

УДК 594.3(477.74)(262.5)

В. Н. Тоцкий, д.б.н., профессор,**О. Н. Ершова**, к.б.н., старший научный сотрудник,**В. А. Топтиков**, к.б.н., старший научный сотрудник,**О. А. Ковтун**, к.б.н., доцент,**А. Г. Драгоева**, младший научный сотрудник,**Т. И. Лавренюк**, младший научный сотрудник

Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова,

ул. Дворянская 2, Одесса, 65082, Украина, e-mail: ershova_ok@mail.ru

**СОСТОЯНИЕ АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ У
ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ *RAPANA VENOSA* (VALENCIENNES, 1846),
ОБИТАЮЩИХ В РАЗНЫХ АКВАТОРИЯХ ОДЕССКОГО ЗАЛИВА
(ЧЕРНОЕ МОРЕ)**

Изучали состояние антиоксидантной системы у самцов и самок интродуцента Черного моря брюхоногого моллюска *Rapana venosa*, обитающего в двух разных акваториях Одесского залива. Одна из акваторий отличается более выраженной изменчивостью качества воды (соленостью, содержанием химических загрязнителей и т. п.) из-за наличия в ее зоне ливневого коллектора. Другая — характеризуется отсутствием поблизости промышленных и коммунально-хозяйственных сооружений и отличается более стабильной экологической ситуацией. В пищеводной (лейбейновской) железе рапан определяли активность супероксиддисмутазы (СОД), каталазы, глутатионпероксидазы (ГП), глутатионредуктазы (ГР) и содержание восстановленного глутатиона (GSH). Степень окислительного повреждения биополимеров оценивали по уровню содержания малонового диальдегида (МДА). У исследуемых рапан не нашли половых различий по содержанию МДА — интегрального показателя перекисного окисления липидов (ПОЛ), содержанию GSH и активности антиоксидантных ферментов, за исключением каталазы и СОД. Содержание МДА и активность СОД в пищеводной железе рапан, собранных в районе коллектора, были более высокими, а содержание GSH и активность ГП — более низкими, чем у рапан, обитающих в относительно чистом районе. Сделан вывод о высоком адаптационном потенциале *R. venosa* и о важности изучения роли генетических и экологических факторов в дифференцированном проявлении некоторых реакций адаптации у рапан разных акваторий Черного моря.

Ключевые слова: Черное море, Одесский залив, *Rapana venosa*, инвазийный вид, адаптация, антиоксидантная система.

Прибрежные акватории Черного моря постоянно подвергаются влиянию природных и антропогенных загрязнений, которые приводят к негативным изменениям. В экологических исследованиях с возрастающей интенсивностью разрабатываются новые экспресс-методы, основанные на анализе тонких биохимических изменений, происходящих в организме на ранних стадиях воздействия неблагоприятных факторов среды. В последние годы установлено, что многие обитатели Черного моря выявляют столь высокую чувствительность к неблагоприятным факторам, что могут служить тест-объектами при экологическом мониторинге [5, 11]. В противоположность этому многие виды растений и животных характеризуются высокой устойчивостью к загрязнениям окружающей среды и, несмотря

на усугубляющуюся экологическую обстановку, интенсивно размножаются даже в ущерб другим видам [8, 20]. Именно такая ситуация, по-видимому, сложилась в связи с появлением в Черном море интродуцента-хищника – брюхоногого моллюска *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846). Последний успешно акклиматизировался в Черном море, что привело к сокращению численности некоторых двустворчатых моллюсков [12]. Можно полагать, что *R. venosa* обладает эффективными биохимическими механизмами защиты и выживания, в частности, мощной антиоксидантной системой, что обеспечивает этому виду высокую степень адаптивности и выживаемости. К сожалению, особенности метаболических процессов у рапаны изучены очень мало.

