

УДК 597.5.591.11

**ОСОБЕННОСТИ ОБМЕНА ФОСФОРА В ТКАНЯХ МИДИЙ
(ГЕПАТОПАНКРЕАС, ЖАБРЫ, НОГА) *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* LAM
ИЗ РАЗНЫХ АКВАТОРИЙ**

Залевская И. Н., Джаппарова Э. С.

*Институт биохимических технологий, экологии и фармации (структурное подразделение)
ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь,
Республика Крым, Россия
E-mail: kamio_sad@mail.ru*

Исследованы количественные показатели неорганического фосфора и общего белка в тканях мидий *Mytilus galloprovincialis* Lam из разных акваторий. Установлена тканевая специфика исследованных параметров, показано, что количество неорганического фосфора уменьшается в ряду гепатопанкреас→ жабры→ нога у мидий обеих акваторий. Количество общего белка, уменьшается в том же направлении. Обе морфы не имеют достоверных различий по содержанию неорганического фосфора в ноге, достоверные различия установлены в жабрах и гепатопанкреасе, что может свидетельствовать о разности протекания процессов адаптации этих органов у черной и коричневой морфы в одинаковых условиях. Установлено, что мидии из бухты Александровской, подвергающейся большей антропогенной нагрузке, содержат существенно меньше количества белка, чем мидии акватории косы Беляус Черноморского побережья, являющаяся условно чистой. В условиях большей антропогенной нагрузки у черной морфы мидий процессы расходования белка на катаболизм идут интенсивнее по сравнению с коричневой морфой.

Ключевые слова: неорганический фосфор, гепатопанкреас, антропогенная нагрузка, катаболизм.

ВВЕДЕНИЕ

Фосфор попадает внутрь клетки в виде неорганического фосфата в результате активного переноса. Оказавшись в клетке, он включается в различные органические соединения и в конденсированные неорганические фосфаты (полифосфаты), которые в чрезмерном количестве оказывают канцерогенное действие, нарушается минеральный обмен, что характеризуется задержкой в организме избытка неорганических фосфатов [1]. Наибольший урон морским сообществам наносят соединения фосфора, поступающие с бытовыми и промышленными стоками, а также ливневыми водами, которые смывают с полей удобрения [2]. В последнее время возросли объемы поступающего фосфора, так как его соединения содержатся в моющих средствах [3, 4]. Содержание общего белка в сыворотке является одним из главных показателей физиологического состояния организма животного в целом [5–7]. На этом основании, целью работы являлось определение содержания количества неорганического фосфора и количества общего белка в органах мидий гепатопанкреас, жабры, нога двух цветовых морф из акваторий с разной степенью

антропогенной нагрузки. Полученные данные могут быть использованы в качестве дополнительных показателей при комплексном изучении влияния антропогенного загрязнения акваторий Черного моря.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для приготовления гомогената 1 мг тканей мидии растирали в фарфоровой ступке. Переносили в колбу, добавляя 1 мл 0.9 % натрия хлорида, центрифугировали, получая экстракт.

Для количественного определения содержания неорганического фосфора в сыворотке мидии спектрофотометрическим методом без депротеинизации использовали набор «ФН – ОЛЬВЕКС». Метод основан на способности фосфат-ионов образовывать в кислой среде в присутствии детергента с молибдатом аммония фосфорномолибденовый комплекс, оптическая плотность которого при длине волны 340 нм пропорциональна концентрации неорганического фосфора в исследуемом образце. Смешивали необходимое количество реагента № 1 и № 2 в соотношении 100:1, получая рабочий реагент.

В пробирку с опытной пробой добавляли 0,02 мл экстракта и 2,0 рабочего реагента. В пробирку с контрольной пробой – 0,02 мл дистиллированной воды и 2,0 рабочего реагента. В калибровочную пробу добавляли 2,0 рабочего реагента и 0,02 калибратора. Пробы тщательно перемешивали и выдерживали в течении 5 минут при комнатной температуре +18–25 °С. Измеряли оптическую плотность опытной и калибровочной проб против контрольной пробы при длине волны 340 нм на спектрофотометре «СФ-56» в кювете с длиной оптического пути 1,0 см.

