

## Склад і розподіл макрофітобентосу біля берегів півострова Тарханкут (Чорне море, Крим)

Садогурський С.Ю., Садогурська С.О., Беліч Т.В.

Нікітський ботанічний сад – Національний науковий центр,  
с/мт Нікіта, Ялта 98648, Крим  
ssadogurskij@gmail.com

Надійшла до редакції 19.07.2021. Після доопрацювання 02.08.2021. Підписана до друку 19.08.2021.  
Опублікована 22.09.2021

**Реферат.** Представлено дані про склад і розподіл макрофітобентосу морських і лагунних акваторій ділянки берегової зони Чорного моря на заході п-ва Тарханкут у літній період. Показано, що наявність і загальний характер рослинного покриву визначаються типом субстрату. У морі, де гідрологічні показники відносно однорідні, видовий склад і співвідношення еколого-флористичних груп макрофітів змінюються з віддаленням від берега і вздовж нього залежно від глибини і особливостей геоморфології окремих фрагментів берегової зони. В лагуні співвідношення таких груп змінюється уздовж комплексного градієнта факторів середовища, що формується підземним стоком прісних і морських вод. У межах обстеженої ділянки зареєстровано 91 вид макрофітів: *Tracheophyta* – 1 (1,1%), *Chlorophyta* – 23 (25,3%), *Ochrophyta (Phaeophyceae)* – 21 (23,1%) і *Rhodophyta* – 46 (50,5%). З них у морі відмічено 87 видів (у т.ч. 44 у псевдоліторалі і 81 у субліторалі), при цьому макрофітобентос має виражений морський олігосапробний характер. За кількістю видів домінують коротковегетуючі *Rhodophyta*, за біомасою, що досягає  $1 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2}$  у псевдоліторалі і майже  $7 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2}$  в субліторалі, – багаторічні *Phaeophyceae*. В лагуні відмічено 18 видів макрофітів (4 тільки в ній); за кількістю видів домінують мезосапробні коротковегетуючі *Rhodophyta*, морські й солонуватоводноморські макрофіти представлені порівну. За біомасою, що варіює в межах  $0,04\text{--}1,2 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2}$ , переважають полісапробні багаторічні *Tracheophyta*, що належать до морської групи. На момент проведення досліджень макрофітобентос акваторій обстеженої ділянки вирізнявся високими продукційними показниками, видовим та ценотичним різноманіттям. Були зареєстровані таксони і оселища, які підлягають особливій охороні в рамках регіональних і міжнародних програм. В цілому характер рослинності, склад флори і співвідношення основних еколого-флористичних показників відповідають визначеним для Тарханкутсько-Севастопольського гідроботанічного району Чорного моря. З огляду на соціологічну цінність, аквально-територіально-аквального комплексу рекомендовано до заповідання і включення до структур екологічних мереж, у т.ч. до Emerald Network. З посиленням антропогенного навантаження і загрозою трансформації берегової зони ще більш

© Садогурський С.Ю., Садогурська С.О., Беліч Т.В., 2021

актуальною стає проблема його збереження як одного з ключових резерватів флористичного та біотопічного різноманіття прибережно-морських акваторій Північного Причорномор'я.

**Ключові слова:** Чорне море, Крим, п-ів Тарханкут, макрофітобентос, видовий склад, структура, розподіл, збереження

## **Вступ**

Азово-Чорноморський регіон, як і інші регіони, розташовані уздовж морських і океанічних берегів, належить до найбільш трансформованих в Європі. Обумовлено це не тільки високою концентрацією населення, промислового і аграрного виробництва, транспортної інфраструктури, а й колосальним об'ємом різних поллютантів, що з третини субконтиненту потрапляють до майже замкнутого басейну. Це вкрай негативно впливає на рівень і розподіл біологічного різноманіття і, нарешті, на якість життя людей. Тому активізація і інтернаціоналізація природоохоронних процесів цілком закономірні. Їхня ефективність значною мірою залежить від підходу, який визначає концентрацію уваги та ресурсів. Виділення елементів екологічних мереж з подальшою їхньою інтеграцією в загальну наднаціональну структуру – основа сучасної природоохоронної стратегії в Європі (Emerald Network..., 2021). При цьому саме в береговій зоні моря трансформовані й природні ділянки примикають найбільш щільно одна до одної, а специфіка водного середовища лише підсилює їхній взаємозв'язок і взаємозалежність. Тому для прибережно-морських ділянок концепція екомережі є оптимальною. В їхніх межах прилеглі територіальні та аквальні компоненти утворюють різні за масштабами, але структурно і функціонально нероздільні територіально-аквальні комплекси. Саме вони мають становити основу будь-яких елементів екомереж у береговій зоні моря (Sadogurskiy et al., 2013, 2016, 2017a, b). У пріоритеті природні і слабко трансформовані територіально-аквальні комплекси, що претендують на роль ключових елементів. WWF і IUCN розглядають Крим як один із світових центрів природного фіторізноманіття (Johnson, 1995), втім навіть на цьому тлі Тарханкутський півострів вирізняється високим рівнем і природністю біологічного та ландшафтного різноманіття. Це визначає його виняткове соціологічне значення, але має також зворотний бік: район визнаний прихильниками неорганізованого і екстремального відпочинку. В останні роки процес формування рекреаційно-туристичної інфраструктури набув індустріального масштабу, тому проблема збереження природи Тарханкуту стає дедалі актуальнішою. Виявлення складу, структури і розподілу біорізноманіття – фундаментальний етап будь-яких природоохоронних проєктів, у т.ч. пов'язаних з виділенням елементів екомереж. І аквальні компоненти територіально-аквальних комплексів у цьому аспекті зазвичай найменш вивчені. Повною мірою це стосується протяжної і неоднорідної берегової зони Тарханкуту. Так, відомості про макрофітобентос –

автотрофну ланку, яка визначає конфігурацію, межі і навіть саме існування донних біогеоценозів, донині досить фрагментарні (Maslov, 2001; Milchakova et al., 2010; Sadogurska, 2017).

У зв'язку з цим ми виконали комплексне гідроботанічне обстеження аквальної (прибережно-морських і лагунних) компонентів територіально-аквального комплексу, розташованого на заході Тарханкуту. Раніше були представлені окремі етапи цього дослідження (Sadogurskiy, 2013, 2017, 2018, 2020; Sadogurskiy et al., 2016). В даній публікації узагальнюються його підсумки.

Тарханкутський півострів з точки зору геології є пологим валом з абсолютними висотами до 180 м, що утворився внаслідок тектонічного підняття. Він сформований шаром вапняків переважно сарматського і меотичного ярусів з прошарками глин, пісків і галечників (Yudin, 2013). Геоморфологія берегів надзвичайно різноманітна. На крайньому заході скельні миси Карамрун і Тарханкут замикають Караджинську бухту, яка й дала назву цій великій ділянці берегової зони (рис. 1, а).

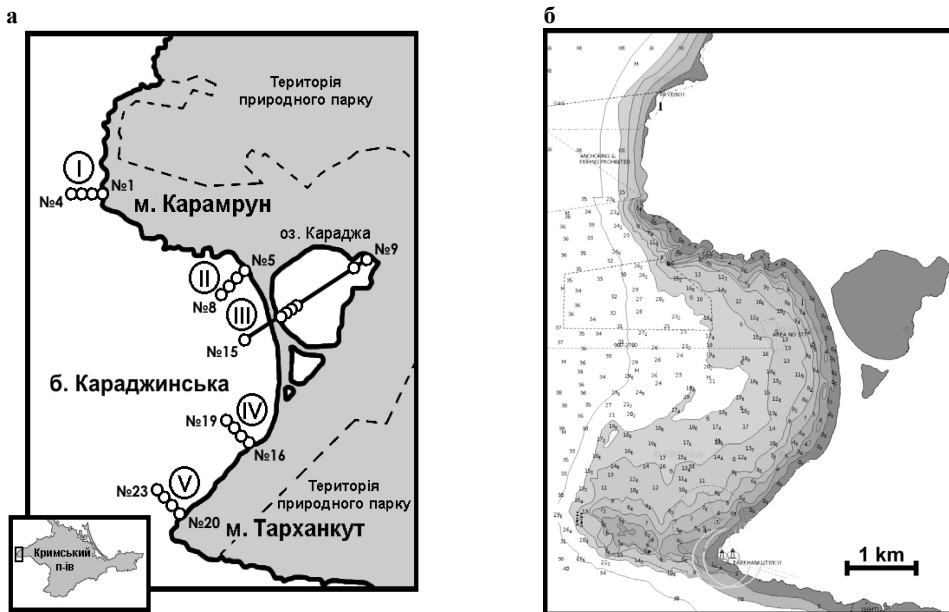


Рис. 1. Район досліджень: а – картосхема Караджинської ділянки п-ва Тарханкут: I–V – пункти/гідроботанічні розрізи, № 1–23 – номери крайніх станцій для кожного розрізу; б – батиметрична карта прибережно-морської акваторії обстеженої ділянки: відтінками сірого позначено глибини від 0 до 20 м (за <https://webapp.navionics.com/>)

На суші депресію бухти продовжують солоне лагунне оз. Караджа (Лиман) і прилеглі до нього з півдня невеликі водойми – Великий Кипчак і Малий Кипчак (Тарханкутська група). Їх відокремлює від моря акумулятивний пересип, що утворює східний берег бухти, облямований

