.A. Toptikov, O.A. Kovtun

Odesa National Mechnykov University, Department of Genetics
and Molecular Biology,

2, Dvoryanska str., Odesa 65082, Ukraine, e-mail: ershova_ok@mail.ru

STATE OF THE ANTIOXIDANT SYSTEM OF *RAPANA VENOSA* (VALENCIENNES, 1846) UNDER ACTION OF ANIONIC DETERGENT

Abstract

The antioxidant system in the ctenidium, hepatopancreas and nephridia of gastropod *Rapana venosa* under stress caused by an anionic detergent – sodium dodecyl sulfate were studied. The experimental animals were kept for 3, 24 and 72 hours in aquariums with sea water with addition of sodium dodecyl sulfate in concentration of 5 and 20, the maximum permissible concentration (MPC). We determined the total antioxidant activity (TAA) and the content of reduced glutathione (GSH). The degree of oxidative damage to biopolymers was evaluated by the level of malondialdehyde (MDA). It was shown that the MDA content under the action of sodium dodecyl sulfate increased only in ctenidium after 72 hours from the start of the experiment. The index remained unchanged in the hepatopancreas and nephridia. The level of GSH in the shellfish ctenidium increased in presence of sodium dodecyl sulfate in all periods of observation. The hepatopancreas GSH level was not changed, and in nephridia GSH level increased only after three days of observation. TAA decreased in the ctenidium within the first 3 hours of observation, and in hepatopancreas and nephridia only after 72 hours at the maximum concentration of the detergent. In the other terms of the experiment at all concentrations of sodium dodecyl sulfate TAA in the tested bodies remained at the control level. It is concluded that the antioxidant system is resistant to sodium dodecyl sulfate and has a great adaptive capacity.

Key words: *Rapana venosa*, anionic detergent, antioxidant system.

References

1. Braginskiy LP, Sirenko LA (2003) "Comprehensive analysis of the toxicological hazard of surface – active substances to aquatic organisms" ["Vsestoronniy analiz toksikologicheskoy opasnosti poverhnostno-aktivnih veschestv dlya gidrobiontov"], Hydrobiological journal, V. 39, № 3, P. 115-118.
2. Goryachkovsky AM (1998) Clinical Biochemistry. [Klinicheskaya biokhimiya], Odessa: Astroprint, 2nd ed, 608 p.
3. Ershova ON, Totskiy VN, Toptikov VA, Lavreniuk TI, Kovtun OA (2016) "Antioxidant status of rapana tissues under stress caused by copper ion " ["Antioksidantniy status tkaney rapani v usloviyah stressa, vizvannogo ionami medi"], Bulletin ONU, Biology, V 21, 2 (39), pp. 11-21.
4. Zaytsev YuP, Aleksandrov BG, Minicheva GG (2006) North-western part of the Black Sea: biology and ecology [Severo-zapadnaya chast Chornogo morya: biologiya i ekologiya], Kiev: Scientific thought, 701 p.
5. Kenya MV, Lukash AI, Gussykov EP (1993) "The role of low molecular weight antioxidants in oxidative stress" ["Rol nizkomolekulyarnyh antioksidantov pri okislitel'nom stresse"], Successes of modern biology, V113, pp. 456-470.
6. Prohorova MI (1982) Methods of biochemical researchs (lipid and energy metabolism) [Metody biokhicheskikh issledovaniy (lipidniy i energeticheskiiy obmen)], L: Publishing House of Leningrad University Press, 271 p.
7. Misyeko GN, Bezmaternih DM, Tushkova GI (2001) Biological analysis of the quality of fresh waters [Biologicheskiiy analiz kachestva presnih vod], Barnaul: Publishing house AGU, 201p.

8. Ogorodnikova AA, Veydeman EL, Silina E.I, Nigmatulina LV (1997) "The impact of onshore sources of pollution on biological resources of Peter's Great Bay (Sea of Japan)" ["Vozdeystvie beregovih istochnikov zagriazneniya na bioresursi zaliva Petra Velikogo (Yaponskoe more)"], News TINRO, V122, pp. 430-450.
9. Ostroumov SA, Donkin P, Staff F (1997) "Inhibition of anionic surfactant capacity of mussel *Mytilus edulis* to filter and purify sea water" ["Ingibirovanie anionnym poverhnostno-aktivnym veshchestvom sposobnosti midiy *Mytilus edulis* filtrovat i ochischat morskuyu vodu"], Vestnik. Mosk. Univ. Ser. 16 Biology, № 2. pp. 30-35.
10. Stalynaya D.I., Garishvili T.G. (1977) "Method of malondialdehyde via thiobarbituric acid determination" ["Metod opredeleniya malonovogo dialdegida s pomoshchyu tiobarbiturovoy kisloti"] Sat. Modern methods in biochemistry, M: Medicine, pp. 66-68.
11. Totskiy VN, Ershova ON, Toptikov VA, Kovtun OA, Dragoeva AG, Lavrenyuk TI (2013) "Status of the antioxidant system in representatives of *Rapana venosa* (VALENCIENNES, 1846) living in different waters of the Odessa Bay (Black Sea)" ["Sostoyanie antioksidantnoy sistemy u predstaviteley *Rapana venosa* (VALENCIENNES, 1846), obitayushchih v raznih akvatoriyah Odesskogo zaliva (Chornoe more)"] Vestnik ONU, Biologiya, V18, 1 (30), pp. 7-19.
12. Tyurin AN (1994) The action of the metal ions and detergents on the development of hitons [Deystvie ionov metallov i detergentov na razvitie hitonov], Vladivostok, 22 c.
13. Chuhrin VD (1970) Functional morphology of rapana [Funktsionalnaya morfologiya rapani], K: Scientific thought, 138 p.
14. Bogolyubova SA (1997) Ecology: Tutorial [Ecologiya: Uchebnoe posobie], M: Knowledge, 288 p.
15. Lowe D (1995) "Lisosomal membrane impairment in blood cells of *Perna viridis*: An invitro marker of contaminant induced damage". Res. Bull. Phuket Mar. Biol. Cent, V60, P. 79-82.
16. Sunila I (1987) "Histopathological effects of environmental pollutants on the common mussel, *Mytilus edulis* L. (Baltic Sea), and their application in marine monitoring", Ph. D. Thesis, Dept. Zool., Div. Physiol., Univ. Helsinki. 73 pp.
17. Thebault MT, Rafflin JP, Picado AM (2000) "Coordinated changes of adenylate energy charge and ATP/ADP: use in ecotoxicology studies", Ecotoxicol. Environ. Saf. 46, P. 23-28.