

УДК 547.587 (262.5)

*Костенко Н. С., Дикий Є. О.*

## ДЕЯКІ ТЕНДЕНЦІЇ СУКЦЕСІЙ МАКРОФІТОБЕНТОСУ РАЙОНУ КАРАДАГУ

*На підставі аналізу даних про видовий склад та біомасу макрофітобентосу субліторалі Карадазького природного заповідника встановлено основні тенденції зміни фітоценозів за період 1970—2002 рр. Вказано зміну домінантів у фітоценозах, встановлено характер суцесійних процесів та їх зв'язок з антропогенною евтрофікацією водного середовища.*

Роль макрофітобентосу в шельфових екосистемах бореальних морів визначається передусім їхнім значенням як головних продуцентів органічної речовини, першої ланки численних трофічних ланцюгів. Не менш суттєвим є значення макрофітів як видів - едификаторів, що домінують у фотичній зоні шельфу та створюють численні й різноманітні екотопи для різноманітних мікроводоростей, тварин та бактерій. Визначення «морські ліси» досить адекватно відбиває місце за-

ростей водоростей - макрофітів на шельфі Чорного моря та їх значення для екосистеми моря в цілому.

Для кожної ділянки шельфу характерні свої типи макрофітоценозів, склад та продукційні властивості яких визначаються гідрохімічним та гідрологічним режимом, умовами освітлення, рельєфом та механічним складом дна. Для субліторалі Південного берега Криму з його вузькою смужкою скелястого шельфу та швидким

переходом у материковий схил характерний різкий вертикальний градієнт зміни фітоценозів, кожний з яких простягається відносно довгими та вузькими пасмами вздовж узбережжя від Севастополя до Керчі. Найпродуктивнішим фітоценозом верхньої субліторалі виступає формація з домінуванням бурих фукусових водоростей роду *Cystoseira*, що відносно недавно займала практично всю площу дна з твердими субстратами від урізу води до десяти-дванадцятиметрових глибин.

На жаль, протягом останніх десятиліть макрофітобентос Чорного моря піддавався значному антропогенному впливу, основним компонентом якого є постійно зростаюча евтрофікація прибережних вод. Реакцією на зміни трофності середовища стала зміна домінантів у фітоценозах, випадіння багатьох оліготрофних видів та заміна їх евтрофними видами, переважно з числа зелених водоростей, зміни продукційних характеристик. Моніторинг антропогенних та природних змін субліторальних фітоценозів став важливим завданням у контексті оцінки та прогнозування стану шельфових екосистем. У цьому відношенні найповнішу інформацію можна отримати на тих ділянках шельфу, де є можливість порівняти дані про видовий склад та продуктивність макрофітоценозів, отримані в тому самому місці за однотипними методиками протягом останніх десятиліть. Одним з таких «полігонів» для вивчення сукцесійних процесів на шельфі є Карадазький природний заповідник.

Вивчення макрофітобентосу біля берегів Карадагу було започатковано ще з моменту організації Карадазької біологічної станції [5]. Тут працювали видатні альгологи Л. І. Курсанов, М. В. Арнольд, Н. В. Морозова-Водяницька, В. М. Генералова, О. О. Калугіна-Гутник. Багаторічними дослідженнями встановлено, що прибережна зона чорноморського шельфу біля Карадагу належить до числа найбагатших відкритих районів моря. Анований список водоростей-макрофітів акваторії заповідника налічує 170 видів [2]. Загальна кількість видів зелених, бурих та червоних водоростей біля Карадагу налічує 182, що становить 59 % флори Чорного моря, з них зелених водоростей відомо 45 видів, бурих - 45, червоних - 92 види [6]. Протягом останніх десятиліть кількість видів водоростей зростала. Це пояснюється тим, що вже у 70-ті роки забруднення почало впливати на зміну флористичного складу водоростей біля Карадагу [2]. З 70-х по 80-ті рр. у всіх групах водоростей відмічено значне зростання полісапробних видів [3]. Олігосапробні види в районі Карадагу становлять 58,8 %, ме-

зосапробні - 31,3 полісапробні - 9,8 %. Флористичний коефіцієнт Ченея дорівнює 3,1, що дає змогу віднести район заповідника до відносно чистих ділянок моря [6]. Для порівняння відзначаємо, що флористичний коефіцієнт району бухти Лисячої, розташованої на 3 км західніше від акваторії Карадазького заповідника, дорівнює 2,45, що характеризує флору чистого району.