Для количественного определения содержания общего белка в сыворотке мидии биуретовым методом использовали набор реагентов «БЕЛОК-ОЛЬВЕКС» . Белок образует окрашенный комплекс с ионами меди в щелочной среде. Интенсивность окраски реакционной среды пропорциональна концентрации общего белка в пробе и измеряется фотометрически при длине волны 540 нм.

В пробирку с опытной пробой добавляли 0,1 мл экстракта и 5,0 рабочего реагента. В пробирку с контрольной пробой – 0,1 мл дистиллированной воды и 5,0 рабочего реагента. В калибровочную пробу добавляли 5,0 рабочего реагента и 0,1 калибратора. Пробы тщательно перемешивали и инкубировали при комнатной температуре +(18–25) °С в течении 30 минут. Измеряли оптическую плотность опытной пробы и калибровочной проб против контрольной пробы при длине волны 540 нм на спектрофотометре «СФ-56». Полученные экспериментальные данные обработаны с использованием пакета статистических программ Microsoft Excel. Сравнение средних показателей производили с помощью стандартных методов вариационной статистики. Различия в показателях считали статистически значимыми при уровне $p \leq 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе проведенной работы было установлено содержание неорганического фосфора в тканях мидий разных цветовых морф, обитающих в бухте Александровская и акватории косы Беляус.

Таблица 1
Содержание неорганического фосфора в тканях мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam. коричневой и черной морфы в пределах каждой акватории (n=15)

Наименование акватории	Бухта Александровская			Акватория косы Беляус		
	Геп	Жабры	Нога	Геп	Жабры	Нога
Коричневая	6,4±0,3	3,9±0,2	1,3±0,1	2,9±0,3	2,5±0,2	1,2±0,2
Черная	4,7±0,2	2,7±0,3	1,0±0,1	1,8±0,2	1,3±0,1	0,9±0,1
Р	Р<0,01	Р <0,01	н/д	Р <0,01	Р <0,001	н/д

Примечание: Геп – Гепатопанкреас

Как видно в таблице 1 содержание неорганического фосфора у мидии коричневой и черной морфы бухты Александровская достоверно различаются в жабрах и гепатопанкреасе, в то время как достоверных различий в ноге не выявлено. Коричневая морфа мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam. содержит в жабрах в 1,4 раз больше неорганического фосфора, чем мидии черной морфы, гепатопанкреас соответственно в 1,37 больше.

Из представленных данных по акватории косы Беляус, видно, что количество неорганического фосфора в тканях ноги не имеют достоверных различий. Достоверные различия выявлены в жабрах и гепатопанкреасе. Коричневая морфа содержит в 1,9 раза больше неорганического фосфора в жабрах, чем мидия черной морфы.

Известно, что в популяции мидии *M. Galloprovincialis* Lam наблюдается полиморфизм по цвету раковины [8]. Увеличение количества мидий с раковиной черного цвета рассматривают как физиологический отклик моллюсков на изменение окружающей среды [9]. До сих пор отсутствуют какие-либо сведения о накоплении макро- и микроэлементов, относящихся к разным цветовым морфам.

Мы предполагали, что показатели коричневых и черных морф будут достоверно различаться во всех органах, однако, полученные нами данные, не подтверждают это.

Вероятно, цветовой полиморфизм является откликом моллюсков на изменение окружающей среды, которые можно зафиксировать с помощью других показателей, например, по продуктам перекисного окисления липидов, количеством тяжелых

металлов и другие. Однако, достоверная разница показателей в тканях жаберного аппарата и гепатопанкреасе дает основание предположить, что мидии коричневой морфы способны изначально получить большее количество фосфора при фильтрации воды.

Таблица 2

Сравнение количественного содержания неорганического фосфора в органах мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam. коричневой и черной морфы между акваториями (n=15)

Морфа	Коричневая морфа			Черная морфа		
	Геп	жабры	нога	Геп	Жабры	Нога
Наименование акватории						
Бухта Александровская	6,4±0,7	3,9±0,4	1,3±0,1	4,7±0,3	2,8±0,3	1,0±0,1
Акватория косы Беляус	2,9±0,5	2,5±0,3	1,2±0,1	1,9± 0,2	1,3±0,1	0,9±0,1
P	P <0,01	P <0,01	н/д	P <0,001	P <0,01	н/д

Примечание: Геп – Гепатопанкреас

Из проведенной нами сравнительной характеристики содержания неорганического фосфора коричневой морфы разных акваторий, видны достоверные различия в гепатопанкреасе и жабрах обеих морф. В ноге достоверных различий у черной и коричневой морфы выявлено не было.