широким пляжем (Zenkovich, 1960). Пересип, завдовжки 1 км, завширшки до 400 м і заввишки майже 1,5 м н.р.м., складений оолітовими вапняковими пісками з домішками битих мушель, виявляє ознаки поступового зміщення в бік суші. Озеро Караджа має площу 1,3–1,4 км<sup>2</sup> і максимальну глибину близько 2 м, яка що реєструється на відстані 150–170 м від пересипу (при цьому уздовж його підводного черепашково-піщаного схилу простежуються два паралельні вали). Далі мулисте дно підвищується в бік верхів'я балки. Площа водозбору озера 67 км<sup>2</sup>, значну роль в його живленні відіграють підземні води, в меншій мірі – поверхневі (дощові і талі) (Kurnakov et al., 1936). Живлення морськими водами відбувається шляхом штормового перекиду (іноді через тимчасові протоки) та шляхом фільтрації, тому рівень води нестабільний і часом перевищує рівень моря, що викликає зворотну фільтрацію ропи до моря та іноді паводкові прориви пересипу. Взаємозв'язок моря та озера обумовлює те, що хімічний склад ропи подібний до морського, а солоність зазвичай не набуває екстремальних значень (крім Б. і М. Кипчаків, які під час спостережень були сухими). Пологе дно бухти вкрите пухкими відкладами, подібними до тих, що формують пересип. Її північний і південний береги біля мисів абразійні і складені щільними вапняками, а поблизу примикання пересипу спостерігаються фрагменти відмерлого кліфу.

На півночі ділянки біля м. Карамрун прибережні обриви з активними кліфами подекуди сягають 30 м висоти і дрібнобухтовий берег практично не має "кишенькових" пляжів. Бічна грань скельної плити тут круто знижується від самого берега, тому дно приглибе, а ширина підводного бенчу, вкритого бриловим і брилово-валунним навалом, становить лише 200–250 м (рис. 1, б). У той же час біля м. Тарханкут до кліфу, що має висоту 1,5–2,0 м і незначний уступ розмиву, примикає великий пологий вапняковий бенч. Він формує над водою відносно вузький пляж, а під водою – низку широких пласких сходин. Фрагменти валунних скупчень з'являються на його рівній поверхні лише на глибині 4–7 м, а бічна грань віддалена на 1,5–2 км від берега. Від підніжжя скельної плити вздовж позначки 20–25 м дно навпроти обох мисів продовжує знижуватися і на глибині 35–40 м переходить до шельфової рівнини. Вона вкрита пухкими відкладами, подібними до тих, що формують дно бухти (Zenkovich, 1960). Головне джерело їх надходження – донна абразія, адже абразія прибережних скель незначна (до 0,1–0,2 м/рік) (Dzens-Litovskiy, 1955; Goryachkin, Ivanov, 2010; The current..., 2015). Прибережні води біля берегів п-ва Тарханкут через активну хвильову діяльність й наявність уздовжберегових течій (до 0,25–0,30 м/с) дуже динамічні (Markova, 2009). За нашими спостереженнями, якщо над приглибим дном біля м. Карамрун трансформація прибіжних хвиль відбувається біля самого берега, то південніше над пологим дном деформації профілю і забурунення хвиль починаються на значній відстані. Насамперед це спостерігається навпроти м. Тарханкут. У літній період в обстеженому

районі домінують вітри західних, північних і північно-західних румбів. Середні багаторічні значення показників для липня становлять: температура води 19,8 °С (середньорічні коливання 4,8–21,6 °С), мінералізація – 17,47 г·л<sup>-1</sup> (річні коливання 17,21–17,55 г·л<sup>-1</sup>) (Hydrometeorology..., 1991).

Караджинська ділянка розташована між двома кластерами природного парку (з 2009 р. Національний природний парк «Чарівна Гавань»; з 2015 р. донині за фактом – природний парк регіонального значення «Тарханкутський»), але природоохоронного статусу він не має. Зі сходу парку примикає с. Оленівка.

### Матеріали та методи

Гідроботанічне обстеження ділянки берегової зони Чорного моря протяжністю 10 км уздовж урізу води (див. рис. 1) виконано влітку 2012 р. за загальноприйнятими методиками з використанням легковолодазного спорядження (Kalugina, 1969; Kalugina-Gutnik, 1975). Місцезнаходження та основні гідрологічні параметри пунктів (профілів) і станцій представлені в табл. 1. Мінералізацію води визначали шляхом випарювання за сухим залишком, висушеним до постійної маси при температурі 105 °С. У псевдоліторалі на кожній станції відбирали 10 проб макрофітобентосу рамкою площею 0,01 м<sup>2</sup>, у субліторалі – п'ять проб рамкою площею 0,04 м<sup>2</sup>. Візуальне (без відбору проб) обстеження дна виконано до глибини 12 м (max 14). Таким чином, станції і візуальні спостереження охоплюють всі зони бенталі й більшу частину спектру глибин, де в обстеженому районі реєструється макрофітобентос.

Об'єкт дослідження – бентосні макрофіти. Номенклатура представників відділів *Chlorophyta*, *Ochrophyta* (*Phaeophyceae*), *Rhodophyta* і *Tracheophyta* представлена за «AlgaeBase» (Guiry, Guiry, 2021); імена авторів таксонів – в стандартному скороченні згідно з рекомендаціями IPNI (Authors..., 2001; The International..., 2021). За потреби додатково приведені номенклатурні комбінації за визначником А.Д. Зінової (1967), який був базовим при ідентифікації макроводоростей. Еколого-флористичні характеристики водоростей наведені за А.А. Калугіною-Гутник (1975); сапробіологічна і галобна характеристики – за неопублікованими даними А.А. Калугіної-Гутник та Т.І. Єрьоменко<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Еколого-флористичні шкали А.А. Калугіної-Гутник та Т.І. Єрьоменко не містять відомостей про представників *Tracheophyta*. *Ruppia maritima* витримує широкі діапазони значень і осмотичного, і рапідного факторів, тому в огляді Kantrud'a таксон охарактеризований як «солестійка прісноводна рослина» (Kantrud, 1991). Зважаючи на широке поширення *R. maritima* в високомінералізованих і евтрофованих водах (та відсутність у згаданих шкалах евтрибонтних градацій), ми відносимо її за галобністю до морської групи, а за сапробністю – до полісапробів (Sadogurskiy, Belich, 2003).

Таблиця 1. Характеристика пунктів відбору проб у морських і лагунних акваторіях Караджинської ділянки п-ва Тарханкут (пункти/профілі I–V, станції № 1–23)

Пара- метри	I				II			
	м. Карамрун				б. Караджинська (північ)			
	ПСЛ	СБЛ			ПСЛ	СБЛ		
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8
<i>h</i> , м	±0,15	1	3	5–6	± 0,3	1,5	3,0	5,0
<i>l</i> , м	0	5–15	50–70	130–150	0	100–120	190–210	280–300
<i>M</i> , г·л <sup>-1</sup>	17,6				17,4			
<i>t</i> , °C	22,5				22,5			
GC	45°23'28,5"N 32°28'50,5"E				45°22'54,9"N 32°30'31,3"E			
	III							
	оз. Караджа							б. Караджинська (центр)
	СБЛ							
	№ 9	№ 10	№ 11	№ 12	№ 13	№ 14	№ 15	
<i>h</i> , м	0,2–0,4	0,5–0,7	1,5	1,0	0,5	0,1–0,2	3,0	
<i>l</i> , м	15–30	100–150	100	30–40	15–20	1–2	200	
<i>M</i> , г·л <sup>-1</sup>	29,2		36,4				17,4	
<i>t</i> , °C	30,1		26,3				22,5	
GC	45 ° 22'29,3 "N 32 ° 30'49,1" E							
	IV				V			
	б. Караджинська (південь)				м. Тарханкут			
	ПСЛ	СБЛ			ПСЛ	СБЛ		
	№ 16	№ 17	№ 18	№ 19	№ 20	№ 21	№ 22	№ 23
<i>h</i> , м	0,05–0,15	1	3	5	±0,05–0,10	1	3	5
<i>l</i> , м	0	25–30	100–120	250–300	0	25–35	100–120	270–300
<i>M</i> , г·л <sup>-1</sup>	17,5				17,5			
<i>t</i> , °C	22,5				22,0			
GC	45°21'33,2"N 32°30'35"E				45°20'59,0"N 32°29'44,0"E			

Параметри: *h* – глибина; *l* – відстань від урізу води; *M* – мінералізація води; *t* – температура поверхневого шару води (у морі – на відстані 5 м від урізу води), GC – географічні координати точки перетину профілем лінії урізу води (координати Google). ПСЛ – псевдолітораль, СБЛ – сублітораль. Для ПСЛ *h* – в межах вертикального діапазону згинно-нагінних коливань рівня води. Для станцій, що розташовані в озері, відстань (*l*) дано: для № 9, 10 – від континентального берега, для № 11–14 – від берега пересипу. Інформацію про лагунну акваторію виокремлено контрастною заливкою.

Проективне покриття (ПП) встановлювали окомірно, середню біомасу (БМ)<sup>2</sup> – для кожного виду окремо; яруси в угрупованнях виділяли за

<sup>2</sup> Для кожного таксона показники біомаси (сира вага) і результати статистичної обробки наводилися в публікаціях, присвячених фітобентосу окремих пунктів Караджинської ділян-

аспективними видам з урахуванням БМ, висоту рослинного покриву (ВР) характеризували за середніми значеннями довжини таломів (або пагонів) видів-домінантів верхнього ярусу.

