

УДК 582.26(262.5)(26.04)

В. П. Герасимюк, канд. біол. наук, доц.
Одеський національний університет, кафедра ботаніки,
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65026, Україна
e-mail: gerasimjuk@mail.ru

ЛЬОДОВІ ВОДОРОСТІ ОДЕСЬКОЇ ЗАТОКИ ЧОРНОГО МОРЯ

Наведені відомості про 28 видів льодових водоростей Одеської затоки Чорного моря, які відносяться до трьох відділів: синьо-зелених (2 види), діатомових (25 видів) та зелених (1 вид). Більша частина їх мали хроматофори бурого кольору і активно рухалися. В шарі льоду були знайдені як бентосні (78,6 %), так і планктонні (21,4 %) форми. Серед водоростей до одиноких належали 17 видів (60,7 %), до колоніальних — 8 (28,6 %), до багатоклітинних — 3 види (10,7 %).

Ключові слова: лід, водорості, Одеська затока.

Морський лід — це своєрідний біотоп, для якого характерна тверда поверхня, яка знаходиться у контактній зоні "море — берег — повітря". У зв'язку з цим він має унікальні особливості, які відрізняють його від морської води. Лід, як правило, має менше солі, ніж морська вода. При формуванні морського льоду в середину кристалів, які створюються з прісної води, потрапляють окремі краплі морської води ("розсолу"), які згодом в силу ваги збігають донизу, і лід стає більш прісним. В структурі льоду з'являється пористість, яка обумовлена наявністю пухирців повітря [9]. Загальновідомо, що тала вода з "розсолу" знаходиться в квазікристалічному стані і тому є сильним біологічним стимулятором [4].

Морський лід має наступні риси: відокремленість простору між окремими кристалами льоду, високу прозорість, яка сприяє проникненню сонячних променів, великий вміст кисню та органічних речовин, сталий термічний режим, незалежний від коливань температури навколишнього середовища. Внаслідок вищезазначених якостей лід є сприятливим середовищем, в якому існує цілий світ живих мікроскопічних істот (синьо-зелених, діатомових і зелених водоростей, морських грибів і мікроорганізмів). Основну роль серед них грають водорості і в першу чергу діатомові, які часто домінують по видовому складу, чисельності і біомасі. "Царством" діатомей можна назвати лід Антарктиди, де вони розвиваються в особливо великих кількостях.

Водорості, які живуть в товщі льоду, мають важливе значення для цього біотопу (створення органічних речовин, кисню, їжа для представників зоопланктону, утилізація неорганічного та органічного забруднення).

Вивчення морських льодових водоростей почалося порівняно недавно. Цій цікавій екологічній групі присвячені дослідження як вітчизняних [4, 6, 8], так і зарубіжних [10, 11] авторів. Значна увага у цих працях надається водоростям Арктики та Антарктики. Щодо вивчення кріофільних водоростей Чорного моря, то відомості про них зустрічаються дуже рідко та фрагментарно [3]. Водорості льоду Одеської затоки як самостійне угруповання організмів до останнього часу не вивчалися. Це пов'язано з тим, що лід в північно-західній частині Чорного моря утворюється лише в люті зими, а також з деякими іншими причинами методичного характеру.

Метою даної роботи є вивчення сучасного стану льодових водоростей Одеської затоки. У відповідності з метою були визначені наступні завдання:

1. Виявити видовий склад кріофільних водоростей Одеської затоки;
2. Проаналізувати сучасний екологічний стан водоростей льоду району дослідження.

Матеріал і методи дослідження

Проби льоду в Одеській затоці відбирали в грудні 2002 — лютому 2003 років на двох станціях: пляж "Дельфін" і біостанція ОНУ. Спочатку вирізали блоки льоду об'ємом 1 дм³, з яких на різних рівнях відбирали проби, поміщали їх в скляні посудини та розтоплювали при кімнатній температурі. Потім воду, отриману з льоду, фільтрували через мембранні фільтри з діаметром пор 1,45 мкм. Для цього використовували обладнання для концентрування фітопланктону [1], яке складається з колби Бунзена, насоса Камовського та портативного приладу. Він має вигляд воронки з плексиглазу з місцем для розташування фільтрів. При вивченні льоду звертали увагу на колір, шаристість та структуру льоду. Для визначення кольору льоду використовували шкалу кольорів [2] шляхом порівняння з нею зразка льоду. Одночасно вимірювали температуру, рН і солоність морської води. Для більш детального аналізу з отриманого матеріалу готували постійні препарати за загальною визнаною методикою [7].

