

УДК 574.5;572.1/.4.

О. В. Рачинська, наук. співроб., **Е. Ф. Костильов**, канд. біол. наук,
ст. наук. співроб.

Український науковий центр екології моря,
Французький бульвар, 89, Одеса, 65009, Україна

СУЧАСНИЙ СТАН МІКРОФІТОБЕНТОСУ ФІЛОФОРНОГО ПОЛЯ ЗЕРНОВА

В 25-ому рейсі науково-дослідного судна "В. Паршин" (січень 2005 року) в районі філофорного поля Зернова було здійснено відбір проб придонної біоти, у тому числі і мікрофітобентосу м'яких ґрунтів. Встановлено, що за останні 15 років кількість видів діатомових водоростей в цьому районі зменшилась майже у 1,5 рази. Змінився також і перелік домінуючих видів мікрофітобентосу дослідженого району. Найбільша видова розмаїтість спостерігалась у центральному районі поля, найменша — у північно-західній його частині. Основу видового складу (95%) усіх водоростей мікрофітобентосу дослідженого району становлять діатомові водорості. Вони ж обумовлюють до 98,8% загальної біомаси водоростей. Основу чисельності водоростей мікрофітобентосу району філофорного поля (до 99,2%) складають дрібноклітинні ціанобактерії. В цілому для філофорного поля серед видів-індикаторів органічного забруднення морського середовища β -мезосапробні види переважали над α -мезосапробними, що свідчить про помірне органічне забруднення морського середовища дослідженого району.

Ключові слова: філофорне поле Зернова, мікрофітобентос, діатомові водорості, ціанобактерії, види-індикатори.

Для оцінки якості морського середовища північно-західної частини Чорного моря в січні 2005 р. нами було проведено дослідження стану водоростей мікрофітобентосу м'яких субстратів різних за екологічним станом районів північно-західної частини Чорного моря, у тому числі і філофорного поля Зернова. Як відомо [1], стан мікрофітобентосу відображає якість оточуючого його середовища. Слід, однак, зазначити, що досі в основному досліджувався мікрофітобентос обростань твердих субстратів. Робіт, присвячених мікрофітобентосу м'яких субстратів, дуже мало [2, 3 та інші], особливо щодо району філофорного поля Зернова. Останні дослідження мікрофітобентосу цього району були проведені у 1990 році [4, 5].

Метою даної роботи було вивчення сучасного стану мікрофітобентосу м'яких субстратів філофорного поля Зернова.

Матеріал і методи

В 25-ому рейсі науково-дослідного судна (далі НДС) "В. Паршин" (січень 2005 року) в районі філофорного поля Зернова нами

було здійснено відбір проб придонної біоти, у тому числі і мікрофітобентосу. Координати обстеженого нами району поля обмежені кордонами: 46°00',0 північної широти і 45°34',9 північної широти, та 030°50',3 східної довготи і 031°40',8 східної довготи.

Проби мікрофітобентосу відбирали з поверхні ґрунту, який виймали дночерпаком "Океан-25". Відбір проб мікрофітобентосу здійснювали до промивання ґрунту морською водою. Проби фіксували 4%-ним розчином формаліну. Мікроскопіювання проб виконували в умовах берегової лабораторії згідно з вимогами відповідних методик [6–9]. При визначенні видового складу враховували вимоги нової класифікації та систематики водоростей. За цією класифікацією, діатомові водорості, які раніше належали до класу *Pennatophyceae*, зараз поділені на два класи: *Fragilariophyceae* та *Bacillariophyceae* [10].

Результати досліджень

Характеристика обстежених районів філофорного поля Зернова наведена у статті І. П. Третяк і співавторів, опублікованій в цьому випуску журналу.

Видовий склад виявлених нами водоростей мікрофітів району досліджень був представлений відділами *Cyanobacteriae* (ціанобактерії або синьо-зелені), *Chrysophyta* (золотисті), *Bacillariophyta* (діатомові) та *Chlorophyta* (зелені) (табл. 1).