Известно, что для моллюсков и других водных беспозвоночных характерны периодические перестройки метаболизма, индуцируемые биотическими и абиотическими факторами (температура, соленость, доступность кислорода, химические загрязнения и другое) [6]. В результате сдвигов в функционировании биохимических регуляторных систем, сопровождающихся, как правило, активацией процессов генерирования активных форм кислорода (АФК), либо снижением уровня антиоксидантной активности, возрастает опасность развития окислительного стресса. Адаптации гидробионтов способствует их высокий полиморфизм, а также хорошо развитая антиоксидантная система, которая может служить индикатором физиологического состояния морских организмов [7]. Некоторые свойства антиоксидантной системы морских обитателей изучены на примере пелагических, придонно-пелагических рыб [3, 15] и двустворчатых моллюсков [4, 9], в то время как брюхоногие моллюски, в том числе *R. venosa*, в этом отношении практически не изучены. Единичные исследования, проведенные на рапане, посвящены морфологическим и филогенетическим аспектам этого животного, а не состоянию метаболизма [19, 22, 23]. Целью настоящих исследований было изучение отдельных показателей антиоксидантной системы у самцов и самок брюхоногого моллюска *R. venosa*, обитающего в двух разных акваториях Одесского залива, отличающихся экологическими параметрами.

Материалы и методы исследования

Определяли активность ряда антиоксидантных ферментов – СОД, каталазы, ГП, ГР а также содержание GSH и МДА у самцов и самок моллюска. Исследовали особей, обитающих в двух прибрежных акваториях, отдаленных друг от друга на расстоянии 7 км (рис. 1). Одна из акваторий примыкает к территории гидробиологической станции Одесского национального университета имени И. И. Мечникова (экологические условия удовлетворительные и довольно стабильные), другая – находится под воздействием стока ливневого коллектора (соленость и химический состав воды этого участка моря периодически существенно изменяются). Моллюсков собирали на каменных субстратах с глубины от 5 до 10 метров. Площадь сбора моллюсков составляла около 100 м² для каждой акватории.

Для биохимического анализа использовали ткани пищеводной (лейблейновской) железы половозрелых самцов и самок, периодически вылавливаемых в осенний период 2012 года. Высота раковин собранных моллюсков колебалась в пределах 70–80 мм, что соответствует половозрелым особям 4–5 лет. Образцы тканей хранили в морозильной камере (–18 °С). Гомогенаты готовили согласно [14].

Размеры выборок для определения биохимических параметров колебались от 7 до 15 рапан.

Активность СОД измеряли по степени ингибирования аутоокисления адреналина в щелочной среде путем спектрофотометрической регистрации оптической плотности при 347 нм [16]. Каталазную активность гомогенатов оценивали спектрофотометрически по снижению светопоглощения перекиси водорода при 240 нм в реакционной среде (50 мМ калий-фосфатный буфер, рН 7,0; 10 мМ H_2O_2 , экстракт ткани) в течение 5 мин. [21]. Активность GSH-пероксидазы определяли при наличии в среде H_2O_2 в качестве субстрата. Интенсивность образования GSSG оценивали по динамике изменения оптической плотности при 430 нм. При этом использовали среду, содержащую 50 мМ калий-фосфатный буфер рН 7,0; 0,85 мМ GSH, 0,3 мМ H_2O_2 , 3 мМ NaN_3 , 0,15 мМ НАДФН и 1 мМ ЭДТА [13]. ГР-активность измеряли по скорости окисления НАДФН в реакционной среде следующего состава: 100 мМ К-Na-фосфатный буфер, рН 6,6; 0,075 мМ глутатион окисленный, 0,06 мМ НАДФН, тканевой экстракт. Реакцию инициировали окисленным глутатионом. Убыль НАДФН регистрировали по падению оптической плотности при 340 нм через 5 мин инкубации. Расчет активности производили согласно [14].

Содержание МДА в экстрактах пищеводной железы определяли с помощью тиобарбитуровой кислоты [17], 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.

Результаты исследования и их обсуждение

Известно, что даже при нормальном течении процессов жизнедеятельности в клетках наблюдается определенный уровень ПОЛ, индуцируемый образованием АФК. Содержание последних в тканях определяется соотношением функциональной активности про- и антиоксидантных систем клетки. Интенсификация свободнорадикальных процессов приводит к стимулированию функции антиоксидантных механизмов, которые ослабляют негативное влияние активных форм кислорода и препятствуют окислительной деструкции биологических структур.

