

Екологічне, економічне та кліматичне значення морських трав

Морські трави — це дивовижні морські квіткові рослини, які пристосувалися до життя під водою, утворюючи великі луки, що є основою одних із найпродуктивніших екосистем нашої планети. Ці підводні сади забезпечують критично важливе середовище існування для безлічі морських видів, поглинають вуглець із вражаючою швидкістю та надають численні екосистемні послуги, корисні для людських спільнот у всьому світі.

У цій презентації розглядаються унікальна біологія морських трав, їхнє глобальне поширення та важливі екологічні, економічні й кліматичні послуги, які вони надають — від підтримки рибальства до захисту узбереж і пом'якшення зміни клімату.



Şevki Danacioğlu





Визначення морських трав

Морські покритонасінні Інженери екосистем

Морські трави — це морські покритонасінні рослини, пристосовані до повністю зануреного існування в солонуватій або солоній воді. На відміну від водоростей, це справжні квіткові рослини зі спеціалізованими пристосуваннями до підводного життя.

Вони сприяють осадженню відкладів, стабілізують субстрат, зменшують швидкість течії та функціонують як частина фільтраційної системи естуаріїв, видаляючи забруднювачі з товщі води.

Екосистемні послуги

Морські трави забезпечують кругообіг поживних речовин, слугують розплідниковим середовищем для комерційно важливих видів риб і є важливим джерелом їжі для великих травоядних тварин, таких як зелені черепахи, дюгоні та ламантини.

Морські трави та водорості: ключові від

Судинні рослини

Як і наземні рослини, морські трави мають провідні жилки (здерев'янілу провідну тканину), які транспортують органічні речовини, поживні елементи та воду по всій рослині. У водоростей така судинна система повністю відсутня.

Кореневі системи

Морські трави мають справжні корені, які заглиблюються в субстрат, закріплюючи рослину та поглинаючи поживні речовини. Натомість водорості прикріплюються до поверхонь за допомогою ризоїдів або прикріплювальних органів, але не можуть проникати в субстрат.

Розмноження

Як квіткові рослини, морські трави утворюють квіти, плоди та насіння в межах свого репродуктивного циклу. Водорості розмножуються зовсім іншими механізмами й ніколи не утворюють квітів або насіння.



Різноманіття морфології морських трав



Лопатоподібна форма

Деякі види морських трав мають овальні або лопатоподібні листки, утворюючи характерні луки на морському дні. Такі ширші листові пластинки ефективно вловлюють сонячне світло за певних умов водного середовища.



Папоротеподібна форма

Папоротеподібні види морських трав мають складні, ніжні листові структури, що формують комплексні середовища існування. Така розгалужена форма листків збільшує площу поверхні для фотосинтезу.



Стрічкоподібна форма

Найвідоміші морські трави мають довгі стрічкоподібні листки, що можуть досягати вражаючої довжини — у деяких видів до 7 метрів. Такі хвилясті луки створюють класичний вигляд «підводної прерії».

Розміри морських трав надзвичайно різняться: від крихітних видів із листками розміром із ніготь до великих рослин, листки яких сягають кількох метрів завдовжки. Це різноманіття дає їм змогу успішно існувати в різних морських середовищах.