Для черной морфы из разных акваторий характерны достоверные различия так же в гепатопанкреасе и жабрах, в ноге достоверных различий выявлено не было.

Стоит заметить, что содержание неорганического фосфора значительно меньше у мидии акватории косы Беляус, по сравнению с мидиями из бухты Александровская. Гепатопанкреас – в 2.2 раз для коричневой морфы и в 2.5 раза для черной морфы. Жабры – 1.6 для коричневой морфы и в 2.1 раз для черной морфы. Количественные показатели в ноге обеих морф близко к единице.

Подводя итог, можно сделать вывод, что мидии коричневой и черной морфы из бухты Александровской акватории г. Севастополя испытывали большую количественную нагрузку фосфора. Это может быть связано с высокой интенсивностью антропогенной нагрузки, в отличие от акватории косы Беляус, которая является условно чистой.

Как видно в таблице 3, содержание общего белка коричневой морфы достоверно различается с черной морфой из бухты Александровской во всех исследуемых органах. Это может быть связано с тем, что мидии черной морфы в условиях повышенной антропогенной нагрузки используют больше белков на катаболизм в условиях адаптации, по сравнению с коричневой.

Таблица 3

Содержание общего белка в органах мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam. коричневой и черной морф в пределах каждой акватории (n=15)

Наименование акватории	Бухта Александровская			Акватория косы Беляус		
	Геп	Жабры	Нога	Геп	Жабры	Нога
Коричневая	24,0±0,8	11,6±0,6	6,3±0,5	35,9±0,7	16,96±0,5	10,1±0,5
Черная	18,9±0,7	9,9±0,4	4,6±0,4	34,8±0,7	13,9±0,7	9,2±0,5
Р	P<0,001	P<0,05	P<0,01	н/д	P<0,01	н/д

Примечание: Геп – Гепатопанкреас

В акватории косы Беляус, выявлены достоверные различия между черной и коричневой морфой только в жабрах, в ноге и гепатопанкреасе различия не достоверны. Мидии черной и коричневой морфы, не испытывая сильной антропогенной нагрузки расходуют белки примерно одинаково, до того, как подвергнутся высокому уровню окислительного стресса.

Таблица 4

Сравнение количественного содержания общего белка в органах мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam. коричневой и черной морфы между акваториями (n=15)

Морфа	Коричневая морфа			Черная морфа		
	Геп	Жабры	Нога	Геп	Жабры	Нога
Бухта Александровская	24,0±0,8	11,6±0,6	6,3±0,5	18,9±0,7	9,9±0,4	4,6±0,4
Акватория косы Беляус	35,9±0,7	16,9±0,6	10,1±0,5	34,9±0,7	13,9±0,7	9,2±0,5
Р	P<0,001	P<0,001	P<0,001	P<0,001	P<0,001	P<0,01

В приведенных данных, видно, что показатели общего белка коричневой морфы мидии акватории косы Беляус достоверно различаются во всех исследуемых тканях по сравнению с бухтой Александровской.

Исходя из таблицы 4, можно отметить, что показатели общего белка черной морфы мидии акватории косы Беляус так же достоверно различаются во всех исследуемых тканях.

Гепатопанкреас моллюсков представляет собой орган, совмещающий функции поджелудочной железы и печени, активно расщепляющий и запасаящий углеводы, белки, жиры [10]. Эти метаболические ресурсы интенсивно используются во время стрессов разной природы, в том числе и в анаэробных условиях. На начальных этапах аноксии и голодания именно гепатопанкреас мидии выступает донором аминокислот для процессов биосинтеза и энергетического обеспечения тканей [11].

Общий белок в крови представляет собой суммарное содержание всех видов белков, циркулирующих в сыворотке. Содержание белка и его фракций в сыворотке крови наиболее часто используется в качестве индикатора общего состояния моллюска [12, 13]. Значительные потери белка могут быть связаны со снижением жизнестойкости и сопровождаться гибелью мидии. Низкие значения указывают на истощение животных.