Акваторія Карадазького природного заповідника є прекрасним полігоном для моніторингових досліджень макрофітобентосу. Основи цих досліджень було закладено О.О. Калугіною-Гутник ще в 1970 р., коли район Карадагу був чистим відкритим прибережним районом і коли було проведено найповніший опис донної рослинності заповідника. Дані цього періоду можна розглядати як еталонні. Друга зйомка у 1980 р. виявила деякі зміни в структурі донної рослинності Карадагу [3]. Дослідження 1995 р., виконані на тій самій мережі станцій, що й у 1970 р., дали змогу отримати уявлення про направленість процесу природних та антропогенних змін донної рослинності в районі Карадагу за 25-річний період [5]. Пізніше було проаналізовано 30-річні зміни в структурі донної рослинності.

Опис структури фітоценозів району Карадагу дано в працях О. О. Калугінової-Гутник [2, 3], Н. С. Костенко [5, 6]. У 1984 р. здійснено масштабне картування донної рослинності заповідника, складено геоботанічну карту донної рослинності у масштабі 1 : 10 000 [5, 6]. Донна рослинність займає площу 471,6 га і сягає глибини 25-30 м. Серед 16 рослинних асоціацій та груп домінуючими є чотири - цистозірова, цистозірово-філофорова, полісифонієво-занардинієва та зостерова.

У 1992 р. шельф Карадагу постраждав від руйнівного 8-бального шторму, який знищив багато підводних фітоценозів. У 2002 р. зйомку 1995 р. повторили, з тим щоб визначити стан донної рослинності через 10 років після шторму. Вивчення фітобентосу проводилося за єдиною методикою на одних і тих самих стаціонарних розрізах і глибинах відповідно до методики О. О. Калугіної [1].

Акваторія Карадазького заповідника зазнає антропогенного впливу, про що свідчить підвищений вміст органічних речовин у морській воді бухт, що перевищує ПДК у 4-5 разів. Відповідно до гідрохімічного фону перебудовується структура фітоценозів заповідного шельфу.

Вперше антропогенні зміни донної рослинності було зафіксовано ще на початку 80-х рр. [3]. Відомо, що деградація морських екосистем починається з прибережної зони (Круглякова, Сте-

панов, 1985). При значному зростанні трюфності відбуваються зміни в біомасі водоростей. Так, на глибинах 0,5-1 м на стаціонарному розрізі біля Кузьмичова каменя було відмічено зростання біомаси водоростей з 1970 по 1988 р. з 3776 до 6792 г/м<sup>2</sup>. Починаючи з 1990 р. на глибині 0,5 м помічено поступове зменшення біомаси водоростей з 6365 до 4650 г/м<sup>2</sup> у 2000 р. Загальна біомаса водоростей на глибинах 3-5 м з 1970 по 1999 р. зменшилася від 3,6 до 2,4 раза. На глибині 10 м цей процес проходив з 1986 р., і протягом періоду до 1997 р. біомаса водоростей залишалася приблизно на одному рівні - 800 г/м<sup>2</sup>, а з 1999 р. помічено її зростання. Слід відзначити, що після руйнівного шторму 1992 р. на глибині 10 м біомаса водоростей у 1993 р. досягла критичних значень - 12,4 г/м<sup>2</sup>.

