УДК 582.252(262.5)

С.Е. НИКОНОВА

Одесский филиал Института биологии южных морей НАН Украины
ул. Пушкинская, 37, Одесса, 65125 Украина

ЦИСТЫ ДИНОФИТОВЫХ ВОДОРОСЛЕЙ ОДЕССКОГО И ТЕНДРОВСКОГО РЕГИОНОВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ

Цисты динофитовых водорослей в донных осадках Одесского и Тендровского регионов были представлены 19 таксонами, относящимися к 5 семействам, 6 родам. Обнаружение цист потенциально токсичных видов динофлагеллят, а также видов, способных инициировать «цветения» воды, свидетельствует о неблагоприятной экологической обстановке.

Ключевые слова: динофитовые водоросли, цисты, Черное море, токсичные виды

Во всем мире особый интерес вызывают исследования водорослей, находящихся в состоянии покоя. В донных отложениях постоянно содержится большой "фонд" цист и спор, которые прорастают при благоприятных условиях. Роль покоящихся стадий микроводорослей в формировании видового разнообразия и в возникновении «цветений» воды изучена недостаточно. Специальные исследования, посвященные видовому богатству и распределению цист водорослей в северо–западной части Черного моря, начаты сравнительно недавно [1].

Цель настоящей работы – исследовать видовой состав и распределение численности цист динофитовых водорослей, в том числе потенциально-токсичных и вызывающих "цветение" воды видов в изучаемых регионах.

Материал и методы исследований

Исследования цист динофлагеллят проводили в Одесском (участок прибрежной акватории, заключенной между устьями Сухого и Малого Аджалыкского лиманов) и Тендровском (глубоководная часть Тендровского залива с примыкающим к нему Ягорлыцким заливом и районом Одесской банки) регионах. Пробы собраны в августе–сентябре 2007 г. на 36 станциях: в Одесском регионе 17, Одесской банке – 4, Тендровском заливе – 6, Ягорлыцком – 9 проб.

Донные отложения отбирали дночерпателем Петерсена площадью захвата 0,1 м^2, для исследования брали верхний двухсантиметровый слой. К 5 г пробы добавляли 50 мл стерильной морской воды, фильтровали через ряд сит (планктонный газ 90 мкм и 20 мкм), затем проводили подсчет и идентификацию организмов. Численность цист выражали в экземплярах на 1 грамм сухого веса донных отложений. Для идентификации объектов использовали работы K. Matsuoka [2] и Т.Ю. Орловой [3].

Полученные данные обрабатывали с использованием пакета программ многомерного статистического анализа PRIMER V. 5.2.8 [4].

Результаты исследований и их обсуждение

Выявлены цисты 19 таксонов динофитовых водорослей, относящихся к 5 семействам, 6 родам (*Scrippsiella, Protoperidinium, Lingulodinium, Gymnodinium, Alexandrium, Ensiculifera*), 4 таксона не были идентифицированы.

В Одесском регионе грунты представлены различным типом донных отложений: пески, ракуша, черный и серый ил. В ходе исследований в донных отложениях Одесского региона зарегистрировано максимальное число видов (18) и максимальная численность цист (до 13500 экз.·г$^{-1}$). В таксономическом составе преобладали, главным образом, виды родов *Protoperidinium* и *Scrippsiella* (по 4 вида).

На станциях с глубинами до 15 м донные отложения представлены в основном ракушей и песками. На этих станциях обнаружены цисты 14 таксонов, количество видов на станциях варьировало от 2 до 5 (в среднем, 3,9±1,3), численность – от 150 экз.·г$^{-1}$ до 3150 экз.·г$^{-1}$ (в среднем, 1050±960 экз.·г$^{-1}$). На станциях, расположенных на глубинах более 15 м, где грунты преимущественно илистые, выявлены цисты 18 таксонов. На этих станциях отмечено от 6 до 10 видов (в среднем 8,1±1,1), что в 2 раза больше, чем на станциях с песчаными грунтами. В илах численность цист варьировала от 2600 экз.·г$^{-1}$ до 13500 экз.·г$^{-1}$ (в среднем, 7900±3800 экз.·г$^{-1}$), что в среднем почти в 8 раз больше, чем на станциях с песчаными грунтами и ракушей. Индекс

Шеннона в Одесском регионе в среднем составил 2,192±0,23 бит. Сходство станций по таксономическому составу и численности 23,09% (индекс Брей-Куртиса). Индикационные таксоны, которые обуславливали сходство и определяли особенности структуры таксоцена (суммарный вклад в среднее внутрикомплексное сходство станций около 90%) в районе Одесского региона были *Scrippsiella trochoidea* (Stein) Balech, 1988 (относительный вклад в среднее сезонное внутрикомплексное сходство составил S_i=63,21%, частота встречаемости 100%), *Lingulodinium polyedrum* (Stein) Dodge, 1989 (S_i=14,60%, частота встречаемости 53%), *Protoperidinium conicoides* (Pauls.) Balech, 1973 и *Alexandrium* sp. 1 (S_i=5,60% и S_i=5,00%, частота встречаемости 65% и 59% соответственно).