Глобальне поширення морських трав

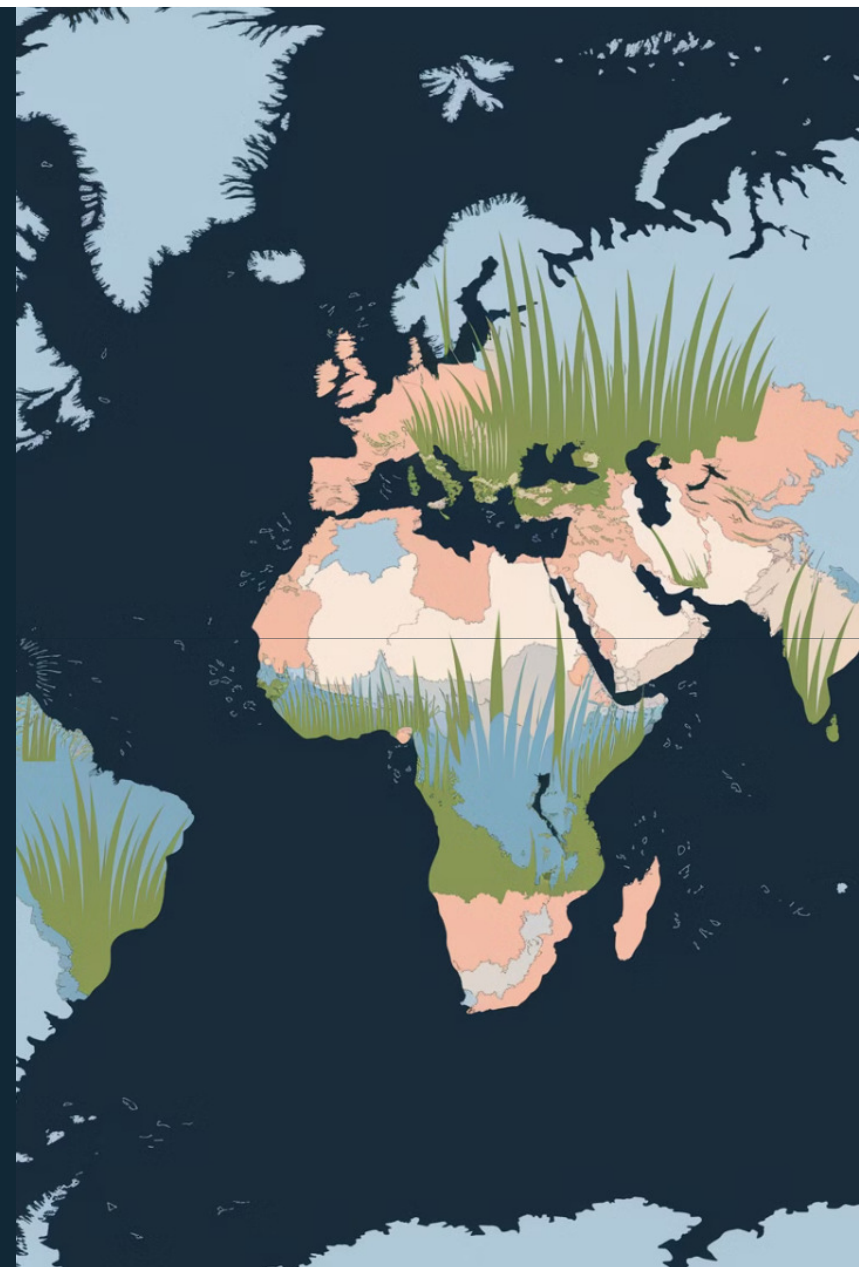
1 Поширення у світовому діапазоні глибин

Луки морських трав поширені по всьому світу й трапляються на мілководних прибережних ділянках усіх континентів, крім Антарктиди. Здатність пристосовуватися до різних умов дала їм змогу заселити різноманітні морські середовища по всій планеті.

3 Кліматична адаптивність

Ці дивовижні рослини успішно ростуть у різних кліматичних зонах — від тропічних вод поблизу екватора до помірних регіонів із сезонними коливаннями температури, демонструючи еволюційний успіх і високу адаптивність.

Морські трави заселяють м'які донні відклади від припливно-відпливної зони (ділянок, що оголюються під час відпливу) до глибин приблизно 40 метрів залежно від прозорості води та проникнення світла.





Картування поширення морських трав

17M

Мінімальна оцінка, гектарів

Найнижча глобальна оцінка площі морських трав, що підкреслює значні масштаби цих екосистем у світі.

60M

Максимальна оцінка, гектарів

Найвища оцінка глобальної площі морських трав, що демонструє потенційний масштаб цих життєво важливих морських середовищ існування.

25%

Закартована площа

Належним чином закартовано менш як чверть морських трав світу, що свідчить про значні прогалини в знаннях.



Тенденція до скорочення

Сучасні дані свідчать, що морські трави зникають швидше, ніж це встигають фіксувати дослідження.

Широкий діапазон оцінок глобальної площі луків морських трав відображає неповноту наших знань про ці екосистеми. У більшості країн не проводилося узагальненого просторового картування, а місця зростання морських трав відомі лише за локальними спостереженнями. Багато територій досі взагалі не досліджені щодо наявності морських трав.