Результати антропогенних змін виявляються у витісненні зі складу фітоценозів олігосапробних видів кораліни (*Corallina spp.*) мезосапробною водоростю ульвою (*Ulva rigida*), що помічено на скелі Золоті Ворота, де біомаса кораліни зменшилася в десятки та сотні разів. Зник багаторічний олігосапробний вид кодіум. У 1998 р. біля Золотих Воріт на глибині 12 м зареєстровано види родів *Ectocarpus* та *Cladophora*, які раніше тут не зустрічалися. Відомо, що види *Cladophora* є індикаторами антропогенних порушень. Ектокарпус і кладофора відзначаються високою питомою поверхнею, що є адаптацією фітоценозу до умов підвищеного забруднення (Міничева, 1989). Ці зміни у структурі фітоценозів можна трактувати як прояви екзодинамічної антропогенної сукцесії [6].

Аналіз багаторічних даних показав, що наслідком евтрофування прибережної зони Карадазького природного заповідника є зміна домінування цистозіри на глибині 1 м в бухтах Сердолікова та Прикордонна. У 2000 р. глибше 5 м цистозіра в Прикордонній бухті вже не зустрічалася. Значне евтрофування, викликане стоками дельфінарію, відзначено в районі мису Біостанції (біля західного кордону заповідника), де відмічено зниження кількісної участі цистозіри в структурі ценозу.

Кількісний склад окремих видів помітно змінився. Повсюди на глибинах 15-20 м в акваторії заповідника знайдено зелену мезосапробну водорість *Ulva rigida*. Різко знизилася участь таких олігосапробних видів, як *Phyllophora nervosa*, *Polysiphonia subulifera*, *Codium vermilara*, *Laurencia*, *Nereia foliformis*. У 1995 р. ульва в Прикордонній бухті на глибині 15 м становила майже 50 % біомаси фітоценозу (49 г/м<sup>2</sup>), а в 2000 р. ульва перемістилася на глибину 10 м

(5,8 г/м<sup>2</sup>). Помітна роль цієї водорості в Сердоліковій бухті на глибині 10 м, у Жаб'ячій - на глибині 15-20 м, біля мису Біостанції - на глибині 3-5 м. Поширення цього виду перебуває в повній відповідності з напрямом течій, що переносять каналізаційні стоки емт Щебетовка від Крабового мису до зони заповідника [5]. У цій напруженій екологічній ситуації зменшуються ареали олігосапробних видів водоростей. При проведенні картування донної рослинності в 1984 р. кодіум знаходили вже на глибині 15-20 м, а в 1994 р. на тих самих розрізах його вже не зустрічали. Невеликий ареал кодіуму був знайдений М. В. Кондрашовим у 1997 р. на глибинах 8-12 м між бухтами Пуццоланова та Прикордонна. З глибин 15-20 м за період 1984-1994 рр. практично зникла олігосапробна бура водорість *Nereia foliformis*. Відбувається зростання біомаси видів з широкою екологічною амплітудою - *Cladostephus verticillatus*, *Zanardinia prototypus*, *Ulva rigida*. Таким чином, у 1995 р. найвразливішими щодо антропогенного фактора виявилися цистозірово-філофорова та полісифонієво-занардинієва асоціації на глибинах 10-20 м.

