

(R-статистика=0,437 при уровне значимости 0,1%). Статистически достоверные различия в структуре комплексов цист в донных отложениях различного типа обнаружены между черными илами и песчаными грунтами (R-статистика=0,608 при уровне значимости 0,1%), и между таксоценами, выявленными в грунтах на глубине более 20 м и в диапазоне 2–5 м (R-статистика=1,0 при уровне значимости 0,1 %).

Выводы

В донных отложениях Одесского и Тендровского регионов обнаружены цисты динофлагеллят, способных к массовому размножению, что свидетельствует о потенциальной возможности возникновения “цветения” воды, вызванного, в том числе, и токсичными видами.

1. *Никонова С.Е.* Сравнительный анализ структуры таксоценологических комплексов цист динофитовых водорослей Одесского региона / С.Е. Никонова // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – 2008. – Вып. 17. – С. 362–370.
2. *Matsuoka K.* Technical guide for modern dinoflagellate cyst study / Matsuoka K., Fukuyo Y.. – WESTRAC-NAB/WESTRAC/IOC, 2000. – 187 p.
3. *Orlova T.Yu.* Dinoflagellate Cysts in Recent marine Sediments from the East Coast of Russia / T.Yu. Orlova, T. Morozova, K.E. Gribble [et al.] // Botanica Marina. – 2004. – N47. – P. 184–201.
4. *Warwick R.M.* Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation / Warwick R.M., Clarke K.R. – Natural Environment Research Council: UK, 1994. – 144 p.

С.Е. Никонова

Одеська філія Інституту біології південних морів НАН України

ЦИСТИ ДІНОФІТОВИХ ВОДОРОСТЕЙ ОДЕСЬКОГО ТА ТЕНДРІВСЬКОГО РЕГІОНІВ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ ЧОРНОГО МОРЯ

Цисти дінофітових водоростей у донних відкладеннях Одеського і Тендрівського регіонів були представлені 19 таксонами, що відносяться до 5 родин, 6 родів. Виявлення цист потенційно токсичних видів дінофлагеллят, а також видів, здатних ініціювати шкідливі “цвітіння”, свідчить про несприятливий екологічний стан.

Ключові слова: дінофітові водорості, цисти, Чорне море, токсичні види

S. Ye. Nikonova

Odesa Branch A.O. Kovalevsky Institute of Biology of Southern Seas NAS of Ukraine

THE DINOFLAGELLATES CYSTS OF ODESSA AND TENDRA REGIONS OF THE NORTH-WESTERN PART OF THE BLACK SEA

The dinoflagellates cysts in the sediments of Odessa and Tendra regions were presented by 19 taxa belonging to 5 families and 6 genera. Occurrence of dinoflagellate cysts of potentially toxic species, and also species capable to initiate the harmful algal bloom, says about the unfavorable environmental conditions.

Key words: dinoflagellates, cysts, Black Sea, toxic kinds

УДК 597.2/5:612.22:591.1:577.12

Н.В. НОВИЦКАЯ, А.А. СОЛДАТОВ

Институт биологии южных морей НАН Украины
пр-т Нахимова 2, Севастополь 99011

МОРФО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭРИТРОИДНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ГЕМОЛИМФЫ ANADARA INAEQUIVALVIS В УСЛОВИЯХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ АНОКСИИ

В условиях экспериментальной аноксии в гемолимфе анадары отмечали набухание (свелинг) и лизис значительной части эритроидных элементов. Разрушению подвергались преимущественно

клетки более поздних генераций. На этом фоне происходило увеличение линейных и объемных характеристик эритроцитов и их ядер.

Ключевые слова: моллюски, аноксия, гемолимфа, эритроидные элементы

Представители рода двустворчатых моллюсков *Anadara* отличаются повышенной устойчивостью к экстремальным формам гипоксии и аноксии [6]. Они способны обходиться без кислорода в течение 15-ти и более суток [5]. Гемолимфа этих животных содержит эритроцитарный гемоглобин и имеет высокую кислородную емкость, что отличает ее от других видов двустворок [4, 9]. В раковине выявлен значительный ресурс свободного D-аспартата, который вовлечен в анаэробный обмен [7]. В условиях анаэробноза моллюск направленно реорганизует тканевой метаболизм, активно вовлекая белковые субстраты в процессы регенерации макроэргов [3].