Глобальні біорегіони морських трав

Помірна Північна Атлантика

Цей біорегіон охоплює узбережжя Північної Америки та Європи й характеризується видами, пристосованими до сезонних коливань температури та сильного впливу припливів і відпливів.

Тропічний Індо-Тихоокеанський регіон

Найрізноманітніший біорегіон, що простягається від Східної Африки до Гаваїв і містить найбільшу у світі кількість видів морських трав.

Тропічна Атлантика

Охоплює Карибський басейн, Мексиканську затоку та тропічні узбережжя Атлантики з видами, пристосованими до теплих вод, які часто зазнають впливу ураганів.

У світовому масштабі загальна площа морських трав оцінюється більш ніж у 177 000 км² на основі закартованих територій та оцінок незакартованих ділянок, де задокументовано наявність морських трав. Це поширення поділяють на шість окремих біорегіонів, кожен із характерними видами та екологічними умовами.



Помірна Північна частина Тихого океану

Цей регіон простягається вздовж узбереж Азії та Північної Америки й містить різноманітні угруповання морських трав, пристосовані до унікальних умов Тихого океану.

Середземномор'я

Окремий біорегіон з ендемічними видами, такими як *Posidonia oceanica*, пристосованими до прозорих теплих вод Середземного моря та невеликої амплітуди припливів.

Помірні південні океани

Охоплює південь Австралії, Нову Зеландію та Південну Африку й характеризується унікальними видами, пристосованими до океанічних умов Південної півкулі.

Європейські види морських трав



Zostera marina

Цей широко поширений вид, відомий як зостера морська, трапляється від арктичних вод уздовж узбережжя Норвегії до Середземного моря. У північних регіонах він може витримувати кілька місяців льодового покриву.

Попри наземне походження, морські трави добре пристосувалися до морського середовища й у європейських водах трапляються від припливно-відпливної зони біля берега до глибин 50–60 метрів. Чотири європейські види легко розпізнаються, а їхнє географічне поширення добре задокументоване.



Zostera noltii

Карликова зостера утворює щільні зарості на мулистих пісках припливно-відпливної зони. Вона краще переносить висихання, ніж *Zostera marina*, тому може успішно зростати на ділянках, що оголюються під час відпливу.



Cymodocea nodosa

Іноді її називають «травною морських коників», оскільки її зарості є характерним середовищем існування морських коників. Цей теплолюбний вид широко поширений у Середземному морі та біля Канарських островів.



Posidonia oceanica

Цей ендемічний вид обмежений Середземним морем і утворює великі луки від мілководдя до глибин 50–60 метрів у районах із дуже прозорою водою.

Спільні характеристики європейських морських трав

1

Будова листків

Видима частина складається з пагонів або пучків із 3–10 лінійних листків, що формують покрив луки, забезпечують середовище існування та здійснюють фотосинтез.

2

Мережа кореневищ

Пагони прикріплюються до горизонтальних та/або вертикальних кореневищ, які простягаються всередині або по поверхні осаду, утворюючи взаємопов'язану підземну мережу.

3

Коренева система

Корені проникають у глибші шари морського дна, закріплюючи рослину та поглинаючи поживні речовини з осаду.

4

Клональний ріст

Кореневища розгалужуються й утворюють нові пучки листків, формуючи генетично ідентичні пагони, які функціонують як єдиний взаємопов'язаний організм.

Європейські види морських трав, попри зовнішні відмінності, мають низку спільних морфологічних рис. Така спільна будова дає їм змогу виконувати подібні екологічні функції в різних середовищах і регіонах — від холодних вод Північного моря до теплого Середземномор'я.



Zostera marina (зостера морська)

Поширення

Трапляється від арктичних вод уздовж північного узбережжя Норвегії до Середземного моря. Дуже поширена в Балтійському та Північному морях і вздовж атлантичного узбережжя до півночі Іспанії. У Середземному морі переважно зустрічається у вигляді невеликих ізольованих заростей.

Морфологія

Пагони мають 3–7 листків завширшки від 2 мм у молодих рослин до 10 мм у великих особин. Зазвичай листки мають довжину 30–60 см, але в заростях на м'яких відкладах на середніх глибинах можуть досягати 1,5 м.

1

2

Середовище існування

Переважно росте нижче припливно-відпливної зони, до глибини 10–15 метрів залежно від прозорості води. Найчастіше багаторічна, хоча у Ваттовому морі в припливно-відпливній зоні трапляються однорічні зарості.