### Результати та обговорення

Обстеження акваторій, локалізованих у береговій зоні Караджинської ділянки, показали такі результати.

У **прибережній морській акваторії** рослинний покрив **псевдоліторалі** – найверхньої зони бенталі, де зареєстровані макрофіти<sup>3</sup>, – досить неоднорідний. Біля м. Карамрун (I – № 1) на поверхні абразійних ніш і брилово-валунних навалів, які облямовують відкритий приглибий берег, зафіксовано двоярусне полідомінантне угруповання *Palisada perforata* + *Nemalion elminthoides* – *Jania virgata* + *Cladophora sericea*. Воно формує пояс 0,3–0,5 м завширшки при ВР до 10–12 см, в якому відмічені максимальні показники ПП, БМ і кількості видів (КВ) для псевдоліторалі всього обстеженого району (табл. 2). Рослинний покрив псевдоліторалі лише зрідка формує виражені яруси, набагато частіше він демонструє досить чітку диференціацію на дві підзони (Sadogurskiy, 2007). Втім останнє більш характерне для районів зі значними згінно-нагінними коливаннями рівня, які біля берегів Тарханкуту незначні. Південніше, на периферії (по обидва боки) Караджинської бухти, на фрагментах валунного навалу і абразійної ніші поясом завширшки 0,1–0,3 м розвиваються угруповання *Cladophora sericea* + *Ceramium ciliatum* (II – № 5) і *Cladophora sericea* + *Ulva linza* (IV – № 16). Вони характеризуються помірними значеннями основних кількісних показників, ярусність не виражена, але навіть в II – № 5 аспект формують представники *Chlorophyta*, бо при ВР до 5–7 см таломі кладофори лише на 7–10 мм крупніші за таломі цераміуму, що створює своєрідне темне «підшерстя» (див. табл. 2). Ще південніше, біля м. Тарханкут (V – № 20), структура псевдоліторальної рослинності порівняно з прилеглою периферичною частиною бухти (IV – № 16) ще більше спрощується. На ділянках пологого валунного пляжу і фрагментах абразійної ніші невисоких уступів, що окантовують широкий підводний бенч, монодомінантне угруповання *Ulva linza* утворює нерівний вузький (0,1–0,2 м) пояс з тією ж ВР (5–7 см). У ньому відмічені мінімальні для морської псевдоліторалі району показники БМ і КВ (див. табл. 2). Таким чином, всупереч очікуванням рослинний покрив псевдоліторалі замикаючих місць (I і V) різний, а вздовж узбережжя з півночі на південь простежується посту-

ки (Sadogurskiy, 2013, 2017, 2018, 2020; Sadogurskiy et al., 2016). В даній роботі ми їх не дублюємо.

<sup>3</sup> З огляду на морфологію берега, можна передбачити підйом макрофітів до супраліторалі біля м. Карамрун та в подібних місцях взимку, як це відбувається, наприклад, на Південному березі Криму (Sadogurskaya, 2005).

пове спрощення структури і зниження основних кількісних показників псевдоліторальної рослинності. При цьому на вершині бухти на м'яких рухливих ґрунтах (п. III) псевдоліторальна рослинність відсутня.

Таблиця 2. Макроскопічна донна рослинність морських і лагунних акваторій Караджинської ділянки п-ва Тарханкут (пункти/профілі I–V, станції № 1–23)

Пара- метри	I				II				
	м. Карамрун				б. Караджинська (північ)				
	ПСЛ	СБЛ			ПСЛ	СБЛ			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	
РУ	<i>Palisada perforata</i> + <i>Nemalion elminthoides</i> – <i>Jania virgata</i> + <i>Cladophora sericea</i>	<i>Ericaria crinita</i> f. <i>bosporica</i> + <i>Vertebrata</i> <i>subulifera</i> – <i>Cladostephus</i> <i>hirsutus</i> + <i>Palisada</i> <i>perforata</i> – <i>Gelidium</i> <i>spinosum</i> + <i>Jania virgata</i>	<i>Ericaria crinita</i> f. <i>bosporica</i> + <i>Vertebrata</i> <i>subulifera</i> – <i>Cladostephus</i> <i>hirsutus</i> – <i>Jania virgata</i>	<i>Ericaria crinita</i> f. <i>bosporica</i> + <i>Vertebrata</i> <i>subulifera</i> – <i>Phyllophora</i> <i>crispata</i> + <i>Cladostephus</i> <i>hirsutus</i> – <i>Jania virgata</i>	<i>Cladophora sericea</i> + <i>Ceramium ciliatum</i>	<i>Ceramium ciliatum</i> + <i>Vertebrata subulifera</i>	<i>Ericaria crinita</i> f. <i>bosporica</i> + <i>Vertebrata</i> <i>subulifera</i> – <i>Cladostephus</i> <i>hirsutus</i>		
ПП, %	75–80	100	100	100	70–75	75–80	90–100	90–95	
БМ, кг·м <sup>-2</sup>	1066	3784	6770	6189	650	853	5077	4506	
		$\bar{x}$ 4452				$\bar{x}$ 2771			
КВ, од.	32	45	41	31	21	22	39	32	
		Σ68				Σ58			
	<b>III</b>								
	оз. Караджа							б. Караджинська (центр)	
	СБЛ								
	№ 9	№ 10	№ 11	№ 12	№ 13	№ 14	№ 15		
РУ	<i>Ruppia maritima</i>		<i>Chondria capillaris</i> + <i>Callithamnion</i> <i>granulatum</i>	<i>Ruppia maritima</i>	<i>Ullothrix flacca</i>	<i>Chondria capillaris</i>	<i>Ulva linza</i> + <i>Cladophora sericea</i>		
ПП, %	80–95	75–85	15–20	65–70	10–15	50–75	10–15		
БМ, кг·м <sup>-2</sup>	1158	966	41	463	37	117	95		
		$\bar{x}$ 464							
КВ, од.	4	6	8	10	11	14	15		
		Σ18							
Пара- метри	IV				V				
	б. Караджинська (південь)				м. Тарханкут				
	ПСЛ	СБЛ			ПСЛ	СБЛ			
	№ 16	№ 17	№ 18	№ 19	№ 20	№ 21	№ 22	№ 23	



РУ	<i>Cladophora sericea</i> + <i>Ulva linza</i>	<i>Ericaria crinita</i> f. <i>bosphorica</i> + <i>Vertebrata subulifera</i>	<i>Ericaria crinita</i> f. <i>bos-</i> <i>phorica</i> + <i>Vertebrata</i> <i>subulifera</i> – <i>Cladostephus hirsutus</i>	<i>Ulva linza</i> + <i>Cladophora sericea</i>	<i>Ulva linza</i>	<i>Ericaria crinita</i> f. <i>bosphorica</i> + <i>Vertebrata subulifera</i> – <i>Padina pavonica</i>	<i>Ericaria crinita</i> f. <i>bosphorica</i> + <i>Vertebrata subulifera</i> – <i>Cladostephus hirsutus</i>	
ПП, %	70–75	90–100	90–100	10–15	70–75	90–100	90–100	
БМ, кг·м <sup>-2</sup>	491	2576	4453	61	231	3117	4517	
	$\bar{x}$ 1 895				$\bar{x}$ 3092			
КВ, од.	21	42	41	16	19	42	44	
	$\Sigma$ 57				$\Sigma$ 62			

Параметри: РУ – рослинне угруповання (назва); ПП – проективне покриття; БМ – біомаса ( $\bar{x}$  – середня в пункті); КВ – кількість видів ( $\Sigma$  – сумарна). ПСЛ – псевдолітораль, СБЛ – сублітораль. Інформацію про лагунну акваторію виокремлено контрастною заливкою.

Рослинний покрив морської субліторалі однорідніший: майже всюди твердий субстрат вкривають угруповання з домінуванням представників роду *Cystoseira* s. l.<sup>4</sup>. В залежності від пункту і глибини вони різняться показниками БМ, ПП, КВ та особливостями просторової структури (насамперед кількістю і складом нижніх ярусів), проте мають спільну рису. Скрізь верхній ярус сформований *Ericaria crinita* f. *bosphorica*, в якій на дистальних кінцях найбільших гілок рясно розростається *Vertebrata subulifera*. Вона лежить ніби на поверхні заростей внаслідок нейтральної або слабкої позитивної плавучості.