Таблиця 1

Видовий склад водоростей мікрофітобентосу філофорного поля Зернова

| Відділи водоростей | Досліджені райони філофорного поля Зернова | | | | | | | |
|-------------------------------|--|-----|----|----|----|-----|------|----|
| | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX |
| Відділ <i>Cyanobacteriae</i> | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| Відділ <i>Chrysophyta</i> | 2 | 1 | 1 | - | - | 1 | 1 | 1 |
| Відділ <i>Bacillariophyta</i> | 24 | 31 | 13 | 34 | 40 | 23 | 38 | 27 |
| Відділ <i>Chlorophyta</i> | 1 | - | - | - | - | - | - | - |
| Разом: | 30 | 34 | 16 | 36 | 41 | 26 | 40 | 29 |

Діатомові водорості становлять основу видового складу (95%) усіх водоростей. Як відомо, мікрофітобентос Чорного моря майже виключно складається з діатомових водоростей [11].

Всього на філофорному полі нами було знайдено 88 видів та різновидів цих водоростей. З них клас *Coscinodiscophyceae* (*Centrophyceae*) був представлений 14 видами. Найбільш широко розповсюдженою з них була *Paralia sulcata*, яка часто трапляється тут у мулистопіщаному ґрунті [1].

Порівняння наших даних з такими 1990 року [4] показує, що за останні 15 років кількість видів діатомових водоростей зменшилась майже у 1,5 рази (з 122 видів до 88). Крім того, якщо у 1990 році переважаючим видом серед діатомей класу *Coscinodiscophyceae* була

крупноклітинна *Pseudosolenia (Rhizosolenia) calcar-avis*, то у 2005 році це була дрібноклітинна *Paralia sulcata*. Часто зустрічалися також спочиваючі спори *Chaetoceros curvisetus*. Більш інтенсивно розвивалися пенатні діатомеї класу *Bacillariophyceae* (68 видів). Серед них переважали *Amphora crassa*, *A. proteus*, *Diploneis fusca*, *D. smithii* var. *pumila*, *Navicula pennata* var. *pontica*, *Pleurosigma elongatum*, *Stauroneis salina*. Багато з них — звичайні види у бентосі північно-західної частини моря [12]. Наприклад, восени 1990 р. у даному районі серед пенатних діатомових водоростей переважали види родів *Diploneis* та *Amphora* [4]. Як відомо, у бентосі переважають пенатні форми, які можуть становити 90,3% від усіх видів діатомеї [13].

Синьо-зелених водоростей було знайдено всього 4 види. Найбільш широко розповсюдженими були представники *Cyanophyta* sp. та *Oscillatoria tenuis*. Золотисті водорості представлені 5 видами, по 1–2 на кожній станції. Найчастіше з них зустрічалися представники *Syracosphaera dalmatica*. Був також знайдений один вид зелених водоростей — *Pediastrum duplex*.

Аналогічні кількісні співвідношення між діатомовими, синьо-зеленими і золотистими водоростями спостерігаються і в інші пори року [5].

Загальна кількість знайдених на окремих станціях видів водоростей коливалася від 16 (у західному районі поля, який знаходиться під впливом стоку з Дністровського лиману) до 41 (у центральному районі поля), що обумовлено екологічними властивостями морського середовища району.

Значні коливання чисельності водоростей мікрофітобентосу у районі філофорного поля (див. табл. 2) обумовлені головним чином змінами видового складу водоростей та їх властивостями.

При середній чисельності мікрофітобентосу у даному районі 45614,15 млн. кл./м², мінімальна чисельність мікрофітобентосу спостерігалася у північній частині поля (III район), а максимальна — на східній окраїні поля (VIII район).

