

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 Тендревского 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 Тендревском (глубоководная часть Тендревского 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, Тендревском заливе – 6, Ягорлыцком – 9 проб.

Донные отложения отбирали дночертателем Петерсена площадью захвата  $0,1\text{ m}^2$ , 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 К. 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. $\cdot\text{г}^{-1}$ ). 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,  $3,9 \pm 1,3$ ), численность – от 150 экз. $\cdot\text{г}^{-1}$  до 3150 экз. $\cdot\text{г}^{-1}$  (в среднем,  $1050 \pm 960$  экз. $\cdot\text{г}^{-1}$ ). 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  $8,1 \pm 1,1$ ), что в 2 раза больше, чем на станциях с песчаными грунтами. В илах численность цист варьировала от 2600 экз. $\cdot\text{г}^{-1}$  до 13500 экз. $\cdot\text{г}^{-1}$  (в среднем,  $7900 \pm 3800$  экз. $\cdot\text{г}^{-1}$ ), что в среднем почти в 8 раз больше, чем на станциях с песчаными грунтами и ракушей. Индекс

## МОРСЬКА ГІДРОБІОЛОГІЯ

Шеннона в Одесском регионе в среднем составил  $2,192 \pm 0,23$  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.  $\text{г}^{-1}$  сухого грунта, в среднем,  $80 \pm 22$  экз.  $\text{г}^{-1}$ . Исключение – станция, расположенная недалеко от канала, соединяющего Тилигульский лиман с морем, где численность цист в 5 раз превышала среднюю для этого района (490 экз.  $\text{г}^{-1}$ ). Индекс Шеннона в районе Одесской банки  $1,486 \pm 0,19$  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.  $\text{г}^{-1}$  до 3000 экз.  $\text{г}^{-1}$ , в среднем  $1100 \pm 501$  экз.  $\text{г}^{-1}$  сухого грунта. Как и в Одесском регионе, высокие показатели численности отмечены на станциях с илистыми донными отложениями –  $2680 \pm 300$  экз.  $\text{г}^{-1}$ , на станциях с песчаными донными отложениями и ракушей численность цист на порядок ниже –  $250 \pm 205$  экз.  $\text{г}^{-1}$ . Индекс Шеннона  $1,834 \pm 0,25$  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 ( $230 \pm 100$  экз.  $\text{г}^{-1}$ ). На мелководных станциях с глубиной менее 2 м отмечена низкая численность цист, в среднем –  $90 \pm 50$  экз.  $\text{г}^{-1}$  сухого грунта. Индекс Шеннона  $0,516 \pm 0,16$  бит. Выявлено высокое сходство станций по таксономическому составу и численности (52,63%), его обуславливает 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* – продукенты 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.  $\text{г}^{-1}$ , в то время как частота встречаемости цист *G. cf. catenatum* составила 44–66% при максимальной численности в Тендровском заливе – 240 экз.  $\text{г}^{-1}$ . В Одесском регионе встречаемость цист видов рода *Alexandrium* составила 59%, при этом численность цист этих видов превысила 1000 экз.  $\text{г}^{-1}$  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.  $\text{г}^{-1}$  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  $1650 \pm 15800$  экз.  $\text{г}^{-1}$ , в Тендровском –  $190 \pm 150$  экз.  $\text{г}^{-1}$ .

Проведена оценка статистической достоверности отличий между a priori 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

## МОРСЬКА ГІДРОБІОЛОГІЯ

(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.С. 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 Одесського 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 (свelling) и лизис значительной части эритроидных элементов. Разрушению подвергались преимущественно