СОД и каталаза являются важнейшими компонентами ферментной составляющей системы антиоксидантной защиты, обезвреживающими активные формы кислорода – супероксидный радикал анион (O_2^-) и пероксид водорода (H_2O_2), которые появляются на первых этапах свободнорадикального окисления. От

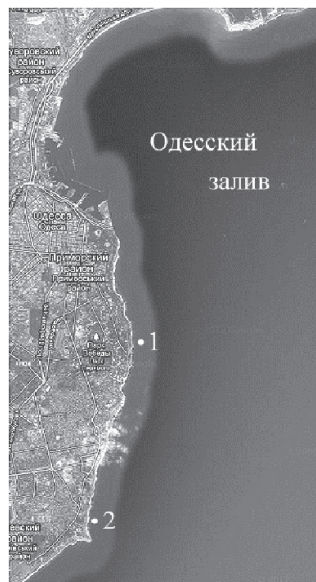


Рис. 1. Карта-схема Одесского залива с точками отбора проб (1 – район Гидробиологической станции, 2 – 16 ст. Б. Фонтана, ливневый коллектор).

активности упомянутых ферментов зависит дальнейшее развитие процесса ПОЛ в организме [18].

Активность СОД в пищеводной железе самцов и самок, собранных в районе нахождения коллектора, была соответственно в 2 и в 2,5 раза выше ($p < 0,01$) по сравнению с активностью данного фермента у рапан, выловленных в районе биостанции (рис. 2а). Это свидетельствует об усилении генерации АФК, в том числе супероксидного радикала аниона (O_2^-) в организме моллюсков, обитающих в зоне коллектора. Повышение активности СОД, вероятно, связано с необходимостью эффективной утилизации возрастающих количеств $\cdot O_2^-$, образующихся в этом случае. По уровню активности СОД половые различия были выявлены только у рапан, выловленных в районе биостанции. Так, у самцов из этой акватории активность СОД была в 1,5 раза ($p < 0,05$) выше, чем у самок.

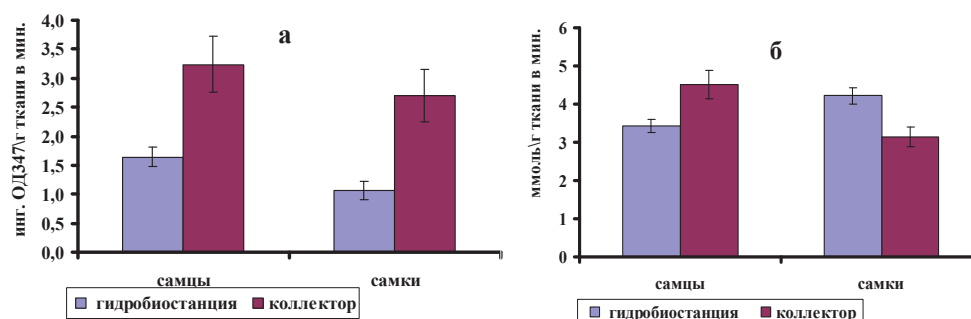


Рис. 2. Содержание супероксиддисмутазы (а) и каталазы (б) в пищеводной железе *Rapana venosa*

Половые различия наблюдались также по активности каталазы. Как и для СОД, специфика половых различий по активности каталазы зависела от места обитания моллюсков. В пищеводной железе рапан, собранных в районе биостанции, она была в 1,2 раза ($p < 0,01$) выше у самок, тогда как у рапан, выловленных в районе коллектора, активность каталазы была в 1,4 раза ($p < 0,01$) выше у самцов (рис. 2б). Следует отметить, что при наличии указанных половых различий активность каталазы в общей выборке у особей разных акваторий была практически одинаковой.

Не менее важным ферментом антиоксидантной системы, контролирующим в клетке уровень H_2O_2 , выступает ГП. Половых различий по данному показателю у исследуемых рапан обнаружено не было. В целом у моллюсков, собранных в районе коллектора, активность ГП в 1,2 раза ($p < 0,01$) ниже у самцов и в 1,3 раза ($p < 0,01$) у самок по сравнению с аналогичными показателями рапан из района биостанции (рис. 3а).

Глутатионредуктаза регулирует соотношение восстановленного и окисленного глутатиона в клетке и тем самым взаимодействие в них прооксидантной и антиоксидантной систем. Активность ГР в лейблейновской железе мужских и женских особей, выловленных в районе биостанции, была одинаковой и составила соответственно $1,04 \pm 0,03$ и $1,08 \pm 0,02$ мкмоль НАДФН/мин.г ткани. У особей из акватории, содержащей коллектор, ГР-активность была на том же уровне (рис. 3б). Половых различий по данному показателю у моллюсков, выловленных в двух разных участках Одесского залива, обнаружено не было.