На «мілководді» (близько або трохи більше 1 м) навпроти замикаючих мисів показники ПП (90–100%) і КВ (42–45 од.) подібні (див. табл. 2). Втім біля м. Карамун (I – № 2), де глибина стрімко збільшується, на брилово-валунному навалі в багатоярусному угрупованні *Ericaria crinita* f. *bosphorica* + *Vertebrata subulifera* – *Cladostephus hirsutus* + *Palisada perforata* – *Gelidium spinosum* + *Jania virgata*, що розвивається майже від урізу води, БМ сягає 3,8 кг·м<sup>-2</sup> при ВР 32,0 см. Тоді як біля м. Тарханкут і в прилеглій південній периферії бухти плаский скельний бенч до глибини 0,3–0,5 м практично позбавлений макроскопічної рослинності: над пологим дном штормові хвилі трансформуються і насичуються абразивом та просто обдирають її. Тому угруповання *Ericaria crinita* f. *bosphorica* + *Vertebrata subulifera* (IV – № 17) і *Ericaria crinita* f. *bosphorica* + *Vertebrata subulifera* – *Padina pavonica* (V – № 21) розвиваються лише на значній відстані (до 10–15 м) від берега і характеризуються не тільки спрощеною вертикальною структурою, але й нижчими показниками БМ (2,6–3,1 кг·м<sup>-2</sup>) та ВР (25,9 см), особливо в південній частині бухти (див. табл. 2). У північній її частині на «мілководді» фрагмен-

<sup>4</sup> На підставі результатів молекулярно-генетичного і анатомо-морфологічного аналізів рід *Cystoseira* s.l. нині розділено на три роди: *Cystoseira* C. Agardh, s. str., *Ericaria* Stackh. і *Gongolaria* Boehm. (Orellana et al., 2019; Molinari, Guiry, 2020). Представники двох останніх родів зустрічаються в Чорному морі (Sadogurska et al., 2021).

ти валунного навалу вкриває угруповання *Ceramium ciliatum* + *Vertebrata subulifera* (II – № 6). Невисокими продукційними показниками і загальним видом воно нагадує рослинність прилеглої псевдоліторалі (II – № 5). Представники *Cystoseira* s. l. тут не трапляються навіть як паростки. У верхів'ї бухти (III) на рухливих пісках прибережної мілководної зони в умовах підвищеної гідродинаміки (рекреанти також спричиняють негативний механічний вплив) рослинний покрив відсутній.

Уздовж середніх глибин ( $\approx 3$  м) «цистозірові» угруповання найпродуктивніші і водночас найоднорідніші в усіх пунктах. На брилово-валунному (I – № 2) і валунному навалах (I – № 3, II – № 7, IV – № 18, V – № 22) відмічено двоярусне угруповання *Ericaria crinita* f. *bosphorica* + *Vertebrata subulifera* – *Cladostephus hirsutus*. При ПП 90–100% і КВ 39–44 од., ВР і БМ коливаються в межах 22,2–41,6 см і 4,5–6,8 кг·м<sup>-2</sup> відповідно (див. табл. 2). При цьому біля м. Карамрун (I – № 2) значення двох останніх показників максимальні для всього обстеженого району. Тут співдомінантом другого ярусу, як і всюди в цьому пункті, виступає *Jania virgata* (в інших пунктах таксон трапляється рідше і в незначній кількості). У той же час з віддаленням від прибережного мілководдя на пухких ґрунтах у центральній частині бухти від 3 м і глибше розвивається малопродуктивний, але рівномірний ефемерний рослинний покрив. В угрупованні *Ulva linza* + *Cladophora sericea* при ПП 10–15%, ВР 3–5 см і БМ до 0,1 кг·м<sup>-2</sup> КВ налічує лише 15–16 од. (III – № 15, IV – № 19, а також на профілі II глибше ст. № 8, де проби не відбирали) (див. табл. 2). ПП і БМ у ньому залежать від кількості мушель на поверхні ґрунту, бо до них прикріплюються макроводорості, і від тривалості періодів відносного безвітря, адже пошкодження цих альгоценозів відбуваються навіть після нетривалих штормів. Загалом влітку така картина досить характерна, наприклад для великих азовоморських бухт (Sadogurskiy, Belich, 2004).

З ростом глибини до  $\approx 5$  м у рослинному покриві, що розвивається на брилово-валунному і валунному навалах, всі відмінності між пунктами (I – № 4, II – № 8 і V – № 23) ще більш нівелюються. Лише біля м. Карамрун (I – № 4) у другому ярусі *Cladostephus hirsutus* поступово заміщується *Phyllophora crispa*, а в п. IV на глибині 5 м і глибше тверді ґрунти вже відсутні, як і в центральній частині бухти (див. вище). ПП становить 90–100%, ВР – 30,7–40,3 см, БМ – 4,5–6,1 кг·м<sup>-2</sup>, а КВ, у порівнянні з триметровою ізобатою, зменшується до 31–37 од. (див. табл. 2).

При високій прозорості води візуальне обстеження показало, що до глибини 12(14) м характер рослинного покриву в більшості обстежених пунктів загалом лишається подібним зафіксованому на глибині 5 м. Враховуючи особливості морфології підводного берегового схилу та розподілу на його поверхні різних субстратів, слід припустити, що в обстеженій морській акваторії нижня межа макроскопічної рослинності пролягає орієнтовно вздовж ізобати 20 м (див. рис. 1, б).

**Лагунне оз. Караджа** в період проведення досліджень являло замкнуту водойму, в якій згінно-нагінні коливання рівня були відсутні і псевдолітораль не сформована. Це відрізняло його від напівізольованих лагун, де вітрові реверсивні течії перерозподіляють через протоки значні обсяги води, що обумовлює виникнення черепашково-піщаної псевдоліторалі зі специфічною рослинністю (Sadogurskiy, 2006, 2010). Зміна основних гідрологічних показників (див. табл. 1) була викликана, з одного боку, високою інсоляцією влітку, яка підвищує температуру і концентрацію ропи, з іншого – вельми інтенсивним надходженням підземних вод: прісних з материка (найвідчутливішим у вершині балки) і солоних морських через відклади пересипу. На периферії озерної субліторалі в умовах майже нульової прозорості вод на мулистих (з домішками черепашок) ґрунтах реєструвалося монодомінантне угруповання *Ruppia maritima* з ПП 65–95%, ВР 16,9–40,1 см і БМ 0,5–1,2 кг·м<sup>-2</sup> (див. табл. 2). Воно кільцем охоплювало мілководдя до глибини 0,5–0,7 (1,0) м. У верхів'ї водойми і вздовж її материкових берегів, де ширина, висота і продукційні показники цього пояса максимальні (III – № 9–10), вища рослинність починалася одразу від урізу води, а зарості були полегли через падіння рівня води. З боку пересипу, де ці показники були мінімальними (III – № 12), поширення рупії обмежував шар черепашок, що осипалися схилом і перекривали мул.

Наявність мушель на поверхні мулу обумовлювало те, що біля пересипу «кільце» рупії з боку центру водойми (тобто зсередини) пунктирно облямовувала неширока переривчаста смуга розрідженого угруповання *Chondria capillaris* + *Callithamnion granulatum* з ПП 15–20%, ВР 3–5 см і БМ 0,04 кг·м<sup>-2</sup> (III – № 11) (див. табл. 2). Центральну частину западини на глибині  $\geq 1,0$ –1,5 м вкривав позбавлений рослинного покриву в'язкий напіврідкий мул. Від рупієвого «кільця» в бік пересипу (назовні) простежувалося поясне взаєморозташування малопродуктивних (БМ 0,04–0,12 кг·м<sup>-2</sup>) низькорослих (ВР 2–5 см) угруповань, обумовлене чергуванням паралельних акумулятивних валів і западин на тлі стрімкого зменшення глибини. На невеликому валу зафіксовано розріджене (ПП 10–15%) угруповання *Ulothrix flacca* (III – № 13), а в западині між цим валом і пересипом – досить густе (ПП до 75%) угруповання *Chondria capillaris* (III – № 14) (див. табл. 2). Макроводорості розвивалися на різних субстратах, втім в угрупованні *Ruppia maritima* практично всі вони реєструвалися в епіфітоні (у т.ч. *Carradoriella denudata*, *Chondria capillaris* і *Acrochaetium secundatum* – у великій кількості). А у водоростевих угрупованнях, наприклад, *Lophosiphonia obscura* оселяється переважно на піску та мушлях і, незважаючи на порівняно невелику біомасу, ефективно стабілізує верхній шар пухких відкладів.

Аналіз складу і структури рослинного покриву свідчить про те, що в морській акваторії обстеженої ділянки на твердих ґрунтах субліторалі в 10 випадках із 11 зафіксовано варіації угруповання *Ericaria crinita* f. *bosphorica*

+ *Vertebrata subulifera* – *Cladostephus hirsutus*, що відрізняються лише складом і співвідношенням субдомінантів другого і третього ярусів, якщо останній взагалі наявний (див. табл. 2). Ярус коркових *Rhodophyta* на поверхні твердих субстратів не виражений. На пухких ґрунтах субліторалі розвивається одне ефемерне угруповання. Рослинний покрив псевдоліторалі, де на твердих ґрунтах виявлено чотири угруповання, більш гетерогенний. У лагуні на пухких ґрунтах зафіксовано чотири рослинних угруповання (з урахуванням того, що два випадки є варіаціями угруповання *Chondria capillaris*).

Загалом в морських і лагунних акваторіях обстеженого району ідентифіковано 91 вид макрофітів: *Tracheophyta* – 1 (1,1%), *Chlorophyta* – 23 (25,3%), *Ochrophyta (Phaeophyceae)* – 21 (23,1%) і *Rhodophyta* – 46 (50,5%) (табл. 3, електронний додаток\*) Серед них у морі зареєстровано 87 видів, у т.ч. 44 в псевдоліторалі та 81 в субліторалі (хоча власні спостереження та аналіз літературних даних свідчать про те, що при всій специфічності умов цих двох зон облігатних псевдо- чи субліторальних макрофітів в Азово-Чорноморському басейні не виявлено).