Повышенные концентрации фосфора меняют окислительные процессы в различных компонентах клетки и повышает потребность организма к кислороду [14]. В условиях повышенных концентраций сточных вод и прочих загрязнителей происходит внутриклеточное перераспределение белков в тканях, и связано с усилением роли защитных белкой γ -глобулиновой фракции. Главная функция белков – это сохранение гомеостаза организма за счет участия в различных биохимических процессах [15]. Снижение уровня общего белка связано с усиленным катаболизмом белков при гипоксии. Исходя из этого, можно сделать вывод, что мидии из бухты Александровской сильнее подвержены гипоксии и испытывают больший окислительный стресс.

В дальнейшем полученные данные могут быть использованы в мониторинговых программах при комплексном изучении влияния антропогенной нагрузки на акватории Черного моря.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Установлена тканевая специфика исследуемых параметров. Количество неорганического фосфора уменьшается в ряду гепатопанкреас → жабры → нога у мидий обеих акваторий. Количество общего белка так же уменьшается в ряду гепатопанкреас → жабры → нога.

Установлено достоверное повышение количественных показателей неорганического фосфора у мидий из бухты Александровская акватории города Севастополя по сравнению с акваторией косы Беляус Черноморского побережья.

Показано, что коричневая и черная морфа не имеют достоверных различий в содержании неорганического фосфора в ноге, достоверные различия установлены в жабрах и гепатопанкреасе, что может свидетельствовать о разности протекания процессов адаптации этих органов у черной и коричневый морфы при одинаковой антропогенной нагрузке акватории.

Доказано, что в условиях большей антропогенной нагрузки у черной морффы мидий процессы расщепления белка на катаболизм идут интенсивнее по сравнению с коричневой морфой.

Работа выполнена в рамках реализации проекта Программы развития ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского» на 2015–2024 годы: «Разработка новой междисциплинарной модульной магистерской программы «Биотехнология, биохимия и биоинформатика». Технологическим оборудованием для отработки методов служили: спектрофотометр СФ-56 и центрифуга Вортекс Комбиспин 2400.

Список литературы

1. Айвазова Л. Е. О растворимости фосфатов в морской воде. // Исследования по теоретической и прикладной химии моря. / Айвазова Л. Е., Федосов М. В. – М., «Наука», 1972. – 209 с.
2. Меньшикова Е. Б. Антиоксиданты и ингибиторы радикальных окислительных процессов / Меньшикова Е. Б., Зенков Н. К. // Успехи современной биологии. 1993. – Т. 113, № 4. – С. 442–455.
3. Podgurskaya O. V. Cd distribution among subcellular fractions and cytoplasmic proteins of the digestive gland and kidney of the mussel *Crenomytilus grayanus* from upwelling regions / Podgurskaya O. V., Kavun V. Ya. // Marine environment: nature, communication and business, Vladivostok, Russia, June 2, 2003: International conference – Pusan: Korea Maritime University, 2003. – P. 31–32.
4. Гостюхина О. Л. Сравнительное исследование антиоксидантного комплекса тканей черноморских моллюсков: *Mytilus galloprovincialis*, *Anadara inaequalis* и *Crassostrea gigas* / Гостюхина О. Л., Головина И. В. // Гидробиологический журнал. – 2013. – Т. 49, № 1. – С. 82–90
5. Довженко Н. В. Реакция антиоксидантной системы двустворчатых моллюсков на воздействие повреждающих факторов среды: Автореф. дис. канд. биол. наук. / Довженко Н. В. – Владивосток, 2006. – С. 223–225.
6. Алякринская И. О. Биохимические предпосылки высокой выживаемости мидий / И. О. Алякринская // Промысловые двустворчатые моллюски-мидии и их роль в экосистемах. – Л., 1979. – С. 12–13.
7. Вержбинская Н. А. Тканевой окислительный обмен мидий и его сезонные изменения / Вержбинская Н. А., Шапиро А. З. // В кн.: Физиология и биохимия беспозвоночных. – Л.: Наука, 1968. – С. 233–342.
8. Hourdez St. Molecular and functional adaptations in deep-sea hemoglobins / Hourdez St., Weber R. E. // Journal of Inorganic Biochemistry. – 2005. – Vol. 99. – P. 130–141.
9. Виноградова З. А. Материалы по биологии черноморских моллюсков / Виноградова З. А. // Тр. Карадаг. биол. станции. – 1950. – Вып. 9. – С. 100–158.
10. Ревков Н. К. Рост и размножение *Mytilaster lineatus* у Крымского побережья Черного моря / Ревков Н. К. // Рациональное использование ресурсов моря – важный вклад в реализацию продовольственной программы : Материалы конф., Севастополь, 10–11 дек. 1984 г. – Севастополь, 1984. – Ч. 2. – С. 268–275.
11. Каржевич А. Ф. Влияние дефицита кислорода на выживание и рост черноморских моллюсков – аутоакклиматизантов Азовского моря / А. Ф. Каржевич, С. Ч. Спичак // Промысловые двустворчатые моллюски – мидии и их роль в экосистемах. – Л., 1979. – С. 60–62.
12. Newkirk G. F. Genetics of shell color in *Mytilus edulis* L. and the association of growth rate with shell color. / Newkirk G. F. // J. Exp. Mar. Biol. Ecol. – 1980. – 47, № 1. – P. 89–94.
13. Лукьянова О. Н. Молекулярные биомаркеры энергетического метаболизма мидий при антропогенном загрязнении залива Петра Великого Японского моря / Лукьянова О. Н. // Экология. – 2006. – № 3. – С. 227–231.
14. Столбова Н. Г. Генетический полиморфизм мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam. у берегов Крыма / Столбова Н. Г., Ладыгина Л. В. // Цитология и генетика. – 1994. – 28, № 2. – С. 62–66
15. Sahin C. The Benthic Exotic Species of the Black Sea: Blood Cockle (*Anadara inaequalis*, Bruguiere, 1789: Bivalve) and Rapa Whelk (*Rapana thomasiana*, Crosse, 1861: Mollusc) / Sahin C., Emiral H.,