Тендровский регион. В районе Одесской банки в донных отложениях, представленных ракушей и песком, выявлены цисты 6 таксонов водорослей. Численность цист была очень низкой – от 50 до 100 экз. $г^{-1}$ сухого грунта, в среднем, 80±22 экз. $г^{-1}$. Исключение – станция, расположенная недалеко от канала, соединяющего Тилигульский лиман с морем, где численность цист в 5 раз превышала среднюю для этого района (490 экз. $г^{-1}$). Индекс Шеннона в районе Одесской банки 1,486±0,19 бит. Сходство станций по таксономическому составу и численности – 29,72 %. Индикационными таксонами были *S. trochoidea* (относительный вклад в среднее сезонное внутрикомплексное сходство S_i=71,87 %, частота встречаемости 100 %), *Scrippsiella* sp. 1 и *Alexandrium* sp. 1 (S_i=12,06% и S_i=8,08%, частота встречаемости по 50 %).

Тендровский залив. В глубоководной западной части залива, сообщающейся с морем, грунты представлены илами, ракушечником и песками. Обнаружили цисты 10 видов динофлагеллят. Распределение численности неравномерно – от 100 экз. $г^{-1}$ до 3000 экз. $г^{-1}$, в среднем 1100±501 экз. $г^{-1}$ сухого грунта. Как и в Одесском регионе, высокие показатели численности отмечены на станциях с илистыми донными отложениями – 2680±300 экз. $г^{-1}$, на станциях с песчаными донными отложениями и ракушей численность цист на порядок ниже – 250 ± 205 экз. $г^{-1}$. Индекс Шеннона 1,834±0,25 бит. Отмечено низкое сходство станций по таксономическому составу и численности (15,46%), индикационными видами были *S. trochoidea* (S_i=70,28%, частота встречаемости 100%), *Gymnodinium* cf. *catenatum* Graham, 1943 (S_i =14,85 %, встречаемость 67 %) и *P. conicoides* (S_i=7,91%, встречаемость 50 %).

В грунтах Ягорлыцкого залива, представленных ракушей и песком, выявлены цисты 6 таксонов динофитовых водорослей. Относительно глубоководные станции Ягорлыцкого залива (глубина 3–6 м) по численности цист близки со сходными по типу грунта станциями Тендровского залива (230±100 экз. $г^{-1}$). На мелководных станциях с глубиной менее 2 м отмечена низкая численность цист, в среднем – 90±50 экз. $г^{-1}$ сухого грунта. Индекс Шеннона 0,516±0,16 бит. Выявлено высокое сходство станций по таксономическому составу и численности (52,63%), его обуславливал индикационный вид, – *S. trochoidea* (S_i=97,90%), обычными были цисты *G.* cf *catenatum* (частота встречаемости 44%), остальные виды встречались редко.

В районе исследования обнаружены цисты потенциально токсичных и опасных видов динофлагеллят, а также цисты нетоксичных видов микроводорослей, способных инициировать "цветения" воды. К потенциально токсичным относятся представители рода *Alexandrium, G.* cf *catenatum* и *L. polyedrum* – продуценты сакситоксина и его аналогов, которые аккумулируются в гидробионтах и вызывают отравления людей морепродуктами. Цисты этих видов зарегистрированы в большинстве районов исследования. В Тендровском регионе цисты *Alexandrium* spp. и *L. polyedrum* отмечены единично, их численность не превышала 40 экз. $г^{-1}$, в то время как частота встречаемости цист *G.* cf *catenatum* составила 44–66% при максимальной численности в Тендровском заливе – 240 экз. $г^{-1}$. В Одесском регионе встречаемость цист видов рода *Alexandrium* составила 59%, при этом численность цист этих видов превысила 1000 экз.$\cdot г^{-1}$ на 2-х станциях из 17, встречаемость цист *L. polyedrum* и *G* .cf *catenatum* составила соответственно 53% и 23%, при этом численность *L. polyedrum* свыше 1000 экз.$\cdot г^{-1}$ отмечена на 6-ти станциях, а *G* .cf *catenatum* – на 2-х станциях.

Потенциально токсичные виды *L. polyedrum, G.* cf *catenatum* и нетоксичный вид *S. trochoidea,* цисты которых обнаружены во всем исследуемом районе, способны вызывать "цветение" воды. *S. trochoidea* –космополит, широко распространен в прибрежных водах. Во всем исследуемом районе частота встречаемости цист *S. trochoidea* составила 97%, средняя численность в Одесском регионе 1650±15800 экз. $г^{-1}$, в Тендровском – 190 ± 150 экз. $г^{-1}$.

Проведена оценка статистической достоверности отличий между apriori выделенными комплексами цист на основе их таксономического состава и численности по районам, характеру грунта и глубине отбора проб (ANOSIM-тест). Наибольшие различия в структуре таксоценотических комплексов цист выявлены между Одесским регионом и Ягорлыцким заливом

(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 таксоценотических 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-HAB/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.Є. Ніконова
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 дінофлагелят, а також видів, здатних ініціювати шкідливі "цвітіння", свідчить про несприятливий екологічний стан.

Ключові слова: динофітові 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