За аналізом складу та розподілу макрофітобентосу в обстеженому районі виявлено наступні особливості.

У прибережній морській акваторії для псевдоліторального макрофітобентосу простежується чітка тенденція до зменшення КВ і БМ вздовж берега в напрямку з півночі на південь (див. рис. 1, а, табл. 2). У субліторалі на твердих ґрунтах показники КВ найбільш високі на глибині 1–3 м, а БМ – на глибині 3–5 м. При цьому значення цих показників зменшуються не тільки зі збільшенням глибини від 3 до 5 м, але й уздовж берега (хоча уздовж п'яти-метрової ізобати рослинний покрив найбільш монотонний і ці зміни мінімальні).

За всіма показниками частка *Chlorophyta* найвища в псевдоліторалі. Хоча на півночі району (біля м. Карамун) за КВ (50%) і за БМ (до 87%) навіть у цій зоні переважають *Rhodophyta*, далі на південь саме *Chlorophyta* стають домінуючою систематичною групою (до 38–42% за КВ і до 67–92% за БМ). Роль *Phaeophyceae* в псевдоліторалі несуттєва. Проте у складі субліторального фітобентосу на твердих ґрунтах частка *Chlorophyta* за БМ рідко перевищує 1–2%, хоча за КВ й досягає 16–28%. За незначним винятком на всіх обстежених глибинах на твердих ґрунтах за БМ закономірно (їдеться про «цистозірові» угруповання) домінують *Phaeophyceae*. Їхня частка переважно становить 70–85%. Втім за КВ вагома частка (до 64%) тут належить *Rhodophyta* і з глибиною вона майже не змінюється.

Аналіз сапробіологічного складу свідчить про те, що загалом морська альгофлора обстеженого району має виражений олігосапробний характер.

---

\* Див. електронний додаток до статті на сайті журналу: [https://algologia.co.ua/pdf/31/3/alg-2021-31-3-249\\_supp.pdf](https://algologia.co.ua/pdf/31/3/alg-2021-31-3-249_supp.pdf).

На твердих ґрунтах частка олігосапробів найменша в псевдоліторалі. За КВ вона складає 29–59%, не проявляючи чіткої тенденції уздовж берега, а за БМ знижується від 53–80% на півночі до 8–29% на півдні. Водночас в субліторалі частка цієї групи стабільно висока: 50–68% за КВ і 94–99% за БМ (без чітких тенденцій уздовж берега і з глибиною).

Коротковегетуючі види водоростей у морській акваторії переважають за КВ. На твердих ґрунтах в псевдоліторалі їхня частка становить 75–91%, а в субліторалі – 55–86%, при цьому вона помітно зменшується з глибиною (уздовж узбережжя значення стабільніші – в середньому 66–69% КВ в окремих пунктах). За БМ в псевдоліторалі теж переважають коротковегетуючі види (88–100%), хоча біля м. Карамрун їхній внесок становить лише 29%. Втім у субліторалі на обстежених глибинах на твердих ґрунтах 67–93% БМ формують багаторічні види.

Серед галобних угруповань з великою перевагою домінують морські водорості – в середньому 69–75% за КВ і 91–98% за БМ в окремих пунктах. Найменше їх у псевдоліторалі – 42–66% за КВ і 33–81% за БМ (найвищі значення біля м. Карамрун, найнижчі – поблизу м. Тарханкут). Частка солонуватоводноморських водоростей найбільша в псевдоліторалі (29–47% за КВ і 19–91% за БМ). Частка солонуватоводних видів у формуванні флори і рослинного покриву прибережної акваторії вкрай незначна (наприклад, за БМ в більшості випадків вона коливається від 0 до декількох часток відсотка). У субліторалі вздовж берега немає вираженої тенденції до зміни співвідношення галобних груп.

Рослинний покрив, що розвивається на м'яких ґрунтах у субліторалі центральної частини бухти, інший. У цих ефемерних альгоценозах БМ на порядок, а ПП і ВР у декілька разів менші, ніж у багаторічних заростевих угрупованнях твердих ґрунтів. Також суттєво відрізняється і співвідношення еколого-флористичних груп. Видовий склад угруповань значно бідніший, переважну частину БМ формують коротковегетуючі (97–99%) мезосапробні (97–99%) солонуватоводноморські (96–99%) макроводорості. Хоча за КВ різниця з твердими ґрунтами не така явна. З цього принаймні випливає, що при порівняльному аналізі еколого-флористичного складу макрофітобентосу, зареєстрованому в різних акваторіях або в тій самій акваторії, але в різний час, доцільно співставляти рослинні угруповання, які подібні за загальним характером і структурою.

В цілому в морській акваторії в більшості випадків домінують представники тепловодного комплексу – 53–58% за КВ і 82–91% за БМ у середньому за окремими пунктами. При цьому в субліторалі їхня частка відносно стабільна (уздовж берега і на окремих глибинах вона наближається до вказаних середніх показників). У псевдоліторалі за КВ частка тепловодного комплексу дещо менша (48–52%), а за БМ діапазон значень досить великий (39–81%), проте певних тенденцій в цих просторових змінах немає.

Із вказаного вище загального значення КВ **в лагунній акваторії** оз. Караджа відмічено 18 таксонів (*Tracheophyta* – 1, *Chlorophyta* – 8 і *Rhodophyta* – 9). Чотири з них знайдено виключно в озері, але вважаємо, що (за винятком *Ruppia maritima*) їхнє виявлення в прилеглий морській акваторії залежить лише від обсягу подальших досліджень. На тлі збільшення в бік пересипу значень КВ в озері домінують *Rhodophyta* (50–60%). Переважають мезосапробні (50–75%) коротковегетуючі (75–100%) макрофіти, морські та солонуватоводноморські види представлені майже порівну. При цьому певної тенденції до зміни співвідношення еколого-флористичних угруповань за КВ не виявлено.

Проте аналіз зміни співвідношення за БМ показав, що у верхів'ї озера домінують багаторічні полісапробні морські *Tracheophyta* (84–94%). Біля протилежного берега, де БМ значно нижча, більшу роль відіграють мезо- (до 98%) і олігосапробні (до 96%) короковегетуючі (до 100%) *Rhodophyta* і *Chlorophyta* (до 67 і 97% відповідно). Найбільш стенобіонтних *Phaeophyceae* в озері не знайдено, що спричинено високими (порівняно з морем) градієнтами основних факторів середовища. Мінералізація водойми перевищує чорноморську та наближається до значень, характерних океанічним водам (особливо біля пересипу) (див. табл. 1). Це обумовлює домінування за БМ морської групи макрофітів, а також частково пояснює досить різноманітний видовий склад і значну роль *Rhodophyta* в складанні флори. Це більш притаманне напівізовольованим прибережним лагунам, де мінералізація і температура води не досягають екстремальних значень, типових для ізовольованих гіпергалійних озер (Sadogurskiy, 2006, 2010). У даному випадку відсутність проток у тілі пересипу компенсується інтенсивною інфільтрацією морської води з його відкладів.

Співвідношення холодноводного і тепловодного комплексів (28–38/53–58%), а також участь видів-космополітів (9–17%) у складі флори обстеженого району (включаючи озеро та бухту) близькі до пропорції, відомої для Тарханкутсько-Севастопольського району Чорного моря (Kalugina-Gutnik, 1975). При цьому в озері внаслідок зменшення ролі холодноводного комплексу частка космополітів за КВ вдвічі вища, ніж у середньому по морській акваторії. Водночас представники тепловодного комплексу загалом формують 82–91% БМ рослинного покриву акваторій обстеженої ділянки. Рівень ендемізму в її межах при цьому порівняно невисокий (2 таксони), проте він порівнянний з показниками, характерними, наприклад, для природних заповідників Криму (Sadogurskiy et al., 2019).

Таким чином, у морських і лагунних акваторіях Караджинської ділянки наявність і загальний характер рослинного покриву визначаються типом субстрату. У прибережно-морській акваторії, де гідрологічні показники відносно однорідні, видовий склад і співвідношення окремих компонентів (еколого-флористичних груп макрофітів) змінюються з віддаленням від берега і

вздовж нього, що пов'язано зі зміною інтенсивності комплексу чинників (відповідно з глибиною і в залежності від геоморфологічних особливостей окремих фрагментів узбережжя). В лагуні комплексний градієнт факторів середовища, який певною мірою може впливати на якісні і кількісні показники фітобентосу, здебільшого формується антагоністичним підземним стоком прісних вод з материка та морських вод з відкладів пересипу (в посушливий період – на тлі загального підвищення мінералізації).