3

4

Ідентифікація

Легко розпізнається за кінцевими пагонами, що ростуть лише на горизонтальних кореневищах і створюють характерний візерунок луків на морському дні.



Zostera noltii (карликова зостера)

1

Поширення

Поширена від південного узбережжя Норвегії до Середземного й Чорного морів та Канарських островів; зафіксована навіть біля узбережжя Мавританії, що свідчить про її пристосованість до різних водних умов.

2

Середовище існування

Утворює щільні зарості на мулистих пісках припливно-відпливної зони, де *Zostera marina* рідкісна через нижчу стійкість до висихання. Така спеціалізація середовища дає змогу двом видам співіснувати в одних і тих самих регіонах.

3

Морфологія

Має невеликі пучки з 2–5 вузьких листків, прикріплених до горизонтального кореневища. На кожному кореневищі розташовано багато пагонів на коротких відгалуженнях, розділених сегментами кореневища. Листки мають ширину 0,5–2 мм і довжину 5–25 см.



Cymodocea nodosa (трава морських коників)



Cymodocea nodosa, яку пропонують називати «травою морських коників» через характерне середовище існування цих тварин, є теплолюбним видом, широко поширеним у Середземному морі, навколо Канарських островів і вздовж узбережжя Північної Африки. На північ вид не поширюється далі південного узбережжя Португалії.

Трапляється від мілководних субліторальних ділянок до дуже великих глибин (50–60 м). *Cymodocea nodosa* має пучки з 2–5 листків. Листки завширшки 2–4 мм і завдовжки 10–45 см. Найкраще вид розпізнається за вертикальними кореневищами та довгими білими або рожевими сегментами горизонтальних кореневищ.

Posidonia oceanica

Ендемік Середземномор'я

Posidonia oceanica поширена лише в Середземному морі; її ареал закінчується на межі, де в західній частині Середземного моря змішуються середземноморські та атлантичні води. Це найпоширеніша вища рослина Середземномор'я.

Діапазон глибин

Цей дивовижний вид росте від мілководних субліторальних ділянок до глибин 50–60 м у районах із дуже прозорою водою, демонструючи виняткову пристосованість до умов слабкого освітлення на більших глибинах.

Характерна морфологія

Posidonia oceanica має пучки з 5–10 листків, прикріплених до вертикальних кореневищ. Листки широкі (5–12 мм), зазвичай завдовжки 20–40 см, але за сприятливих умов можуть сягати 1 м.

Ознаки ідентифікації

Вид легко розпізнати за щільними широкими листками та волокнистими рештками навколо кореневищ і нижніх частин пагонів, що надають йому характерного вигляду порівняно з іншими середземноморськими морськими травами.



Екосистемні послуги морських трав



Екосистеми морських трав надають широкий спектр послуг, що підтримують добробут людей у всьому світі. За оцінками, понад 1 мільярд людей живуть у межах 100 км від узбереж із луками морських трав і потенційно користуються їхніми забезпечувальними, регулювальними та культурними послугами.

Морські трави відіграють важливу глобальну роль у підтримці продовольчої безпеки, пом'якшенні зміни клімату, збереженні біорізноманіття, очищенні води, захисті узбереж і контролі хвороб. Ці екосистемні послуги забезпечують прямі економічні та соціальні вигоди для прибережних спільнот і не лише для них.



Морські трави підтримують морське біорізном



Середовище існування мегафауни, місця нагулу молоді

Луки морських трав є критично важливими місцями живлення для вразливої морської мегафауни, зокрема зелених морських черепах, які безпосередньо поїдають листки морських трав. Вживання цих загрожених видів залежить від здорових екосистем морських трав.



Складна структура луків морських трав створює ідеальні розплідникові середовища для безлічі видів риб, зокрема багатьох комерційно важливих. Молодь риб знаходить у покриві морських трав їжу, і захист від хижаків.



Різноманіття безхребетних

У луках морських трав процвітають багаті угруповання безхребетних — від дрібних ракоподібних до молюсків і голкошкірих. Ці організми становлять основу складних харчових мереж, що підтримують вищі трофічні рівні.