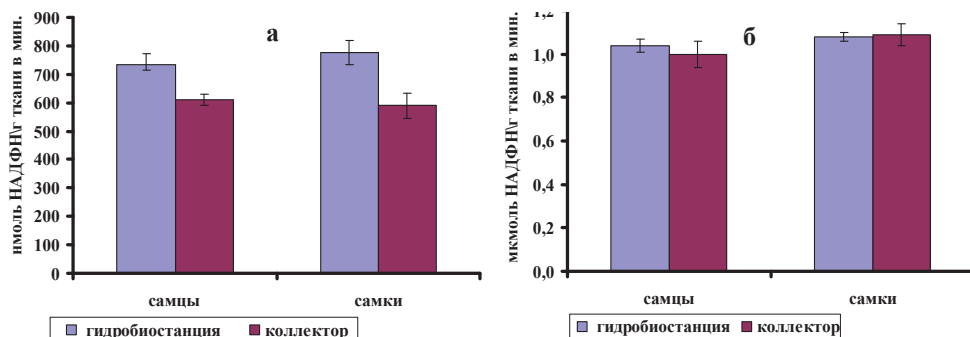


Рис. 3. Активность глутатионпероксидазы (а) и глутатионредуктазы (б) в пищеводной железе *Rapana venosa*

GSH, уровень которого определяли в качестве одного из показателей состояния антиоксидантной системы, 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 [10]. Содержание GSH (рис. 4а) в пищеводной железе мужских и женских особей рапаны, выловленных в районе биостанции, составило соответственно $1,30 \pm 0,04$ и $1,20 \pm 0,05$ ммоль/г ткани, а у рапан, собранных в районе коллектора, этот показатель у самцов оказался сниженным примерно на 20 % ($p < 0,02$), в то время как у самок никаких различий не отмечалось. Снижение уровня GSH у самцов, обитающих в более изменчивых условиях среды (периодические стоки больших объемов загрязненных пресных вод), и отсутствие аналогичных изменений у самок той же акватории может указывать на более выраженный гомеостаз антиоксидантной системы у женских особей рапаны по сравнению с самцами.

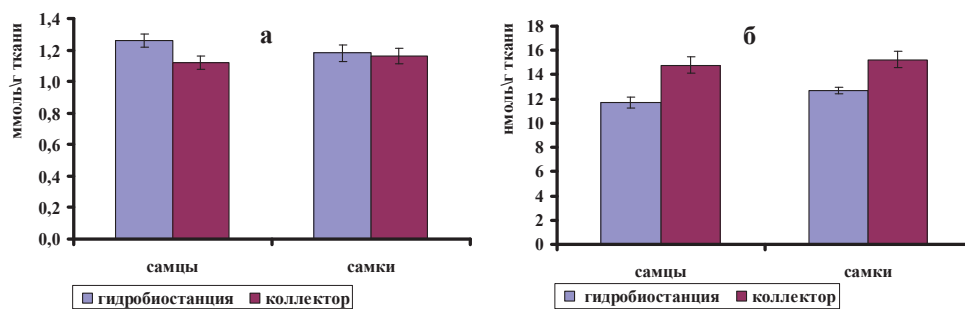


Рис. 4. Содержание восстановленного глутатиона (а) и малонового диальдегида (б) в пищеводной железе *Rapana venosa*

Одной из быстрых реакций организма на изменение условий окружающей среды является повышение концентрации свободных радикалов и активация ПОЛ, вследствие чего сдвигается равновесие между прооксидантной и антиоксидантной

системами, что, в свою очередь, активизирует механизмы регуляции гомеостаза этих систем [1]

Определение МДА, одного из конечных продуктов ПОЛ, позволяет судить об интегральном состоянии прооксидантной и антиоксидантной систем. Как видно (рис. 4б), содержание МДА в лейблейновской железе у самцов, выловленных в районе биостанции, составляло $11,70 \pm 0,46$ нмоль/г ткани. У самок этот показатель достигал значения $12,70 \pm 0,26$ нмоль/г ткани, что практически не отличалось от аналогичных показателей мужских особей. Количество МДА в пищеводной железе у рапан, выловленных в районе коллектора, в среднем увеличивалось на 20–26 % ($p < 0,001$), что может являться следствием более интенсивных свободно-радикальных процессов, вызванных быстро изменяющимися условиями обитания этих моллюсков.