Дослідження показали, що на момент проведення в морській і лагунній акваторіях Караджинської ділянки макрофітобентос мав високі продукційні показники, видове та ценотичне різноманіття. В їхніх межах збереглися таксони і природні рослинні угруповання, що є типовими для Тарханкутсько-Севастопольського гідроботанічного району Чорного моря. Співвідношення еколого-флористичних груп у макрофлорі також було досить типовим. Максимуми КВ сконцентровані біля мисів Карамрун і Тарханкут (див. табл. 2). Це ще раз свідчить про сучасну роль скельних мисів (зазвичай менш трансформованих, аніж прилеглі вирівняні фрагменти берега) як центрів таксономічного різноманіття морської фітобіоти (Sadogurskiy et al., 2017b). У флорі обстеженої ділянки зареєстровано 24 раритетних таксони, які включено в созологічні переліки різного рангу (див. табл. 3, електронний додаток), а оселища, основу яких формують угруповання макрофітів, підпадають під дію Директиви ЄС «Про збереження природних оселищ та видів природної фауни і флори» (Council Directive 92/43/EEC) (Sadogurskiy, 2013, 2017, 2018, 2020). Морські та лагунні акваторії обстеженої ділянки є місцем існування низки раритетних і промислових видів морських тварин і кормовою базою орнітофауни на прольоті, оскільки саме тут проходять відгалуження транс-континентальних міграційних шляхів. При цьому лагунні озера Караджа та В. Кипчак – є одним з небагатьох фрагментів водно-болотних угідь Тарханкутського п-ва. Беручи до уваги рівень і раритетність біорізноманіття сухопутного компонента (що включає пересип і прилеглі корінні береги бухти із замикаючими мисами), созологічна цінність всього цілісного територіально-аквального комплексу Караджинської ділянки є незаперечною. Окремі території Тарханкуту (UA0000130, UA0000376) вже включено до складу Смарагдової мережі Європи – Emerald Network (List..., 2020). А на основі комплексу критеріїв (у т.ч. гідроботанічних) відтепер і аквальні компоненти обстеженої ділянки запропоновані до її складу (UA0000388; за класифікацією EUNIS оселища: A1.44, A2.2, A2.3, A2.4, A2.5, A2.61, A3, A4, A5, B1.1, X02) (Sadogurska et al., 2020). Це, безумовно, позитивний момент, адже ділянка є одним з ключових резерватів для збереження та відновлення прибережно-морської фітобіоти і оселищ Північного Причорномор'я.

Однак останні кілька років екологічна ситуація в межах берегової зони Караджинської ділянки поступово ускладнювалася внаслідок активізації господарської діяльності, яка передбачає значну трансформацію оз. Караджа

та прилеглих територій та прибережно-морських акваторій. Кілька десятиліть тому, даючи науковий опис берегів Караджинської ділянки, дослідники називали її наймальовничішим куточком не тільки Тарханкуту, але й усього Криму (Kurnakov et al., 1936; Zenkovich, 1960). Ще донедавна на сайті Рескомводгоспу Криму озеро значилося в категорії лікувальних (Sadogurskiy, 2013). Пізніше його планували перетворити на яхтову марину, а нині на сайті тієї ж структури розміщено інформацію про дозвіл на вилучення водних ресурсів і скидання стічних вод (Information..., 2019, с. 138: № 761–762). Воно вже використовується для рибництва, на узбережжі розгорнуто автокемпінги і глемпінги, опубліковано тендери на проектно-дослідницькі роботи щодо перетворення пересипу в набережну. Також у межах ділянки (у т.ч. у береговій зоні) в рамках створення туристичного кластера заплановано реалізацію низки масштабних інвестпроектів, пов'язаних з аквакультурою, виробництвом будматеріалів і комплексною забудовою різного призначення, включаючи житлові комплекси і котеджні селища від Джангуля до Атлеша (інформація зі ЗМІ та відкритих реєстрів доступна в Інтернеті).

Компоненти цілісної територіально-аквальної екосистеми Караджинської ділянки, яка включає досліджені нами озеро та морські акваторії, а також акумулятивний пересип і корінні береги, взаємопов'язані і взаємозалежні. Антропогенне втручання до будь-якого з них неминуче спричинить остаточну трансформацію всієї екосистеми. Тому для її збереження необхідне надання територіально-аквальному комплексу (і деяким іншим ділянкам берегової зони Тарханкуту) заповідного статусу з перспективою подальшого передання його до складу Національного природного парку (НПП). Крім збереження обговорюваної ділянки це дозволить подолати фрагментацію НПП і збільшить його біотичну і оселищну репрезентативність. Відповідно до міжнародної практики наявність населених пунктів цьому не перешкоджає за умов виконання ефективного функціонального зонування (Sadogurskiy et al., 2006). Заповідання окрім іншого гарантує збереження рекреаційної привабливості ділянки, що повною мірою відповідає інтересам населення. Втім, з огляду на сучасні тенденції, такий сценарій є малоімовірним.

Подальша трансформація навіть окремих компонентів у результаті призведе до деградації всього територіально-аквального комплексу. Озеро може остаточно втратити рекреаційне значення, а гідротехнічне «зміцнення» пересипу змінить потужність і напрями потоків наносів, що його живлять. Це порушить динамічну рівновагу цієї макроформи в бік її розмиву і знищить пляжі, до того ж соціологічну цінність ділянки буде втрачено, а відтоді зникнуть залишки її естетичної та туристичної привабливості.



## Заклучення

За результатами комплексного гідроботанічного дослідження встановлено, що в морських і лагунних акваторіях ділянки берегової зони Чорного моря, розташованої на заході п-ва Тарханкут, наявність і загальний характер бентосного рослинного покриву визначаються типом субстрату. У морі, де гідрологічні показники відносно однорідні, видовий склад і співвідношення еколого-флористичних груп макрофітів змінюються з віддаленням від берега і вздовж нього залежно від глибини та особливостей геоморфології окремих фрагментів берегової зони. В лагуні співвідношення груп змінюється вздовж комплексного градієнта факторів середовища, що сформований підземним стоком прісних і морських вод. У межах обстеженої ділянки зареєстровано 91 вид макрофітів: *Tracheophyta* – 1, *Chlorophyta* – 23, *Ochrophyta* (*Phaeophyceae*) – 21 і *Rhodophyta* – 46. З них у морі відмічено 87 видів (у т.ч. 44 в псевдоліторалі і 81 в субліторалі), при цьому макрофітобентос має виражений морський олігосапробний характер. За кількістю видів домінують коротковегетуючі *Rhodophyta*, а за біомасою – багаторічні *Phaeophyceae*. В лагуні відзначено 18 видів макрофітів (чотири тільки в ній), за кількістю видів домінують мезосапробні коротковегетуючі *Rhodophyta*, морські та солонуватоводноморські макрофіти представлені порівну. За біомасою домінують полісапробні багаторічні *Tracheophyta*, що належать до морської групи.

На момент проведення досліджень макрофітобентос акваторій обстеженої ділянки вирізнявся високими продукційними показниками, видовим та ценотичним різноманіттям. Були зареєстровані таксони і оселища, що підлягають охороні в рамках національного і міжнародного законодавства. В цілому характер рослинності, склад флори і співвідношення основних еколого-флористичних показників відповідають визначеним для Тарханкутсько-Севастопольського гідроботанічного району Чорного моря. З огляду на соціологічну цінність аквальної компоненти територіально-аквального комплексу рекомендований до заповідання і включення до структур екологічних мереж, у т.ч. до Emerald Network. Посилення антропогенного навантаження і загроза трансформації берегової зони ще більш актуалізує проблему його збереження як одного з ключових резерватів флористичного і біотопічного різноманіття прибережно-морських акваторій Північного Причорномор'я.

## Список літератури

- Authors of plant names: A list of authors of scientific names of plants, with recommended standard forms of their names, including abbreviations.* 2001. Eds R.K. Brummitt, C.E. Powell. Kew: Roy. Bot. Gardens, 1992, reprinted. 732 p.
- Bilz M., Kell S.P., Maxted N., Lansdown R.V. *European Red List of Vascular Plants*. 2011. Luxembourg: Publ. Office Eur. Union. 130 p. (див. електронний додаток, табл. 3).