Надання укриттів, місць живлення та нагулу молоді — критично важливі екосистемні послуги, які морські трави забезпечують у всьому світі, про що свідчать високе різноманіття та чисельність фауни в їхніх луках. Багато з цих тварин мають особливе природоохоронне значення, серед них є вразливі, загрожені або харизматичні види.



Морські трави підтримують морське біорізном



Середовище існування мегафауни

Луки морських трав є критично важливими місцями живлення для вразливої морської мегафауни, зокрема зелених морських черепах, які безпосередньо поїдають листки морських трав. Вживання цих загрожених видів залежить від здорових екосистем морських трав.



Місця нагулу молоді

Складна структура луків морських трав створює ідеальні розплідникові середовища для безлічі видів риб, зокрема багатьох комерційно важливих. Молодь риб знаходить у покриві морських трав їжу, і захист від хижаків.



Різноманіття безхребетних

У луках морських трав процвітають багаті угруповання безхребетних — від дрібних ракоподібних до молюсків і голкошкірих. Ці організми становлять основу складних харчових мереж, що підтримують вищі трофічні рівні.

Надання укриттів, місць живлення та нагулу молоді — критично важливі екосистемні послуги, які морські трави забезпечують у всьому світі, про що свідчать високе різноманіття та чисельність фауни в їхніх луках. Багато з цих тварин мають особливе природоохоронне значення, серед них є вразливі, загрожені або харизматичні види.



Видалення патогенів

Морські трави здатні видаляти з води мікробіологічне забруднення, зменшуючи вплив бактеріальних патогенів на риб, людей і безхребетних. Цей природний процес фільтрації допомагає підтримувати здоровіше морське середовище.

Біоактивні сполуки

Морські трави утворюють біоактивні вторинні метаболіти з антибактеріальною та протигрибковою активністю. Екстракти тропічних видів, таких як *Halophila stipulacea*, *Cymodocea serrulata* та *Halodule pinifolia*, продемонстрували активність проти патогенів людини.

Захист коралів

Коралові рифи отримують користь від сусідніх луків морських трав: за їхньої наявності рівень захворюваності коралів знижується приблизно вдвічі. Такий захисний взаємозв'язок підкреслює важливість збереження різноманітних прибережних екосистем.

Контроль цвітіння водоростей

Луки морських трав можуть стримувати шкідливе цвітіння водоростей завдяки альгіцидній дії та пригніченню росту мікроводоростей, що спричиняють цвітіння, допомагаючи підтримувати екосистемну рівновагу.

Морські трави пом'якшують зміну клімату

19.9Pg

Накопичення вуглецю

Глобальна оцінка органічного вуглецю, накопиченого в екосистемах морських трав, що робить їх важливими поглиначами вуглецю.

2

Джерела вуглецю

Вуглець накопичується як у біомасі морських трав, так і завдяки затримуванню органічних частинок із сусідніх екосистем.

1000s

Роки зберігання

Вуглецеві відклади в осадах морських трав можуть зберігатися тисячоліттями, якщо їх не порушуватимуть.

↑O₂

Вироблення кисню

Морські трави виробляють кисень у процесі фотосинтезу, покращуючи стан морського середовища.

Луки морських трав є важливими глобальними поглиначами вуглецю та мають високу здатність вилучати й накопичувати його в осадах у формі так званого «блакитного» вуглецю. Завдяки цій послугі екосистеми морських трав мають великий потенціал у боротьбі зі зміною клімату, приносячи користь усій планеті.

Безкисневі умови в осадах морських трав сприяють збереженню осадового вуглецю, у деяких випадках формуючи великі його запаси, які за відсутності порушень можуть зберігатися тисячоліттями.



Накопичення вуглецю в екосистемах морських трав

1

Надземна біомаса

Вуглець, накопичений у листках і стеблах, вважається короткостроковим поглиначем, оскільки цей матеріал частіше поїдається, виноситься або розкладається. Проте він і надалі відіграє важливу роль у загальному вуглецевому циклі.

2

Підземна біомаса

Кореневища та корені накопичують вуглець у стабільніших формах, захищених від швидкого розкладання низьким вмістом кисню в осадах. Це є механізмом середньострокового зберігання вуглецю.

3

Вуглець в осадах

Найбільший і найстабільніший резервуар вуглецю міститься в самих осадах, де органічна речовина як морських трав, так і інших джерел похована й зберігається в безкисневих умовах від сотень до тисяч років.