Таким образом, результаты исследований свидетельствуют о том, что в условиях высокой лабильности окружающей среды (акватория с ливневым коллектором) у исследуемых рапан возрастает уровень МДА в лейблейновской железе, изменяются показатели антиоксидантного гомеостаза (возрастает СОД, падает активность ГП и др.). Содержание GSH у рапан из акватории зоны коллектора снижается только у самцов. Вместе с тем активности ГР и каталазы в общих выборках рапан, выловленных в исследуемых акваториях Черного моря, не выявляли существенных различий. В то же время отмечались половые различия в активности каталазы у рапан, выловленных как в районе биостанции, так и в районе ливневого коллектора, а по активности СОД – только в районе гидробиостанции. Анализируя данные по активности каталазы, ГП, содержанию GSH, МДА и другим показателям исследуемых животных, можно прийти к заключению, что *R. venosa* обладает довольно мощной антиоксидантной системой, позволяющей этому моллюску хорошо адаптироваться и проявлять высокую инвазивность.

Состояние антиоксидантной системы у *R. venosa* отражает, с одной стороны, высокие адаптационные возможности этого вида, а с другой – влияние на жизнеспособность моллюска условий его обитания. Следует подчеркнуть, что выявленные нами особенности показателей антиоксидантной системы у рапан разных акваторий могут быть объяснены не только влиянием экологических факторов, но и, возможно, некоторыми генетическими различиями особей из разных акваторий моря. Изучение вклада наследственной и модификационной изменчивости в процесс адаптации особей *R. venosa* к условиям обитания в разных акваториях Черного моря представляет собой актуальную задачу дальнейших исследований.

Выводы

1. У всех представителей вида *R. venosa*, обитающих в акватории, примыкающей к ливневому коллектору, изменяются некоторые показатели про-/антиоксидантного гомеостаза (возрастает содержание МДА, активность СОД, снижается активность ГП и др.). Активность ГР у рапан из сравниваемых акваторий не различается.

2. У рапан исследуемых акваторий наблюдаются достоверные половые различия по активности каталазы, СОД и содержанию GSH. При этом половые различия по уровню СОД выявлены только у рапан, выловленных в зоне гидробиостанции.

3. Представители *R. venosa* Черного моря обладают достаточно эффективной антиоксидантной системой, что объясняет их высокий адаптационный потенциал. Генетические и модификационные составляющие этого потенциала еще предстоит исследовать.