- Black Sea Red Data List*. 1997. <http://www.grid.unep.ch/bsein/redbook/about/datalist.htm> (searched on 25.06.2021). (див. електронний додаток, табл. 3)
- Black Sea Red Data Book*. 1999. Ed. H.J. Dumont. New York: Unit. Nat. Office Project Services. 413 p. (див. електронний додаток, табл. 3)
- Dzens-Litovskiy A.I. 1955. Marine abrasion, its types and forms. *Trudy Lab. Gidrogeol. Probl.* 12: 64–87. [Дзенс-Литовский А.И. 1955. Морская абразия, ее типы и формы. *Труды лаб. гидрогеол. пробл.* 12: 64–87].
- Emerald Network of Areas of Special Conservation Interest*. 2021. <https://www.coe.int/en/web/bern-convention/emerald-network> (searched on 25.06.2021).
- Goryachkin Yu.N., Ivanov V.A. 2010. The current state of the Black Sea coast of Crimea. *Dop. NAN Ukrainy*. 10: 87–92. [Горячкин Ю.Н., Иванов В.А. 2010. Современное состояние черноморских берегов Крыма. *Доп. НАН України.* 10: 87–92].
- Guiry M.D., Guiry G.M. 2021. *AlgaeBase*. World-wide electron. publ. Nat. Univ. Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org> (searched on 25.06.2021).
- Hydrometeorology and Hydrochemistry of the Seas of the USSR*. Vol. IV. 1991. Ed. A.I. Simonov, E.N. Altman. Sanct-Petersburg: Gidrometeoizdat. 426 p. [*Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР*. Т. IV. 1991. Ред. А.И. Симонов, Э.Н. Альтман. СПб.: Гидрометеоиздат. 426 с.].
- Information on the provision of water bodies for use on the basis of water use agreements and decisions on the provision of water bodies for use in the Republic of Crimea as of April 01, 2019*. 2019. 244 p. [*Информация о предоставлении водных объектов в пользование на основании договоров водопользования и решений о предоставлении водных объектов в пользование по Республике Крым по состоянию на 01 апреля 2019 г.* 2019. 244 с.]. [https://gkvod.rk.gov.ru/uploads/gkvod/attachments//d4/1d/8c/d98f00b204e9800998ecf8427e/phpYx2rkJ\\_1.pdf](https://gkvod.rk.gov.ru/uploads/gkvod/attachments//d4/1d/8c/d98f00b204e9800998ecf8427e/phpYx2rkJ_1.pdf) (searched on 25.06.2021)
- IUCN 2021. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2021-1*. 2021. <http://www.iucnredlist.org>. (searched on 25.06.2021). (див. електронний додаток, табл. 3)
- Johnson N.C. 1995. *Biodiversity in the Balance: Approaches to Setting Geographic Conservation Priorities*. Washington, DC: Biodiver. Support Program. 116 p.
- Kalugina A.A. 1969. In: *Marine underwater exploration*. Moscow: Nauka. Pp. 105–113. [Калугина А.А. 1969. Исследование донной растительности Чёрного моря с применением легководолазной техники. В кн.: *Морские подводные исследования*. М.: Наука. С. 105–113].
- Kalugina-Gutnik A.A. 1975. *Phytobenthos of the Black Sea*. Kiev: Naukova Dumka Press. 248 p. [Калугина-Гутник А.А. 1975. *Фитобентос Чёрного моря*. Киев: Наук. думка. 248 с.].
- Kantrud H.A. 1991. *Wigeongrass (Ruppia maritima L.): A literature Review*. Fish and Wildlife Research. U.S. Fish and Wildlife Service. 58 p.
- Kurnakov N.S., Kuznetsov V.G., Dzens-Litovskiy A.I., Ravich M.I. 1936. *Salt lakes of the Crimea*. Moscow, Leningrad: AN SSSR. 278 p. [Курнаков Н.С., Кузнецов В.Г., Дзенс-Литовский А.И., Равич М.И. 1936. *Соляные озёра Крыма*. М., Л.: АН СССР. 278 с.].
- List of officially adopted Emerald Network sites (December 2020)*. T-PVS/PA(2020)10. 2020. Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats. Standing Committee.

- 40<sup>th</sup> meeting (Strasbourg, 30 November – 4 December 2020). 57 p. <https://rm.coe.int/updated-list-of-officially-adopted-emerald-sites-2020/1680a080d5> (searched on 25.06.2021).
- Markova N.V. 2009. In: *Lithodynamics of the Bottom Contact Zone of the Oceans: Abstr. Int. Conf.* Moscow: GEOS. Pp. 29–31. [Маркова Н.В. 2009. Реконструкция и анализ поля течений северо-западного шельфа Черного моря. В кн.: *Литодинамика донной контактной зоны океанов: Мат. междунар. конф.* М.: ГЕОС. С. 29–31].
- Maslov I.I. 2001. Phytobenthos of the protected water area "Coastal aquatic complex at Cape Atlesh" (Black Sea). *Ekol. Morya*. 56: 30–34. [Маслов И.И. 2001. Фитобентос заповедной акватории «Прибрежный аквальный комплекс у мыса Атлеш» (Черное море). *Экол. моря*. 56: 30–34].
- Milchakova, N.A. Mironova, N.V., Ryabogina V.G. 2010. Current state of macrophytobenthos stocks in the coastal zone of the Tarkhankut Peninsula. *Nauk. Zap. Ternop. Nats. Ped. Univ. Ser. Biol.* 3(44): 176–179. [Мильчакова, Н.А. Миронова, Н.В., Рябогина В.Г. 2010. Современное состояние запасов макрофитобентоса в прибрежной зоне Тарханкутского полуострова (Чёрное море). *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол.* 3(44): 176–179].
- Molinari Novoa E.A., Guiry M.D. 2020. Reinstatement of the genera *Gongolaria* Boehmer and *Eri-caria* Stackhouse (*Sargassaceae*, *Phaeophyceae*). *Not. Algarum*. 171: 1–10. <https://notulaealgarum.org/2020/documents/Notulae%20Algarum%20No.%20172.pdf> (searched on 25.06.2021).
- Orellana S., Hernández M., Sansón M. 2019. Diversity of *Cystoseira* sensu lato (*Fucales*, *Phaeophyceae*) in the eastern Atlantic and Mediterranean based on morphological and DNA evidence, including *Carpodesmia* gen. emend. and *Treptacantha* gen. emend. *Europ. J. Phycol.* 54(3): 447–465. <https://doi.org/10.1080/09670262.2019.1590862>
- Proposal for a Council Decision COM*. 2009. Brussels, 26.10.2009. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52009PC0585&from=EN>. – 13 p. (searched on 25.06.2021) (див. електронний додаток, табл. 3)
- Red Data Book of Russian Federation (plants and fungi)*. 2008. Ed. Yu.P. Trutnev et al. Moscow: Тов.-во Nauch. Izd. КМК. 885 p. [*Красная книга России (растения и грибы)*]. 2008. Ред. Ю.П. Трутнев и др. М.: Тов.-во науч. изд. 885 с.]. (див. електронний додаток, табл. 3)
- Red Data Book of Ukraine. Plant Kingdom*. 2009. Ed. Ya.P. Didukh. Kyiv: Globalconsalting. 912 p. [*Червона книга України. Рослинний світ*]. 2009. Ред. Я.П. Дідух. Київ: Глобалконсалтинг. 912 с.]. (див. електронний додаток, табл. 3)
- Red Data Book of the Azov Sea Region. Vascular Plants*. 2012. Eds V.M. Ostapko, V.P. Kolomiychuk. Kyiv: Alterpres. 276 p. [*Красная книга Приазовского региона. Сосудистые растения*]. 2012. Под ред. В.М. Остапко, В.П. Коломийчука. Киев: Альтерпрес. 276 с.]. (див. електронний додаток, табл. 3)
- Red Data Book of the Republic of Bulgaria*. 2015. Vol. 1. Eds D. Peev et al. Sofia: BAS & MOEW. 886 p. (див. електронний додаток, табл. 3)
- Sadogurskaya S.A. 2005. *Cyanophyta of sea stony supralittoral of Crimea*: PhD (Biol.) Thesis. Yalta. 395 p. [Садогурская С.А. 2005. *Синифита морской каменистой супралиторали Крыма*: Дис... канд. биол. наук. Ялта. 395 с.].

- Sadogurska S.S. 2017. In: *Research, conservation and management of biodiversity in the European seashores, RCMBES-2017*: Abstracts of First European Symposium (Primorsko, 8–12 May 2017, Bulgaria). Avangard Prima. P. 21.
- Sadogurska S.S., Goldin P.E., Vasilyuk O.V., Sadogurskiy S.Ye. 2020. In: *Territories that suggests be included in the Emerald Network of Ukraine ("Shadow list", pt 3)*. Chernivtsi: Druk Art. Pp. 50–53. [Садогурська С.С., Гольдін П.Є., Василюк О.В., Садогурський С.Ю. 2020. Морська акваторія біля Тарханкутського півострова та озеро Караджа. В кн.: *Території, що пропонуються до включення у мережу Емеральд (Смарагдову мережу) України («тіньовий список», ч. 3)*. Чернівці: Друк Арт. С. 50–53].
- Sadogurska S.S., Neiva J., Falace A., Serrao E.A., Israel A. 2021. Taxonomic revision of the genus *Cystoseira* s.l. (*Ochrophyta, Fucales, Sargassaceae*) in the Black Sea: morphological variability and molecular taxonomy of *Gongolaria barbata* and *Ericaria crinita* f. *bosphorica* comb. nov. *Phytotaxa*. 480(1): 1–21.
- Sadogurskiy S.Ye. 2006. Macrophytobenthos of island Tuzla and adjacent sea aquatories (Kerch Strait, Ukraine). *Algologia*. 16(3): 337–354. [Садогурський С.Е. 2006. Макрофитобентос водоемов острова Тузла и прилегающих морских акваторий (Керченский пролив). *Альгология*. 16(3): 337–354].
- Sadogurskiy S.Ye. 2007. Macrophytobenthos of the Black Sea coast of the Kerch peninsular (Crimea, Ukraine). *Int. J. Algae*. 9(4): 365–383. <https://doi.org/10.1615/InterJAlgae.v9.i4.60>
- Sadogurskiy S.Ye. 2010. Macrophytobenthos of territory-aquatic complex of Bakalskaya spit and adjacent Black Sea aquatory (Crimea peninsular). *Zapovid. sprava v Ukraini*. 16(1): 29–43. [Садогурський С.Е. 2010. Макрофитобентос територіально-аквального комплексу Бакальської коси и прилегающей акватории Чёрного моря. *Зановід. справа в Україні*. 16(1): 29–43].
- Sadogurskiy S.Ye. 2013. To the problem of including marine and lagoon water areas to the National Nature Park "Charivna Gavan" (AR Crimea). *Sb. Nauch. Tr. Nikit. Bot. Sada*. 135: 85–95. [Садогурський С.Е. 2013. К вопросу включения морских и лагунных акваторий в состав национального природного парка "Чаривна гавань" (АР Крым, Украина). *Сб. науч. тр. Никит. бот. сада*. 135: 85–95].
- Sadogurskiy S.Ye. 2017. Macrophytobenthos of the Coastal Water Area at the Cape Karamrun (Crimean Peninsula, the Black Sea). *Int. J. Algae*. 19(2): 51–58. <https://doi.org/10.1615/InterJAlgae.v19.i2.30>
- Sadogurskiy S.Ye. 2018. Macrophytobenthos in the coastal waters near Cape Tarkhankut (Crimean Peninsula, the Black Sea). *Int. J. Algae*. 20(1) : 69–84. <https://doi.org/10.1615/InterJAlgae.v20.i1.70>
- Sadogurskiy S.Ye. 2020. To the study of macrophytobenthos of coastal waters of Karadzhinsky Plot on Tarkhankut Peninsula (Crimea, Black Sea). *Mar. Biol. J.* 5(1): 78–89. <https://doi.org/10.21072/mbj.2020.05.1.08>
- Sadogurskiy S.Ye., Belich T.V. 2003. Contemporaneous state of macrophytobenthos in Kazantip Nature Reserve (Azov Sea). *Zap. sprava v Ukraini*. (9)1: 10–25. [Садогурський С.Е., Белич Т.В. 2003. Современное состояние макрофитобентоса Казантипского природного заповедника (Азовское море). *Зан. справа в Україні*. (9)1: 10–25].
- Sadogurskiy S.Ye., Belich T.V. 2004. To description of macrophytobenthos of south coast of Azov