4

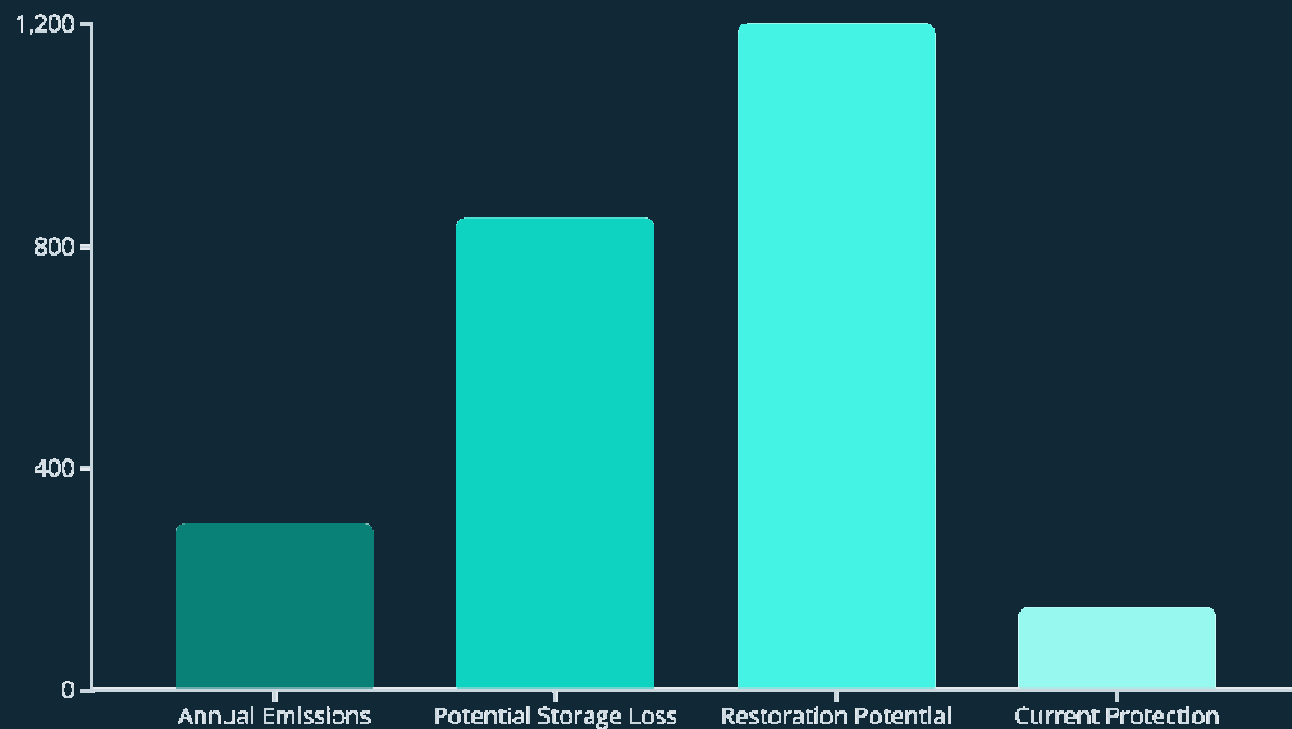
Алохтонний вуглець

Луки морських трав затримують і накопичують органічні частинки, що надходять із сусідніх екосистем, діючи як «вуглецевий пилосос», який вилучає вуглець із ширшого морського середовища.

Здатність морських трав поглинати вуглець залежить від виду, характеристик луки та умов середовища. Загалом найбільші запаси органічного вуглецю формуються в непорушених луках, утворених великими довговічними видами зі складним покривом, у захищених мілководних умовах із помірним надходженням поживних речовин.



Втрата морських трав і викиди вуглецю



Втрата луків морських трав призводить до зменшення здатності поглинати та накопичувати вуглець і до збільшення викидів CO₂ унаслідок ремінералізації запасів вуглецю в ґрунті. За нинішніх темпів втрат, за оцінками, морські трави можуть вивільняти до 299 Тг вуглецю на рік.