Основу чисельності мікрофітобентосу поля складали дрібноклітинні ціанобактерії (головним чином, *Cyanobacteriae* sp.) Вони обумовлювали від 92,7% до 99,2% загальної чисельності водоростей дослідженого району. У значно меншій кількості траплялися ціанобактерії *Gleocapsa minuta* і *Merismopedia glauca*. Водорість *Oscillatoria tenuis* зустрічалася тільки у північній та північно-західній частині поля.

Друге місце за чисельністю займали діатомові водорості (див. табл. 2). Серед них переважала дрібноклітинна циліндрична *Paralia sulcata*. Менш численними були крупноклітинні види родів *Diploneis* і *Amphora*.

Чисельність інших груп водоростей (золотистих та зелених) була дуже незначною. Помітної ролі у формуванні загальної кількості мікрофітобентосу вони не відігравали.

Біомаса водоростей мікрофітобентосу у районі філофорного поля була досить високою (табл. 3).

Таблиця 2

Чисельність (млн. кл./м²) водоростей мікрофітобентосу філофорного поля

| Відділи водоростей | Досліджені райони філофорного поля Зернова | | | | | | | | |
|-------------------------------|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------------|
| | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | В середньому |
| Відділ <i>Cyanobacteriae</i> | 21504.23 | 11211.27 | 38394.35 | 29329.58 | 34507.04 | 64507.04 | 82881.69 | 73887.32 | 44527.82± 9530.73 |
| Відділ <i>Chrysophyta</i> | 11.26 | 16.90 | 5.63 | - | - | 5.63 | 5.63 | 5.63 | 6.34±2.00 |
| Відділ <i>Bacillariophyta</i> | 473.08 | 867.50 | 1847.84 | 754.84 | 895.67 | 529.52 | 1823.73 | 1391.44 | 1072.95±182.82 |
| Відділ <i>Chlorophyta</i> | 56.33 | - | - | - | - | - | - | - | 7.04 |
| Всього: | 22044.90 | 12095.67 | 40247.82 | 30084.42 | 35402.71 | 65042.19 | 84711.05 | 75284.27 | 45614.15 – 9656.39 |

Таблиця 3

Біомаса (мг/м²) водоростей мікрофітобентосу філофорного поля

| Відділи водоростей | Досліджені райони філофорного поля Зернова | | | | | | | | |
|------------------------------------|--|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|-----------------|
| | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | В середньому |
| Відділ <i>Cyanobacteriae</i> | 106.87 | 57.51 | 167.89 | 124.91 | 144.58 | 280.82 | 344.76 | 309.58 | 192.12±38.27 |
| Відділ <i>Chrysophyta</i> | 17.38 | 43.47 | 14.48 | - | - | 14.48 | 1.00 | 14.48 | 13.16±5.78 |
| Відділ <i>Bacillariophyta</i> | 5604.05 | 8671.04 | 5140.08 | 9030.64 | 7608.62 | 7583.21 | 12002.54 | 15874.80 | 8939.37±1427.50 |
| Відділ <i>Chlorophyta</i> | 13.27 | - | - | - | - | - | - | - | 1.66 |
| Всього: | 5741.57 | 8772.02 | 5322.45 | 9155.55 | 7753.20 | 7878.51 | 12348.30 | 16198.86 | 9146.31±1466.35 |
| Індекс видової розмаїтості Шеннона | 2.5 | 3.7 | 2.8 | 4.0 | 4.0 | 3.0 | 3.6 | 3.3 | 3.4 |
| Індекс вирівняності Пієлу | 1.8 | 2.5 | 2.5 | 3.6 | 2.5 | 2.2 | 2.2 | 2.3 | 2.3 |

Найбільшою вона була у південній частині поля (IX район), що знаходиться в палеоложі Дніпра; найменшою була біомаса водоростей мікрофітобентосу в західній частині поля (IV район) напроти Дністровського лиману.