Кількісну обробку (визначення чисельності водоростей) мікрофітів провадили звичним розрахунковим методом [5] з використанням поршневої мірної піпетки та рахункових скелець.

Результати досліджень та їх аналіз

Одеська затока почала вкриватися льодом 25 грудня 2002 року, коли температура повітря знизилася до відмітки -11°C . При цьому лід товстим шаром вкрив прибережне каміння, пірси і кромку води біля берега шириною 3 метри. Товщина льоду досягала 10 см. Лід складався з трьох шарів. Верхній та нижній шари були зернистими голубовато-блідносірого кольору, середній — гладкий прозорий блідносірого кольору.

В подальшому 14 лютого 2003 року зі зниженням температури повітря до -12°C , а температури води до $-1,2^{\circ}\text{C}$ море вкрилося льодом вздовж берега широкою смугою біля 200 м (рис. 1). Солоність води склала 15,67 ‰. 18 лютого 2003 р. смуга льоду збільшилася до 2 км, а 28 лютого море замерзло до лінії обрію. Товщина льоду біля берега досягала 50 см. Лід на морі тримався до 5 березня 2003 року, після чого був розбитий хвилями та винесений у відкрите море.

В результаті вивчення видового складу водоростей льоду було виявлено 28 видів, які відносяться до трьох відділів: *Cyanophyta*, *Bacillariophyta* і *Chlorophyta* (табл. 1).

Таблиця 1

Перелік видів водоростей льоду Одеської затоки

№ № пп	Таксон	Екологічні показники			Географічне розповсюдження водоростей
		Галобність	Ацидофільність	Сапробність	
	Відділ <i>Cyanophyta</i>				
	Клас <i>Hormogoniophyceae</i>				
	Порядок <i>Oscillatoriales</i>				
	Родина <i>Oscillatoriaceae</i>				
1	<i>Spirulina major</i> Kütz.	–	alkf		sh
2	<i>Lyngbya confervoides</i> Ag.	m	alkf		sh
	Відділ <i>Bacillariophyta</i>				
	Клас <i>Centrophyceae</i>				
	Порядок <i>Thalassiosirales</i>				
	Родина <i>Thalassiosiraceae</i>				
3	<i>Thalassiosira coronata</i> Pr.-Lavr.	m	alkf		b
4	<i>T. parva</i> Pr.-Lavr.	m	alkf		b
5	<i>Skeletonema costatum</i> (Grev.) Cl.	m	alkf	α	sh
	Родина <i>Stephanodiscaceae</i>				
6	<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz.	gl	alkf	α	sh
	Порядок <i>Melosirales</i>				
	Родина <i>Melosiraceae</i>				
7	<i>Melosira moniliformis</i> (O. Müll.) Ag. – var. <i>subglobosa</i> Grun.	m	alkf	α	sh
	Порядок <i>Coscinodiscales</i>				
	Родина <i>Coscinodiscaceae</i>				
8	<i>Coscinodiscus jonesianus</i> (Grev.) Ostf.	pg	alkf		b
	Клас <i>Pennatophyceae</i>				
	Порядок <i>Raphales</i>				
	Родина <i>Fragilariaceae</i>				
9	<i>Tabularia fasciculata</i> (Ag.) Williams et Round	m	i	α	sh
	Порядок <i>Raphales</i>				
	Родина <i>Naviculaceae</i>				
10	<i>Navicula directa</i> (W. Sm.) Ralfs	pg	alkf		a – b
11	<i>N. humerosa</i> Breb.	pg	alkf		b
12	<i>N. palpebralis</i> Breb.	pg	alkf		b