В настоящей работе рассматривается реакция эритроидных элементов гемолимфы *Anadara inaequivalvis* Bruguiere на экспериментальную аноксию в условиях *in vivo*.

Материал и методы исследований

Экспериментальная часть работы выполнена на специально разработанном стенде, который позволяет поддерживать заданную температуру и концентрацию кислорода в воде. В камеру объемом 13,5 дм³ помещали 30 особей анадары (длина раковины 30–33 см). Содержание кислорода в воде снижали в течение 2,5–3,0 часов с 8,5–8,7 до 0 мг/дм³ прокачиванием N₂. Контроль за величиной PO₂ осуществляли потенциометрически. Температура воды поддерживали на уровне 20±1°C. Фотопериод – 12 часов день : 12 часов ночь. Экспозиция – 3-е суток. Контрольная группа моллюсков содержалась в аналогичных условиях при концентрации кислорода в воде 8,5–8,7 мг/дм³ (95–97% насыщения). Ежедневно в опыте и контроле производили полную смену воды в емкостях для удаления метаболитов.

Образцы гемолимфы получали из экстрапалиарного пространства при помощи шприца. Клетки трижды отмывали в изотоническом NaCl (3500 об. мин⁻¹, 15 минут). Затем изготавливали мазок, который окрашивали по комбинированному методу Пашенгейма. На мазке при помощи окуляр-микрометра измеряли большой и малый диаметры клеток (C₁, C₂) и ядер (N₁, N₂). Увеличение – 1500×. Объем выборки – 100 клеток на мазок. По формуле эллипсоида вращения рассчитывали объем ядра (V_n).

В гемолимфе определяли концентрацию гемоглобина при помощи гемиглобинцианидного метода, количество эритроидных форм подсчитывали в камере Горяева, гематокрит оценивали путем центрифугирования (3500 об. мин⁻¹, 15 мин.) в специальном гематокритном роторе [1]. На основании полученных значений рассчитывали эритроцитарные индексы: среднеклеточное содержание и концентрацию гемоглобина – MCH и MCHC соответственно и среднеклеточный объем – MCV [1]. Используя значения V_n и MCV определяли ядерно-плазматический индекс – V_n/MCV.

Результаты представлены как $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$. Сравнение анализ проводили при помощи t-критерия Стьюдента. О нормальности распределения судили по сопоставлению среднеарифметической величины и моды.

Результаты исследований и их обсуждение

Концентрация гемоглобина, число эритроцитов и гематокрит у контрольной группы моллюсков составляли соответственно 21,1±3,1 г/дм³, 53,5±12,8 (10³) клеток мкл⁻¹, 4,79±1,07%. В условиях экспериментальной аноксии они не претерпевали существенных изменений. Отмечалась лишь некоторая тенденция понижения значений первых двух показателей и рост последнего. Однако различия не были статистически выражены.

Расчет эритроцитарных индексов, проведенный на основе гематологических характеристик гемолимфы анадары, напротив, показал наличие выраженных изменений (рис. 1). Среднеклеточный объем (MCV) увеличился на 18,4% (p<0,01) и составил 1085±70 мкм³. Это происходило на фоне снижения MCHC при сохранении значений MCH. Такое соотношение показателей предполагает набухание клеток (свелинг). Ранее его отмечали у эритроцитов рыб в условиях внешней гипоксии [2, 10]. Процесс обусловлен трансмембранным обменом Na⁺/H⁺, который индуцируется повышением концентрации катехоламинов в крови и предполагает гидратацию цитоплазмы клетки [8]. По-видимому, эта последовательность событий и реализуется в эритроидных элементах гемолимфы анадары. Это подтверждает также анализ цитометрических характеристик.