Серед усіх відділів водоростей найвищою була біомаса діатомових. Вони обумовлювали від 95,5% до 98,8% загальної біомаси водоростей дослідженого району. Видами, які обумовили показники біомаси, були *Paralia sulcata*, *Coscinodiscus radiatus*, *Amphora crassa*, *A. proteus*, *Diploneis fusca* та інші.

Значні коливання біомаси мікрофітобентосу у районі філофорного поля обумовлені не тільки змінами видового складу, а і розмірами переважаючих (домінуючих) форм водоростей.

Інформація про біомасу різних видів водоростей та їх співвідношення може бути використана для визначення такого важливого показника видової розмаїтості водоростевої спільноти, як індекс видової розмаїтості Шеннона.

За цим показником найбільша видова розмаїтість (4,0 біт/мг) спостерігалася в центральному районі поля (V і VI райони), найменша (2,5–2,8 біт/мг) — у північно-західній частині поля (II і IV райони).

Аналогічна закономірність властива й іншому важливому показнику видової розмаїтості — так званому індексу вирівняності розподілу особин серед видів (індексу вирівняності Піелу).

Екологічні умови оточуючого середовища впливають на формування видового складу водоростей мікрофітобентосу. Серед досліджених водоростей переважали полігалоби, що розвиваються при типово морській солоності води — *Diploneis* (4 види) і *Amphora* (5 видів). Із мезогалобів тут найбільш часто зустрічалися *Paralia sulcata*, *Navicula pennata*, *Caloneis westii*.

В цілому на філофорному полі серед ідентифікованих нами мікроводоростей фітобентосу переважали β -мезосапроби (65,2% загальної кількості видів-індикаторів сапробності). Серед них були водорості-індикатори помірного забруднення морських вод, такі як *Amphora proteus*, *Nitzschia hybrida* та ін. До речі, *Amphora proteus* можна вважати індикатором умовно чистих місць існування [14].

Водорості — індикатори більш високого рівня забруднення (так звані α -мезосапроби) зустрічалися найбільш часто в районах, де нижні шари донних відкладень мали запах сірководню. Це, головним чином, були *Paralia sulcata*, *Stephanodiscus hantzschii*, *Nitzschia acuminata* і *Navicula cryptocephala*. Кількість цих видів становила лише 31,3% загальної кількості видів-індикаторів сапробності). Відомо [15], що евтрофування викликає появу та збільшення вмісту діатомей α -мезосапробів та полісапробів при одночасному скороченні чисельності ксено- та олігосапробів.

Структура мікрофітобентосної спільноти залежить від екологічних умов мешкання. Екологічні групи водоростей-сапробів мікро-

фітобентосу м'яких субстратів по-різному представлені у спільноті різних районів філофорного поля (табл. 4).

Таблиця 4

Екологічні групи водоростей-сапробів мікрофітобентосу м'яких субстратів філофорного поля Зернова (% від кількості індикаторних видів)

| Екологічні групи водоростей | Досліджені райони філофорного поля Зернова | | | | | | | |
|----------------------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|
| | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX |
| α -мезосапроби: | 58,4 | 33,3 | 71,4 | 12,5 | 33,3 | 33,3 | 50,0 | 25,0 |
| β -мезосапроби | 41,6 | 66,7 | 14,3 | 87,5 | 66,7 | 66,7 | 50,0 | 75,0 |
| β - α -мезосапроби: | - | - | 14,3 | - | - | - | - | - |
| Всього: | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Примітка: - не виявлено

В залежності від екологічних умов мешкання співвідношення α - і β -мезосапробних видів було різним. Якщо у західному районі поля (IV район) значно переважали α -мезосапробні види-індикатори, то у центральному районі поля (V район), навпаки, значно переважали β -мезосапробні види. Однак в цілому для району філофорного поля відзначали перевагу β -мезосапробних видів над α -мезосапробними видами-індикаторами, що свідчить про помірне органічне забруднення морського середовища [6].