Okumuş I., Gozler A. M., Kalayci F., Hacimurtezaoglu N. // Journal of Animal and Veterinary Advances. – 2009. – Vol. 8(2). – P. 240–245.

**FEATURES OF PHOSPHORUS METABOLISM IN THE TISSUES OF MUSSELS
(HEPATOPANCREAS, GILLS, LEG) MYTILUS GALLOPROVINCIALIS LAM
FROM DIFFERENT WATER AREAS**

Zalevskaya I. N., Dzhaparova E. S.

*Institute of Biochemical Technologies, Ecology and Pharmacy (structural unit) of the Crimean
Federal University named after V. I. Vernadsky, Simferopol, Republic of Crimea, Russia
E-mail: kamio_sad@mail.ru*

The quantitative indicators of inorganic phosphorus and the abundant protein in the tissues of the mussels *Mytilus galloprovincialis* Lam from different water areas were studied. A tissue feature of the studied parameters was found, showing that the amount of inorganic phosphorus decreases in the order of hepatopancreas → gills → leg in mussels occupying water areas. The amount of common proteins increasing in the same volume. A significant increase in the amount of inorganic phosphorus in the mussel bays of the Aleksandrovskaya water area of the city of Sevastopol was established in comparison with the water area of the Belyaus Spit.

Both morphs are not pronounced in terms of the content of inorganic phosphorus in the hepatopancreas and legs, revealing differences in liver diseases, which may manifest themselves in the difference in the development of the gill apparatus and the brown morph under related conditions. It has been established that mussels from Aleksandrovskaya Bay, which is subjected to a greater anthropogenic load, significantly reduce the amount of protein than mussels from the water area of the Belyaus Spit on the Black Sea coast, being conditionally conditional. Under conditions of a greater anthropogenic load in severe morphic diseases of mussels, protein catabolism is more intense compared to the brown morph.

Based on the results of our work, it can be assumed that increased phosphorus concentrations change the oxidative processes in various cell components and increase the body's production of oxygen. Under conditions of elevated concentrations of wastewater and light pollutants, intracellular redistribution of proteins in tissues occurs, and this may be due to the presence of the characteristic protein γ -globulin. The main function of proteins is to maintain the body's homeostasis by participating in various biochemical processes.