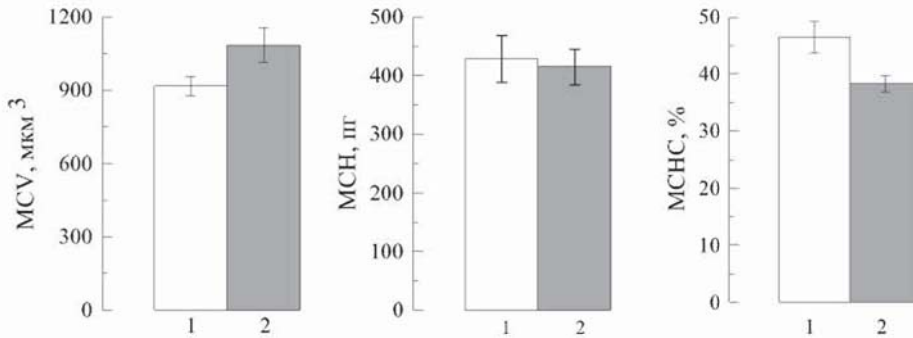


Рис. 1. Значения эритроцитарных индексов для эритроидных элементов гемолимфы анадары в условиях нормоксии (1) и аноксии (2)

Эритроидные элементы гемолимфы моллюска имеют слегка эллипсоидную форму. Большой (C_1) и малый (C_2) диаметры клетки у контрольной группы особей составили $11,3 \pm 0,3$ и $10,2 \pm 0,3$ мкм соответственно. Цитоплазма ацидофильная, что отражает присутствие гемоглобина. Клетки содержат ядро. Оно небольшое и также имеет эллипсоидную форму. Продольные (N_1) и поперечные (N_2) размеры этой структуры соответствуют $3,79 \pm 0,09$ и $3,09 \pm 0,11$ мкм. Содержимое ядра компактное с высококонцентрированным хроматином, цвет резко базофильный, что свидетельствует о низкой функциональной активности данной структуры. Объем ядра (V_n), рассчитанный по формуле эллипсоида вращения, составил $19,3 \pm 1,9$ мкм³.

Аноксия сопровождалась ростом линейных размеров клеток красной крови и их ядер. Продольное и поперечное сечение эритроцитов (C_1 , C_2) увеличивалось соответственно на 5,5% и 8,0% ($p < 0,05$) относительно контрольной группы животных. Клетки становились более округлыми. Разница $C_1 - C_2$ уменьшалась на 18,3% ($p < 0,05$). Параллельно увеличивались и линейные размеры клеточных ядер (N_1 , N_2) на 3–8%. Особенно был заметен рост объема ядра – 22,5% ($p < 0,05$). Увеличение размеров данной структуры было пропорционально росту объема клетки (табл. 1). Ядерно-плазматический индекс V_n/MCV не изменялся.

Таблица 1

Морфо-метрические особенности эритроидных элементов анадары в условиях экспериментальной аноксии

Показатели	Условия эксперимента	
	Нормоксия	Аноксия
MCV, μm^3	916,6 ± 40,4	1085,1 ± 69,8
V_n , μm^3	21,2 ± 1,7	26,2 ± 0,8
V_n/V_n	0,023 ± 0,002	0,024 ± 0,002
Число зерен, шт.	21,8 ± 0,7	29,8 ± 0,6
Поврежденные клетки, %	13,3 ± 2,1	56,3 ± 5,0

Свелинг сопровождался лизисом значительной части эритроидных элементов в гемолимфе моллюсков. Количество эритроцитарных теней на мазках повышалось в 4,5 раза ($p < 0,001$) и достигало $56,3 \pm 5,0\%$ от общего числа клеток (табл. 1). Разрушению подвергались, по-видимому, старые клетки. Об этом свидетельствовал относительный рост количества базофильных зерен в цитоплазме клеток, что характерно для эритроидных элементов ранних генераций.

Выводы

В условиях внешней аноксии в гемолимфе анадары отмечали набухание (свелинг) и лизис значительной части эритроидных элементов. Разрушению подвергались преимущественно клетки более поздних генераций. На этом фоне происходило увеличение линейных и объемных характеристик эритроцитов и их ядер.

1. Золотницкая Р.П. Методы гематологических исследований / Лабораторные методы исследования в клинике (справочник) / Р.П. Золотницкая. – М.: Медицина, 1987. – С. 106–148.
2. Парфенова И.А. Эритрограмма циркулирующей крови скорпены в условиях экспериментальной гипоксии / Парфенова И.А., Солдатов А.А. // Морск. экол. журн. – 2005. – Т. 4, № 2. – С. 59–67.