Крім того, слід відзначити, що серед водоростей мікрофітобентосу у 2005 році переважали дрібноклітинні водорості, присутність яких характерна для евтрофних районів моря [16].

Висновки

1. Вперше за останні 15 років проведено повномасштабне дослідження видового складу мікрофітобентосу району філофорного поля Зернова.
2. Основу видового складу (95%) усіх водоростей мікрофітобентосу дослідженого району становлять *діатомові водорості*.
3. Встановлено, що за останні 15 років кількість видів діатомових водоростей в цьому районі зменшилась майже у 1,5 рази (з 122 видів до 88).
4. Домінуючим видом серед центричних діатомей є дрібноклітинна *Paralia sulcata* (у 1990 році домінувала крупноклітинна *Pseudosolenia (Rhizosolenia) calcar-avis*).
5. Найбільша видова розмаїтість спостерігалася в центральному районі поля, найменша — у його північно-західній частині.
6. Основу чисельності водоростей мікрофітобентосу району філофорного поля (до 99,2%) складають дрібноклітинні ціанобактерії.
7. Загальну біомасу водоростей дослідженого району (до 98,8%) обумовлюють діатомові водорості.

8. Серед видів-індикаторів органічного забруднення морського середовища в районі філофорного поля β -мезосапробні види переважали над α -мезосапробними, що свідчить про помірне органічне забруднення акваторії досліджуваного району.

Література

1. Гусляков Н. Е., Загордонец О. А., Герасимюк В. П. Атлас диатомовых водорослей бентоса северо-западной части Черного моря и прилегающих водоемов. — К.: Наукова думка, 1992. — 112 с.
2. Гусляков М. О. Диатомові водорості обростань твердого субстрату прибережжя Одеської затоки Чорного моря // Український ботанічний журнал. — 1981. — Т. 38, № 3. — С. 36–39.
3. Гусляков Н. Е., Герасимюк В. П. Общие черты распределения видового состава и количественных характеристик диатомовых водорослей бентоса северо-западной части Черного моря // Тез. докл. V Конф. Укр. філіала ВГБО (Одесса, апрель 1987 г.). — К.: 1987. — С. 31–32.
4. Рябушко Л. І. Диатомові водорості бентосу Філофорного поля Зернова. // IX з'їзд Українського ботанічного товариства. Тези доповідей. — К.: Наукова думка, 1992. — С. 401–402.
5. Рябушко Л. И. Микрофитобентос Филлофорного поля Зернова. — Севастополь, 1991. — 28 с.: ил. — Библ. 19 назв. — Деп. в ВИНТИ 11.07.91 г., № 2981-В91.
6. Водоросли. Справочник / Вассер С. П., Кондратьева Н. В., Масюк Н. П. и др. — К.: Наукова думка, 1989. — С. 176–178, 183–188.
7. Жузе А. П., Прошкина-Лавренко А. И., Шешукова-Порецкая В. С. Методика исследования. Современные диатомеи. Техника приготовления препаратов. // Диатомовые водоросли СССР. — Л.: Наука, 1974. — Т. 1. — С. 60–64.
8. Неврова Е. Л. Бентосные диатомовые водоросли рыхлых грунтов у побережья Кавказа (Черное море). // Альгология. — 1996. — Т. 6, № 1. — С. 258–264.
9. Неврова Е. Л. Донные диатомовые водоросли на рыхлых грунтах в глубоководной части устья Севастопольской бухты (Черное море) // Альгология. — 1999. — Т. 9, № 1. — С. 43–53.
10. Разнообразие водорослей Украины / Под ред. С. П. Вассера, П. М. Царенко // Альгология. — 2000. — Т. 10, № 4. — С. 6–135.
11. Гусляков Н. Е. Микрофитобентос // Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений / Под ред. А. В. Цыбань. — Л.: Гидрометеоиздат, 1980. — С. 86–93, 166–170.
12. Прошкина-Лавренко А. И. Диатомовые водоросли бентоса Черного моря. — М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1963. — 243 с.
13. Прошкина-Лавренко А. И. О флоре диатомовых водорослей Черного моря. // Проблемы морской биологии. — К.: Наукова думка, 1971. — С. 41–48.
14. Петров А. Н., Неврова Е. Л. Сравнительный анализ структуры таксоцены донных диатомовых (*Bacillariophyta*) в районах с различным уровнем техногенного загрязнения (Черное море, Крым) // Морський екологічний журнал. — 2004. — Т. III, № 1. — С. 72–83.
15. Давыдова Н. Н. Диатомовые водоросли — индикаторы природных условий водоемов в голоцене. — Л.: Наука, 1985. — С. 215–216.
16. Нестерова Д. А. Вариабельность удельной поверхности клеток фитопланктона в западной части Черного моря // Альгология. — 2003. — Т. 13, № 1. — С. 16–25.