Список использованной литературы

1. Барабой В. А. Механизмы стресса и перекисное окисление липидов / В. А. Барабой // Успехи соврем. биол. – 1991. – Т. 111, вып. 6. – С. 923–932.
2. Горячковский А. М. Клиническая биохимия. 2-е изд. / А. М. Горячковский. – О.: Астропринт, 1998. – 608 с.
3. Гостюхина О. Л. Антиоксидантный комплекс камбалы-калкана *Psetta maxima maeutica* как индикатор физиологического состояния организма: тканевые особенности / Гостюхина О. Л., Головина И. В., Вахтина Т. Б. // Морской экологический журнал. – 2010. – Т. 9, № 3. – С. 15–22.
4. Гханнам Х. Э. Исследование состояния антиоксидантной системы двустворчатых моллюсков *Unio pictorum* в экспериментальных условиях / Х. Э. Гханнам // Естественные науки. – 2011. – № 3 (36). – С. 110–114.
5. Довженко Н. В. Биохимические показатели окислительного стресса как индикаторы антропогенного загрязнения водных экосистем / Довженко Н. В., Кавун В. Я., Бельчева Н. Н., Челомин В. П. // Океанологические исследования. Сборник статей по материалам конференции молодых ученых Тихоокеанского океанологического института им. В. И. Ильичева ДВО РАН. Владивосток. – Дальнаука. – 2001. – С. 291–296.
6. Довженко Н. В. Реакция антиоксидантной системы в процессе адаптации двустворчатых моллюсков к антропогенному загрязнению / Довженко Н. В., Бельчева Н. Н., Столетняя А. В., Кавун В. Я., Челомин В. П. // Тихоокеанский океанологический институт ДВО РАН (Владивосток). – Современные проблемы физиологии и биохимии водных организмов: Мат. междунар. конф. 6-9 сентября 2004. – Петрозаводск. – 2004. – С. 41.
7. Довженко Н. В. Роль антиоксидантной системы в выживании моллюска *Anadara broughtonii* в условиях аноксии // «Scientific articles. Ecology 2006». – 2006. – Р. 11–18.
8. Иванов Д. А. Трансформация биоценозов Керченского пролива после вселения хищного моллюска *Rapana thomasiana* и двустворчатых *Mya arenaria* и *Cunearca cornea* / Д. А. Иванов, И. А. Синегуб // Современные проблемы экологии Азово-черноморского региона. Материалы III Международной конференции (10-11 октября 2007 г.), Керчь – 2008. – С. 45–46.
9. Истомина А. А. Раздельное и совместное действие недостатка кислорода и меди на антиоксидантную систему *Littorina mandshurica* / А. А. Истомина, Н. В. Довженко, Н. Н. Бельчева, В. П. Челомин // Вестник МГОУ, Серия: «Естественные науки». – 2011. – № 1. – С. 17–21.
10. 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.
11. Коничев А. С. Ферменты как биохимические маркеры загрязнения воды / А. С. Коничев, А. П. Попов, П. В. Филков, И. Л. Цветков // Приложение к вестнику МГУ. Серия «Естественные науки: география, экология, экономика: актуальные проблемы науки и образования. – М.: изд-во МГОУ. – 2005. – С. 151–153.
12. Куракин А. П. Интенсивность потребления мидий рапаной *Rapana venosa* в северо-западной части Черного моря / А. П. Куракин, И. А. Говорин // Гидробиологич. журн. – 2011. – Т. 47, № 4. – С. 15–22.
13. Ланкин В. З. Возрастание изменения глутатион-S-трансферазной и глутатионпероксидазной активности цитозоля печени крыс / Ланкин В. З., Тихадзе А. К., Ковалевская А. Л., Лемешко В. В., Вихерг А. М. // ДАН СССР. – 1981. – Т. 261, № 6. – С. 1467–1470.
14. Методы биохимических исследований (липидный и энергетический обмен) / Учеб. пособие под ред. М. И. Прохоровой. – Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1982. – 271 с.
15. Руднева И. И. Эколого-физиологические особенности антиоксидантной системы рыб и процессов ПОЛ // Успехи современной биологии. – 2003. – 123, № 4. – С. 391–400.

16. Сирота Т. В. Новый подход в исследовании процесса автоокисления адреналина и использование его для измерения активности супероксиддисмутазы / Т. В. Сирота // Вопросы мед. химии. – 1999. – № 3. – С. 263–273.
17. 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.
18. Чеснокова Н. П. Молекулярно-клеточные механизмы инактивации свободных радикалов в биологических системах / Н. П. Чеснокова, Е. В. Понукалина, М. Н. Бизенкова // Успехи современного естествознания. – 2006. – № 7. – С. 29–36.
19. Chandler E. A. Genetically monomorphic invasive populations of the rapa whelk, *Rapana venosa* / E. A. Chandler, J. R. McDowell, J. E. Graver // Molecular Ecology. – 2008. – № 17 – P. 4079–4091.
20. Mann R. Salinity tolerance of larval *Rapana venosa*: implications for dispersal and establishment of an invading predatory gastropod on the north American Atlantic coast / R. Mann, J. M. Harding // Biol. Bull. – 2003. – Vol. 204. – P. 96–103.
21. Murlund S. Normal Cu, Zn superoxidodismutase, Mn- SOD, catalase and glutathione peroxidase in werner's syndrome / S. Murlund, J. Nordenson, O. Back // J. Gerontol. – 1981. – Vol. 36, № 4. – P. 405–409.
22. Shanmei Zou. Additional gene data and increased sampling give new insights into the phylogenetic relationships of Neogastropoda, within the ctenogastropod phylogenetic framework / Shanmei Zou., Qi Li., Lingfeng Kong // Molecular phylogenetics and evolution. – 2011. – № 61. – P. 425–435.
23. Shanmei Zou. Multigen barcoding and phylogeny of geographically widespread muricids (Gastropoda: Neogastropoda) along the coast of China / Shanmei Zou, Qi Li, Lingfeng Kong // Mar. Biotechnol. – 2012. – Vol. 14. – P. 21–34.