Найбільші зміни у структурі донних фітоценозів за період 1970-2002 рр. відбулися на глибині 1 м біля мису Біостанції, де цистозіровий фітоценоз був трансформований у цистозірово-ульвовий. Найважливіші зміни фітобентосу відмічені на глибині 10 м, де відбулася зміна цистозірово-філофорових фітоценозів філофорово-ульвовими (мис Біостанції, Чорний Яр, Кузьмичів камінь). У східній частині заповідної акваторії (бухта Сердолікова, бухта Прикордонна) на глибині 10 м цистозірові фітоценози змінилися на філофорові. Багаторічні спостереження показали, що за період з 1970 по 2002 р. спостерігалася поступове зниження біомаси двох видів цистозір (*Cystoseira crinita* та *C. barbata*) у районі Кузьмичевого каменя до 22 разів (з 1594 г/м<sup>2</sup> у 1970 р. до 72,9 г/м<sup>2</sup> у 2000 р.), і звільнений біотоп був заселений філофорою (*Phyllophora nervosa*), біомаса якої зростала з 65 г/м<sup>2</sup> у 1970 р. до 714,6 г/м<sup>2</sup> у 2000 р. Особливо швидко зникнення цистозіри відбувалося в період відновної сукцесії з 1997 по 2000 р. у районі Кузьмичевого каменя на глибині 10 м. У відновленому фітоценозі з'явилася ульва (*Ulva rigida*). Однак слід відзначити, що у відкритій частині заповідника на траверзі Ревучого гроту на глибині 10 м у 2002 р. відмічено високі значення біомас олігосапробних видів кодіума (*Codium vermilara*) та нерейї (*Nereia foliformis*), що свідчить про позитивні тенденції відновлення первинних донних фітоценозів. На глибині

15 м після шторму 1992 р. у районі Кузьмичевого каменя в період відновної сукцесії послідовно були представлені ектокарпусові, керамієві та полісифонієво-ектокарпусові фітоценози. У Прикордонній бухті ульвовий фітоценоз, помічений у 1998 р., змінився у 2000 р. полісифонієво-занардинієвим, раніше характерним для цього біотопу. На глибині 20 м відзначено тенденцію до зміни полісифонієво-занардинієвих фітоценозів філофоровими. Для цих фітоценозів характерне високе видове різноманіття, оскільки в них представлені водорості, що походять з різних асоціацій.

Отже, в результаті багаторічних сукцесійних змін донних фітоценозів в акваторії Карадазького заповідника виявлено зменшення маси заростей цистозіри на глибинах 1 м і 10 м та загальне звуження глибинного поясу, зайнятого цистозіровими асоціаціями. Відзначено заміну цистозіри новими домінантними видами з числа мезотаполісапробів. Водночас відмічено цікаву тенденцію часткового відновлення донних фітоценозів, характерних для олігосапробних вод, яка інколи приводить до відновлення первинних асоціацій, але частіше відбувається з повною зміною домінуючих видів. Механізми цієї заміни поки що не встановлені, але попередньо простежується тенденція заміни в ролі домінантів тих видів, що мають малу питому площу поверхні, видами, в яких, по-перше, більше значення цього важливого морфологічного показника (види родів *Padina*, *Dilophus*), до того ж цей показник є більш варіабельним (що дає можливість гнучкіше адаптуватися до сезонних та неперіодичних змін трофності середовища).

З практичної точки зору наведені факти свідчать про незахищеність заповідної території Карадагу. Карадазький природний заповідник нині належить до заповідних об'єктів 1-ї категорії, що представляють заповідно-еталонні акваторії, де повністю зберігається первинна структура гідро-екологічних комплексів (Петров, 1998). Проведення морських екскурсій у береговій зоні заповідника з використанням моторних плавзасобів, висадка людей у бухтах призводять до порушення рівноваги у найвразливішій прибережній зоні, аж до зміни видового складу водоростей. З прибережної зони витісняються олігосапробні види водоростей, порушується структура еталонних спільнот. Тому необхідно враховувати такий екологічний принцип, як регуляція антропогенного навантаження. До ділянок підвищеної екологічної цінності належить бухта Сердолікова, яка в останні роки підлягає рекреаційному користуванню. Зниженою стійкістю до антропогенних навантажень відзначається район мису Біостанції, де відбувається руйнування корінних спільнот та заміна їх мозаїчними цистозірово-ульвовими фітоценозами. На жаль, Карадаг, як еталон чистоти прибережних вод та своєрідності альгофлори, вже втрачає свою унікальну цінність. Ці зміни донної рослинності можуть мати згубні наслідки для всієї прибережної екосистеми в цілому [5]. Вказані зміни, ймовірно, викликані зростанням антропогенного впливу на глибинах понад 10 м, що, очевидно, пов'язано як із впливом азотоморських вод, збагачених органікою, так і каналізаційних стоків з-поза меж заповідника, а також замуленням прибережної шельфової зони [9].