А. В. Рачинская, Э. Ф. Костылев
Украинский научный центр экологии моря,
Французский бульвар, 89, Одесса, 65009, Украина

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МИКРОФИТОБЕНТОСА ФИЛЛОФОРНОГО ПОЛЯ ЗЕРНОВА

Резюме

В 25-ом рейсе НИС "В.Паршин" (январь 2005 года) в районе филлофорного поля Зернова был осуществлен отбор проб придонной биоты, в том числе и микрофитобентоса мягких грунтов. Установлено, что за последние 15 лет количество видов диатомовых водорослей в этом районе уменьшилось почти в 1,5 раза. Изменился также и перечень доминирующих видов микрофитобентоса исследованного района. Наибольшее видовое разнообразие наблюдалось в центральном районе поля, наименьшее — в северо-западной части. Основу видового состава (95%) всех водорослей микрофитобентоса исследованного района составляют диатомовые водоросли. Они же обуславливают до 98,8% общей биомассы водорослей. Основу численности водорослей микрофитобентоса района филлофорного поля (до 99,2%) составляют мелкоклеточные цианобактерии. В целом для филлофорного поля среди видов-индикаторов органического загрязнения морской среды β -мезосапробные виды преобладали над α -мезосапробными видами, которые свидетельствуют об умеренном органическом загрязнении морской среды исследованного района.

Ключевые слова: филлофорное поле Зернова, микрофитобентос, диатомовые водоросли, цианобактерии, виды-индикаторы.

A. V. Rachinskaya, E. F. Kostylev
The Ukrainian Scientific Centre of Ecology of the Sea,
Frantsuzky Boulvar, 89, Odessa, 65009, Ukraine

MODERN CONDITION OF MICROPHYTOBENTOS OF ZERNOV'S PHYLLOPHORA FIELD

Summary

In the 25-th voyage of SIV "V. Parshin" (January, 2005) sampling of benthonic biota, including microphytobenthos of soft grounds has been carried out in the area of Zernov's phyllophora field. It is established, that for last 15 years the quantity of species of diatomic algae in this area has decreased almost in 1,5 times. The list of dominating species of microphytobenthos of the investigated area has changed. The greatest specific variety was observed in the central area of the field, the least one — in the northwest part of the field. The basis of specific structure (95%) of all algae of microphytobenthos of the investigated area makes diatomic algae. They cause up to 98,8% of the general biomass of algae. The basis of the quantity of algae of microphytobenthos of the phyllophora fields area (up to 99,2%) makes the small cells of cyanobacteriae. On the whole for the phyllophora fields among the species-indicators of organic pollution of the marine environment β -mesosaprobic species prevailed above α -mesosaprobic species that testifies to the moderate organic pollution of the marine environment of the investigated area.

Keywords: Zernov phyllophora field, microphytobenthos, diatomic algae, cyanobacteriae, species-indicators.