3. Солдатов А.А. Тканевая специфика метаболизма у двусторчатого моллюска *Anadara inaequalis* Вг. в условиях экспериментальной аноксии / А.А. Солдатов, Т.И. Андреевко, И.В. Сысоева, А.А. Сысоев // Журн. эволюц. биохим. и физиол. – 2009. – Т. 45, № 3. – С. 284–289.
4. Chiancone E. Dimeric and tetrameric hemoglobins from the bivalves *S. inaequalis* / E. Chiancone, P. Vecchini, D. Verzili, F. Ascoli // J. Mol. Biol. – 1981. – N 152. – P. 577–592.
5. De Zwaan A. Anoxic survival potential of bivalves: (arte) facts / A. de Zwaan, M.F. Babarro Jose, M. Monarib, O. Cattani // Comp. Biochem. Physiol. Part A: Mol. & Integr. Physiol. – 2002. – Vol. 131, N 3. – P. 615–624.
6. Differential survival of *Venus gallina* and *Scapharca inaequalis* during anoxic stress: Covalent modification of phosphofructokinase and glycogen phosphorylase during anoxia / S.P.J. Brooks [et al.] // J. Comp. Physiol. B. – 1991. – Vol. 161, N 2. – P. 207–212.
7. Larade K. Reversible suppression of protein synthesis in concert with polysome disaggregation during anoxia exposure in *Littorina littorea* / Larade K., Storey K.B. // Mol. Cell. Biochem. – 2002. – Vol. 232, N 1–2. – P. 121–127.
8. Perry S.F. The effects of endogenous of exogenous catecholamines on blood respiratory status during acute hypoxia in rainbow trout / S.F. Perry, S. Thomas // J. Comp. Physiol. – 1991. – Vol. 161B. – P. 489–497.
9. Phuc T.H. Biological characters and technique of oyster *Anadara granosa* culture at Tra Vinh coast water // Fisheries review. – 1997. – N 6. – P. 7–9.
10. Plante S. Hypoxia tolerance in Atlantic cod / S. Plante, D. Chabot, J. Dutil // J. Fish Biol. – 1998. – Vol. 53, N 6. – P. 1342–1356.

Н.В. Новіцька, О.О. Солдатов

Інститут біології південних морів НАН України, Севастополь

МОРФО-ФУНКЦІОНАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЕРИТРОЇДНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ГЕМОЛІМФИ *ANADARA INAEQUALIS* В УМОВАХ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ АНОКСІЇ

В умовах експериментальної аноксії в гемолімфі анадари відзначали набрякання (свелінг) і лізис значної частини еритроїдних елементів. Руйнуванню піддавалися переважно клітини пізніших генерацій. На цьому тлі відбувалося збільшення лінійних і об'ємних характеристик еритроцитів і їхніх ядер.

Ключові слова: молюски, аноксія, гемолімфа, еритроїдні елементи

N.V. Novitskaya, O.O. Soldatov

Institute of Biology of the Southern Seas of NAS of Ukraine, Sevastopol

MORFO-FUNCTIONAL DESCRIPTIONS OF ERYTHROID ELEMENTS HEMOLYMPH OF *ANADARA INAEQUALIS* IN THE CONDITIONS OF EXPERIMENTAL ANOXIA

Swelling and lysis of hemolymph erythroid elements of *Anadara inaequalis* were observed under experimental anoxia conditions. Mainly late generation cells was destroyed. It's accompanied by increase of geometrical parameters of erythrocytes and their nucleuses.

Key words: mussel, anoxia, hemolymph, erythroid elements

УДК [574.5: 628.357] [252.5]

Т.С. ОСАДЧА¹, С.В. АЛЬОМОВ¹, О.Г. МИРОНОВ¹, В.Б. УШІВЦЕВ²,
Н.Б. ВОДОВСЬКИЙ²

¹Інститут біології південних морів НАН України
пр-т Нахімова, 2, Севастополь 99011

²Каспійська філія Інституту океанології РАН
вул. Юрія Селенського, 13, Астрахань 851, Росія

ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНИХ ТЕХНІКО-БІОЛОГІЧНИХ МОДУЛІВ ДЛЯ ОЗДОРОВЛЕННЯ ПРИБЕРЕЖНИХ РАЙОНІВ ЧОРНОГО ТА КАСПІЙСЬКОГО МОРІВ

У роботі проаналізовано результати використання різних техніко-біологічних модулів для поліпшення загальної екологічної обстановки в прибережних зонах ("гідробіологічна система" – Севастополь; "штучний риф" – Астрахань).

Ключові слова: прибережна акваторія, екологічний стан, санація