Закінчення таблиці 1

№ № пп	Таксон	Екологічні показники			Географічне розпов- сюдження водоростей
13	<i>N. pennata</i> A. S. – var. <i>pontica</i> Mer.	m	alkf		sh
14	<i>N. ramosissima</i> (Ag.) Cl.	pg	alkf		b
15	<i>N. salinarum</i> Grun.	m	i	α	sh
16	<i>Diploneis chersonensis</i> (Grun.) Cl. Родина <i>Achnantheaceae</i>	pg	alkf		b – t
17	<i>Cocconeis placentula</i> Ehr. – var. <i>euglypta</i> (Ehr.) Grun.	i	alkf	o	b
18	<i>C. scutellum</i> Ehr.	pg	alkf	β	b
19	<i>Achnanthes brevipes</i> Ag. Родина <i>Rhoicospheniaceae</i>	pg	alkf	β	sh
20	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (Ag.) L. – B. Родина <i>Cymbellaceae</i>	gl	alkf	β	sh
21	<i>Amphora caroliniana</i> Giffen	pg	alkf		b
22	<i>A. coffeaeformis</i> (Ag.) Kütz.	m	alkf	α	sh
23	<i>A. eunotia</i> Cl.	pg	alkf		b
24	<i>A. ovalis</i> Kütz. Родина <i>Entomoneidaceae</i>	i	alkf	β	b
25	<i>Entomoneis paludosa</i> (W. Sm.) Reim. Родина <i>Nitzschiaceae</i>	pg	alkf		b
26	<i>Nitzschia hungarica</i> Grun.	m	alkf	α	sh
27	<i>N. hybrida</i> Grun. Відділ <i>Chlorophyta</i> Клас <i>Ulothrichophyceae</i> Порядок <i>Ulothrichales</i> Родина <i>Ulothrichaceae</i>	m	alkf	β	b
28	<i>Ulothrix tenerrima</i> (Kütz.) Kütz.	gl	alkf	o – α	b

Умовні позначення:

pg — полігалоб, m — мезогалоб, gl — галофіл, i — індіферент, alkf — алкаліфіл, o — олігосапроб, β — бетамезосапроб, α — альфамезосапроб, sh — ширококорозповсюджений, a — b — аркто-бореальний, b — бореальний, t — тропічний вид

По видовій різноманітності переважали діатомові водорості (25 видів), що складало 89,3 % від загальної кількості знайдених таксонів. Серед них на долю класу центричних діатомей припадає 6 видів або 21,4 %. Найбільш важливі з них були представлені видами *Skeletonema costatum* і *Thalassiosira parva*. Пенатні діатомеї по кількості видів займають провідне місце (21 вид або 75,0 %). Більша частина пір'ястих діатомей (20 видів) відноситься до порядку *Raphales*. Тільки один вид (*Tabularia fasciculata*) належить до порядку *Araphales*. Переважаючими серед шовних були *Navicula pennata* var. *pontica*, *N. directa* і *Nitzschia hybrida*.



Рис. 1. Лід в Одеській затоці: 1 — смуга льоду, яка утворилася біля біостанції ОНУ 14 лютого 2003 року; 2 — окремі крижини льоду

Друге місце належить відділу *Cyanophyta*. До нього відносяться 2 види: *Spirulina major* і *Lyngbya confervoides*, які разом складають 7,1 % від загальної кількості знайдених видів водоростей.

На останньому третьому місці знаходиться відділ *Chlorophyta*, який представлений всього одним видом *Ulothrix tenerrima* (3,6 %).

Водорості були живі, в доброму стані, мали хроматофори від жовтого до коричневого кольору.

Більша частина знайдених водоростей вільно рухалися (16 видів або 57,1 %), інші (12 видів або 42,9 %) відносяться до нерухомих. Серед водоростей до поодиноких форм належали 17 видів (60,7 %), до колоніальних — 8 (28,6 %), до багатоклітинних — 3 види (10,7 %).

У товщі льоду були знайдені водорості планктону (21,4 %) і бентосу (78,6 %). Бентосні види представлені обростаннями (32,1 %) і донними формами (56,5 %).

Відомо, що солоність води грає важливу роль у розвитку і розподілу водоростей. Встановлено, що в цілому в льоді переважали групи полігалобів (39,3 %) і мезогалобів (39,3 %). Першим двом групам поступалася група олігогалобів (17,8 %), яка складається з підгруп галофілів (10,7 %) і індіферентів (7,1 %). Серед водоростей було виявлено один вид *Spirulina major* (3,6 %) невідомої галобності. Такий розподіл екологічних груп у відношенні до галобності відповідає коливанням солоності (4—17 ‰) води, характерної для Одеської затоки.

По відношенню до рН серед водоростей переважали алкаліфіли, які були представлені 26 видами або 92,9 %, що відповідає рН води (8,1—8,5) Одеської затоки, визначеної хімічним шляхом. Їм значно поступається група індіферентів (7,1 %).

Зі знайдених видів 14 виявилися індикаторами сапробності води. Найкраще представлена в Одеській затоці група α -мезосапробів (50,0 %), що свідчить про значне органічне забруднення акваторії. На другому місці знаходиться група β -мезосапробів (35,7 %). Олігосапроби представлені одним видом, що складає 7,1 %. Ще один вид — *Ulothrix tenerrima* — виявлено в проміжній зоні, де індикація сапробності може бути від 0 до α .

Сапробний індекс кріофільних водоростей Одеської затоки в середньому складає 2,0, що характеризує цю водойму як β -мезосапробну.