- Sea (Crimea). *Sb. nauch. Tr. Nikit. Bot. Sada.* 123: 76–84. [Садогурский С.Е., Белич Т.В. 2004. К описанию макрофітобентоса южных берегов Азовского моря (Крым). *Сб. науч. тр. Никит. бот. сада.* 123: 76–84].
- Sadogurskiy S.Ye., Sadogurskaya S.A., Belich T.V. 2006. In: *Biological Oceanography Problems of XXI century*: Abstr. Int. Sci. Conf. (Sevastopol, 19–21 Sept. 2006). Sevastopol: EKOSI-Gidrofizika. P. 134. [Садогурский С.Е., Садогурская С.А., Белич Т.В. 2006. О стратегии охраны территориально-аквальных комплексов. В кн.: *Проблемы биологической океанографии XXI века*: Тез. докл. междунар. науч. конф. (Севастополь, 19–21 сент. 2006 г.). Севастополь: Экокси-Гидрофизика. С. 134].
- Sadogurskiy S.Ye., Belich T.V., Sadogurskaya S.A. 2013. In: *The Nature of the Eastern Crimea. The Biodiversity's Assessment and Design of the Local Ecological Network*. Kyiv. Pp. 79–85. [Садогурский С.Е., Белич Т.В., Садогурская С.А. 2013. Некоторые аспекты формирования региональной и локальных экологических сетей в Крыму. В кн.: *Природа Восточного Крыма. Оценка биоразнообразия и разработка проекта локальной экологической сети*. Киев. С. 79–85].
- Sadogurskiy S.Ye., Sadogurskaya S.A., Belich T.V. 2016. Biomass and distribution of macrophytobenthos of Karadzinskaya Bay and laguna lake Karadza (Crimea, Black Sea). *Sb. Nauch. Tr. Nikit. Bot. Sada.* 143: 197–208. [Садогурский С.Е., Садогурская С.С., Белич Т.В. 2016. Биомасса и распределение макрофітобентоса Караджинской бухты и оз. Караджа (Крым, Чёрное море). *Сб. науч. тр. Никит. бот. сада.* 143: 197–208].
- Sadogurskiy S.Ye., Belich T.V., Sadogurskaya S.A. 2017a. In: *NATURA 2000 network as an innovative system for the protection of rare species and habitats in Ukraine*: Mat. sci.-pract. sem. Kyiv. Pp. 208–209. [Садогурський С.Ю., Белич Т.В., Садогурська С.О. 2017а. Про деякі аспекти виділення структурно-функціональних елементів екомереж в береговій зоні моря. В кн.: *Мережа НАТУРА 2000 як інноваційна система охорони рідкісних видів та оселищ в Україні*: Мат. наук.-практ. сем. Київ. С. 208–209].
- Sadogurskiy S.Ye., Belich T.V., Sadogurskaya S.A. 2019. Macrophytes of the marine water areas of the nature reserves in the Crimean Peninsula (Black Sea and Azov Sea). *Int. J. Algae.* 21(3): 253–270. <https://doi.org/10.1615/InterJAlgae.v21.i3.50>
- Sadogurskiy S.Ye., Ryff L.E., Sadogurskaya S.A., Belich T.V. 2017b. In: *Proc. 14<sup>th</sup> Congr. Ukr. Bot. Soc. (Kyiv)*. Kyiv. P. 134. [Садогурський С.Ю., Рифф Л.Е., Садогурська С.О., Белич Т.В. 2017б. До стратегії збереження природного фіторізноманіття берегової зони моря. В кн.: *Матеріали 14 з'їзду УБТ (25–26.04.2017, Київ)*. Київ. С. 134.
- The current state of the coastal zone of Crimea.* 2015. Ed. Yu.N. Goryachkin. Sevastopol: ECOSY-Hydrophysica. 252 p. [*Современное состояние береговой зоны Крыма.* 2015. Ред. Ю.Н. Горячкин. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. 252 с.].
- The International Plant Names Index (IPNI).* 2021. <http://www.ipni.org> (searched on 25.06.2021).
- Yudin V.V. 2013. In: *Azov and Black Sea test area for studying of geodynamics and fluid dynamics of the formation of oil and gas fields*: Mat. XI Int. Conf. Simferopol. Pp. 107–121. [Юдин В.В. 2013. Геология и геодинамика Тарханкутского полуострова. В кн.: *Азово-Черноморский полигон изучения геодинамики и флюидодинамики формирования месторождений нефти и газа*: Мат. XI Междунар. конф. Симферополь. С. 107–121].

- Zenkovich V.P. 1960. *Morphology and Dynamics of the soviet Coast of the Black Sea*. Vol. 2. Moscow: AN SSSR. 216 p. [Зенкович В.П. 1960. *Морфология и динамика советских берегов Чёрного моря*. Т. 2. М.: АН СССР. 216 с.].
- Zinova A.D. 1967. *Identification Manual of green, brown and red Algae of the Southern Seas of the USSR*. Moscow, Leningrad: Nauka. 400 p. [Зинова А.Д. 1967. *Определитель зеленых, бурых и красных водорослей Южных морей СССР*. М., Л.: Наука. 400 с.].

Підписала до друку Г.Г. Мінічева

Sadogurskiy S.Yu., Sadogurska S.O., Belich T.V. 2021. **Composition and distribution of macrophytobenthos near the coast of Tarkhankut Peninsula (The Black Sea, Crimea)**. *Algologia*. 31(3): 249–270

Nikitsky Botanical Gardens – National Scientific Center, vil. Nikita, Yalta 98648, Crimea

The data on the composition and distribution of macrophytobenthos of marine and lagoon water areas of the Black Sea coastal zone in the west of the Tarkhankut Peninsula in the summer season are presented. It is shown that the occurrence and general characteristics of the vegetation cover are determined by the type of substrate. In the sea (where hydrological conditions are relatively homogeneous), the ratio of ecological-floristic groups and the species composition change with distance from the coast and along with it, depending on the depth and geomorphological features of coastal zone fragments. In the lagoon, the ratio of such groups changes along the complex gradient of environmental factors, formed by the groundwater runoff of fresh and marine waters. Within the surveyed area, 91 species of macrophytes were registered: *Tracheophyta* – 1 species (1.1%), *Chlorophyta* – 23 (25.3%), *Ochrophyta (Phaeophyceae)* – 21 (23.1%), and *Rhodophyta* – 46 (50.5%). Of these, 87 species were recorded in the sea (including 44 in the pseudolittoral zone and 81 – in the sublittoral zone). The macrophytobenthos has a pronounced marine oligosaprobic character. Short-vegetation *Rhodophyta* dominate by the number of species, and perennial *Phaeophyceae* dominate by biomass, reaching 1 kg·m<sup>-2</sup> in the pseudolittoral and almost 7 kg·m<sup>-2</sup> in the sublittoral. In the lagoon, 18 species of macrophytes were registered (4 exclusively in the lagoon). Mesosaprobic short-vegetation *Rhodophyta* dominate by the number of species; marine and brackish-water macrophytes are equally represented. Polysaprobic perennial *Tracheophyta*, which belong to the marine group, dominate by biomass, which is ranging from 0.04 to 1.2 kg·m<sup>-2</sup>. It was found that at the time of the research, the macrophytobenthos of the surveyed area was characterized by high productivity, high species, and coenotic diversity. There were taxa and biotopes, which are subject to special protection under regional and international programs. In general, the nature of the vegetation, the composition of the flora and the ratio of the main ecological-floristic indicators corresponded to those indicated for the Tarkhankut-Sevastopol hydrobotanical region of the Black Sea. Considering the zoological value, the aquatic component of the territorial-aquatic complex was recommended for conservation and inclusion in the ecological networks (incl. the Emerald Network). The increased anthropogenic pressure and the threat of the coastal zone transformation actualize the problem of its conservation as one of the key reserves of the floristic and biotopic diversity of coastal-marine areas in the Northern Black Sea region.

**Key words:** Black Sea, Crimea, Tarkhankut Peninsula, macrophytobenthos, species composition, structure, distribution, conservation