**В. М. Тоцький, О. М. Єршова, В. А. Топтиков, О. О. Ковтун, О. Г. Драгосва,
Т. І. Лавренюк**

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), ЩО МЕШКАЮТЬ В РІЗНИХ АКВАТОРІЯХ ОДЕСЬКОЇ ЗАТОКИ (ЧОРНЕ МОРЕ)

Резюме

Вивчали стан антиоксидантної системи у самців і самок інтродуцента Чорного моря червоного молоска *Rapana venosa*, що мешкає в двох різних акваторіях Одеської затоки. Одна з акваторій відрізняється більш вираженою мінливістю якості води (солоністю, вмістом хімічних забруднень тощо) через наявність у її зоні зливно-спускного колектора. Інша – характеризується відсутністю поблизу промислових і комунальних споруд і відрізняється більш стабільною екологічною ситуацією. У стравохідній (лейблейновській) залозі рапан визначали активність супероксиддисмутаз (СОД), каталази, глутатіонпероксидази (ГП), глутатіонредуктази (ГР) і вміст відновленого глутатіону (GSH). Ступінь окиснювального пошкодження біополімерів оцінювали за рівнем вмісту малонового діальдегіду (МДА). У досліджуваних рапан не знайшли статевих відмінностей за вмістом МДА – інтегрального показника перекисного окиснення ліпідів (ПОЛ), вмістом GSH і активністю антиоксидантних ферментів, за винятком каталази та СОД. Вміст МДА і активність СОД у стравохідній залозі рапан, зібраних у районі колектора, були вищими, а вміст GSH і активність ГП – нижчими, ніж у рапан, що мешкають у

відносно чистому районі. Зроблено висновок про високий адаптаційний потенціал *R. venosa* і про важливість вивчення ролі генетичних і екологічних чинників в диференційному прояві деяких реакцій адаптації у рапан різних акваторій Чорного моря.

Ключові слова: Чорне море, Одеська затока, *Rapana venosa*, інвазійний вид, адаптація, антиоксидантна система

**V. N. Totsky, O. N. Ershova, V. A. Toptikov, O. A. Kovtun, A. G. Dragoeva,
T. I. Lavrenyuk**

Odesa National Mechnykov University, Department of Genetics and Molecular Biology,
2, Dvoryanskaya str., Odesa 65082, Ukraine, e-mail: ershova_ok@mail.ru

ANTIOXIDANT SYSTEM OF *RAPANA VENOSA* (VALENCIENNES, 1846) REPRESENTATIVES, THE INHABITANTS OF DIFFERENT WATER AREAS OF THE ODESSA BAY (THE BLACK SEA)

Summary

Have been studied the antioxidant system in males and females of the introduced species of the Black Sea gastropod *Rapana venosa*, dwelling in two different water areas of the Odesa bay. One of the zone distinguishes from another more expressed periodic storm sewer variation in water quality (salinity, degree, chemical pollutants, etc.) due to the presence in its area. Another have characterized by a lack of nearby industrial facilities and municipal and has more stable environmental situation. In esophageal (leybleynov) rapan gland there were determined activity of superoxide dismutase (SOD), catalase, glutathione peroxidase (GP), glutathione reductase (GR) and the content of reduced glutathione (GSH). The degree of oxidative damage of biopolymers evaluated by the level of malondialdehyde (MDA). We haven't found any gender differences in investigated rapanas in content of MDA – the integral index of lipid peroxidation (LPO), the content of GSH and the activity of antioxidant enzymes, except catalase and SOD. MDA content and SOD activity in the esophageal gland of rapan collected in the reservoir as higher, and the content of GSH and the activity of GP – lower than rapan living in more cleaning area. It is concluded that high adaptive capacity of *R. venosa* and the importance of studying the role of genetic and environmental factors in the differential display of some rapan adaptation reactions in different areas of the Black Sea.

Key words: the Black Sea, the Odesa Bay, *Rapana venosa*, invasive species, adaptation, antioxidant system.

Стаття надійшла до редакції 20.03.2013.