В обростаннях льоду не виявлено специфічних для цього субстрату видів водоростей — вони зустрічаються й на інших субстратах.

Найсприятливішими для життєдіяльності водоростей є нижній та середній шари льоду, а у його верхній товщі водорості відсутні. Останнє, можливо, пов'язане з неоднорідністю структури льоду та певною послідовністю заселення його товщі. Водорості, знайдені в товщі води, прикріплюються спочатку до нижньої поверхні. Потім, по мірі утворення нового шару льоду, вони переміщуються з нижнього шару в середню частину.

Чисельність водоростей взимку в товщі льоду коливалася в межах від 21,79 до 30,32 млн кл/л. При цьому середня чисельність мікрокопічних водоростей склала 26,06 млн кл/л.

Висновки:

1. Серед водоростей льоду Одеської затоки знайдено 28 видів, які відносяться до 17 родів, 13 родин, 6 порядків, 4 класів і 3 відділів.
2. За видовою різноманітністю провідну роль в альгофлорі відіграють діатомові (25 видів) водорості.
3. Кріофільна флора водоростей є солонуватоводно-морською, алкаліфільною і α -мезосапробною.

Література

1. *Балонов И. М.* Портативный прибор для концентрирования фитопланктона // Тр. Ин-та биол. внутр. вод. — 1979. — № 44. — С. 66—69.
2. *Бондарцев А. С.* Шкала цветов. — М. — Л.: Изд-во АН СССР, 1954. — 27 с.
3. *Борисенко А.* О вмерзании в лед планктонных организмов в Одесском заливе // Природа. — 1937. — № 8. — С. 104.
4. *Буйницкий В. Х.* Органическая жизнь в морском льду // Вестник ЛГУ. — 1974. — Вып. 3, № 8. — С. 76—81.
5. *Водоросли: Справочник / С. П. Вассер, Н. В. Кондратьева, Н. П. Масюк и др.* — К.: Наук. думка, 1989. — 608 с.
6. *Герасимюк В. П., Гусяков М. О.* Діатомові водорості льоду Хаджибейського лиману // Тез. доп. IX з'їзду УБТ (м. Дніпропетровськ, травень 1992 р.). — Київ, 1992. — С. 365—366.
7. *Диатомовые водоросли СССР. Ископаемые и современные.* — Л.: Наука, 1974. — Т. 1. — 400 с.
8. *Усачев И. И.* Микрофлора полярных льдов // Труды Института океанологии. — 1949. — Т. 3. — С. 216—259.
9. *Черное море / А. Вылканов, Х. Данов, Х. Маринов и др.* Л.: Гидрометеиздат, 1983. — 406 с.
10. *Medlin L., Priddle J.* Polar marine diatoms. - Cambridge: British Antarctic Survey, 1990. — 214 p.
11. *Roshet M., Legendre L., Demers S.* Accumulation of sea-ice microalgae to freezing temperature // Mar. Ecol. Progr. Ser. — 1985. — V. 24, № 1—2. — P. 245—249.

В. П. Герасимюк

Одесский национальный университет им. И. И. Мечникова, кафедра ботаники, ул. Дворянская, 2, Одесса, 65026, Украина

ЛЕДОВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ ОДЕССКОГО ЗАЛИВА ЧЕРНОГО МОРЯ

Резюме

Приводятся сведения о 28 видах ледовых водорослей Одесского залива Черного моря, относящихся к трем отделам: диатомовым, сине-зеленым и зеленым. Большая часть водорослей имели хроматофоры бурой окраски и активно передвигались. Во льду были обнаружены как бентосные (78,6 %), так и планктонные (21,4 %) формы. Среди водорослей к одиночным формам принадлежали 17 видов (60,7 %), к колониальным — 8 (28,6 %), к многоклеточным — 3 вида (10,7 %).

Ключевые слова: лед, водоросли, Одесский залив.

V. P. Gerasimyuk

Odessa National I. I. Mechnikov University, Department of Botany,
Dvoryanskaya St., 2, Odessa, 65026, Ukraine

SEA ICE ALGAE OF THE BLACK SEA ODESSA BAY

Summary

The information about 28 species of the Odessa bay sea ice algae, belonging to 3 divisions: diatoms, blue-green and green algae is presented. The main part of algae has brown-colored chromatophors and moves actively. There has been found both benthic (78,6 %) and plancton (21,4 %) forms in ice. The sea ice algae were represented by single (60,7 %), colonial (28,6 %), and polycell (10,7 %) organisms.

Keywords: ice, algae, the Odessa bay.