Total protein in the blood is the sum total of all types of proteins circulating in the serum. The content of protein and its fractions in the blood serum is most often used as an indicator of the general condition of the mollusk. Significant protein losses are accompanied by obesity of hardiness and are accompanied by the death of mussels. Low residual values on records. Reducing the level of the overall probability of the probability associated with enhanced catabolism of the protein during hypoxia. Because of this, it can

be concluded that mussels from Alexandrovskaya Bay are much stronger than hypoxia and are subject to significant oxidative stress.

The data obtained were used as additional indicators in a comprehensive study of anthropogenic pollution of the Black Sea water areas.

Keywords: inorganic phosphorus, hepatopancreas, anthropogenic load, catabolism.

References

1. Aivazova L. E., Fedosov M. V. On the solubility of phosphates in seawater, *Research on theoretical and applied chemistry of the sea*, 209 p. (M., "Science", 1972).
2. Menshikova E. B., Zenkov N. K. Antioxidants and inhibitors of radical oxidative processes, *Successes of modern biology*, **113**, **4**, 442 (1993).
3. Podgurskaya O. V., Kavun V. Ya. *Cd distribution among subcellular fractions and cytoplasmic proteins of the digestive gland and kidneys of the mussel Crenomytilus grayanus from the upwelling regions*, Marine environment: nature, communication and business, Vladivostok, Russia, June 2, 2003: International Conference, 31-32. (Busan: Korean Maritime University, 2003).
4. Gostyukhina L., Golovina V. Comparative study of the antioxidant complex of tissues of Black Sea mollusks: mussels *Mytilus galloprovincialis*, *Crassostrea Anadara inaequalis* and *Gigas*, *Hydrobiological Journal*, **49**, **1**, 82 (2013).
5. Dovzhenko N. V. *Reaction of the antioxidant system of bivalves to the effects of damaging environmental factors*: Abstract of the dissertation of the Candidate. biol. Sciences, 223 (Vladivostok, 2006).
6. Alyakrinskaya I. O. Biochemical prerequisites for high survival of mussels, *Commercial bivalve mollusks-mussels and their role in ecosystems*, 12 (L., 1979).
7. Verzhbinskaya N. A., Shapiro A. Z. Tissue oxidative metabolism of mussels and its seasonal changes, *In: Physiology and biochemistry of invertebrates*, 233 (L.: Nauka, 1968).
8. Khurdez S., Weber R. E. Molecular and functional adaptations in deep-sea hemoglobins, *Journal of Inorganic Biochemistry*, **99**, 130 (2005).
9. Vinogradova Z. A. *Materials on biology of Black Sea mollusks*, Tr. Karadag. biol. Stations, **9**, 100 (1950).
10. Revkov N. K. *Growth and reproduction of Mytilaster lineatus near the Crimean coast of the Black Sea*, Rational use of sea resources – an important contribution to the implementation of the food program : Materials conf., 268-275 (Sevastopol, 1984).
11. Karzhevich A. F., Spichak S. Ch. *The influence of oxygen deficiency on the survival and growth of the Black Sea autoacclimatizant mollusks of the Sea of Azov*, Commercial bivalve mollusks – mussels and their role in ecosystems, 60 (L., 1979).
12. Newkirk G. F. Genetics of shell coloration in *Mytilus edulis* L. and the relationship of growth rate with shell coloration, *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **47**, **1**, 89 (1980).
13. Lukyanova O. N. Molecular biomarkers of energy metabolism of mussels under anthropogenic pollution hall. Peter the Great of the Sea of Japan, *Ecology*, **3**, 227 (2006).
14. Stolbova N. G., Ladygina L. V. Genetic polymorphism of the mussel *Mytilus galloprovincialis* Lam. off the coast of Crimea, *Cytology and genetics*, **28**, **2**, 62 (1994).
15. Sahin S., Emiral H., Okumush I., Gozler A. M., Kalaichi F., Gadzhimurtezaoglu N. Benthic exotic species of the Black Sea: Bloody mollusk (*Anadara inaequalis*, Bruguiere, 1789: Bivalve mollusk) and *Rapana* mollusk (*Rapana thomasiana*, Crosse, 1861: Mollusk), *Journal of achievements of animal husbandry and veterinary*, **8**(2), 240 (2009).