1. Калугина А. А. Исследование донной растительности Черного моря с применением легководолазной техники // Морские подводные исследования - М.: Наука, 1969, -С. 105-113.
2. Калугина-Гутник А. А. Донная растительность района Карадага Черного моря и ее изменения за последние 20 лет // Биология моря. - К.: Наукова думка, 1976.- Вып. 36.- С. 3-17.
3. Калугина-Гутник А. А. Изменения донной растительности района Карадага за период 1970-1980 гг. // Многолетняя динамика структуры прибрежных экосистем Черного моря. - Краснодар: Изд-во Кубанского ун-та, 1984.- С. 85-96.
4. Ключин А. А., Костенко Н. С. Воздействие экстремальных штормов на рельеф и прибрежные сообщества эпибентоса Крыма // Гидробиологические исследования в заповедниках / Проблемы заповедного дела - М., 1996- Вып. 8,- С. 140-150.
5. Костенко Н. С. Картирование фитобентоса акватории Карадагского государственного заповедника АН УССР (Черное море) // Ботан. ж., -1988.-Т. 73.-№ 11.-С. 1590-1596.
6. Костенко Н. С. Антропогенные изменения донной растительности Карадагского заповедника // Биол. науки.- 1990.- Вып. 9.-С. 101-110.
7. Костенко Н. С. Природные и антропогенные изменения донной растительности района Карадага за последние 25 лет // Роль охоронюваних природних територій у збереженні біорізноманіття (Матеріали конференції, присвяченої 75-річчю Канівського природного заповідника, м. Канів, 8-10 вересня 1998 р.).- Канів, 1998.- С. 70-71.
8. Костенко Н. С. Сукцесии макрофитобентоса в Карадагском природном заповеднике НАН Украины // Заповедники Крыма на рубеже тысячелетий / Материалы республиканской конференции (27 апреля 2001 г., Симферополь, Крым).- Симферополь, 2001,- С. 62-64.
9. Костенко Н. С. 30-летние изменения структуры фитоценозов особо охраняемых видов макрофитобентоса в Карадагском природном заповеднике // Матеріали ХІ з'їзду Українського ботанічного товариства (Харків, 25-27 вересня 2001 р.).-Харків, 2001.- С. 188.
10. Костенко Н. С. Изучение фитобентоса Карадагского природного заповедника // Карадаг. История, биология, археология: сб. научных трудов, посвященный 85-летию Карадагской научной станции.- Симферополь: СОНАТ, 2001.- С. 135-142.
11. Костенко Н. С., Дикий Е. А. Некоторые тенденции восстановления сукцесии макрофитобентоса Карадагского природного заповедника // Экологические проблемы Черного моря: сб. тезисов 4-й международной конференции.- Одесса, 2002.-С. 175-180.
12. Сурова Н. А., Кузнецова Е. Ю. Исследование антропогенного загрязнения природных экосистем Карадага // Заповедники Крыма. Биоразнообразие на приоритетных территориях: 5 лет после Гурзуфа / Материалы 11-й научной конференции (25-26 апреля 2002 г., Симферополь, Крым).- Симферополь, 2002- С. 246-248.

*N. Kostenko, Ye. Dykyi*

### SOME TENDENCIES OF LONG TERM CHANGES OF MACROPHYTOBENTHOS IN KARADAG REGION

*The main trends of plant communities changes during 1970-2002 were indicated based on macrophytobenthos species lists and biomass of sublitoral data of Karadag Nature Reservation. Change of dominant species in plant communities was revealed, characteristics of long term changes and their connection to antropogenic eutrophication of sea environment were deducted.*