Подібно до деградації наземних поглиначів вуглецю, втрата екосистем морських трав може суттєво сприяти антропогенним викидам CO₂ та прискоренню зміни клімату. Попри важливу роль як поглиначів вуглецю, морські трави традиційно не враховувалися в інвентаризаціях викидів парникових газів.



Стратегії «блакитного вуглецю»

Ключові звіти 2009 року

Публікації Nellemann та ін. і Laffoley & Grimsditch підкреслили потенціал відновлення та збереження луків морських трав як підходу до пом'якшення зміни клімату в межах нової концепції, названої «стратегіями блакитного вуглецю».

1

Вуглецеві стандарти

Розроблення вуглецевих стандартів, таких як Verified Carbon Standard, дає змогу проектам відновлення отримувати вигоду від вуглецевих кредитів, створюючи фінансові стимули для збереження морських трав.

3

4

Настанови ІРСС

Міжурядова група експертів зі зміни клімату розробила настанови, що підтримують звітування про викиди або поглинання парникових газів, пов'язані з перетворенням і відновленням луків морських трав, у національних інвентаризаціях країн.

Майбутнє впровадження

Хоча досі жоден проєкт не використовував морські трави як інструмент скорочення викидів, відповідні ринки й методики нині розробляються та, ймовірно, невдовзі будуть випробувані й застосовані.

Від часу перших звітів наука й політика суттєво просунулися в напрямі впровадження стратегій блакитного вуглецю. Проте залишаються проблеми, зокрема нестача даних про поглинання вуглецю в окремих регіонах, неповне картування морських трав, просторові відмінності у викидах парникових газів та невизначеність щодо правових аспектів, таких як права землекористування й межі припливної зони.

Морські трави пом'якшують закиснення оке

1 Фотосинтетичне поглинання вуглецю

Висока продуктивність морських трав впливає на карбонатну хімію навколишньої морської води через поглинання великих кількостей розчиненого неорганічного вуглецю під час фотосинтезу. Ця метаболічна активність допомагає локально протидіяти закисненню.

2 Буферування рН

У денний час морські трави зазвичай підвищують рН морської води, потенційно компенсуючи шкідливий вплив зростання антропогенного CO_2 у воді. Це створює локальні зони з вищим рН усередині та навколо луків морських трав.

3 Притулок для кальцифікуючих організмів

Морські організми, особливо кальцифікуючі види, такі як корали й молюски, що живуть у луках морських трав або поруч із ними, можуть отримувати користь від цієї послуги, знаходячи локальний притулок від наслідків закиснення океану.

Хоча роль морських трав у буферуванні закиснення океану залежить від умов середовища, здорові луки можуть у короткостроковій перспективі підвищувати стійкість вразливих видів до закиснення. Ця екосистемна послуга стає дедалі ціннішою в міру подальшого зниження рН океану через зростання рівня атмосферного CO_2 .

Послуги із захисту узбережжя



Зменшення енергії хвиль

Листки морських трав зменшують швидкість течії та енергію хвиль, коли вода проходить крізь луку.

Дослідження показали зниження енергії хвиль до **40%** у районах зі щільним покривом морських трав, що забезпечує суттєвий захист берегової лінії.

Луки морських трав відіграють важливу роль у захисті прибережних територій від ерозії, затоплення та штормових нагонів. Ця природна система берегового захисту стає дедалі ціннішою в умовах посилення штормів і прискорення підвищення рівня моря через зміну клімату.



Стабілізація осадів

Складні системи коренів і кореневищ морських трав запобігають ерозії та стабілізують осади. Такий закріплювальний ефект допомагає зберігати цілісність узбережжя навіть під час штормів і перешкоджає змиванню цінних земель.



Формування пляжів і дюн

Рештки морських трав, що накопичуються на пляжах, сприяють формуванню стійких дюн. У випадку великих видів, таких як *Posidonia*, товсті нагромадження викинутого на берег матеріалу, які називають банкетами, можуть сягати **3 м** заввишки, утворюючи природні бар'єри.



Посилення осадонакопичення

Луки морських трав посилюють вертикальне наростання осадів і підвищення морського дна завдяки накопиченню підземної біомаси та частинок, затриманих із товщі води, допомагаючи узбережжям пристосовуватися до підвищення рівня моря.

Природна інфраструктура для адаптації до зміни клімату

Самовідновлювані системи

На відміну від інженерної «сірої» інфраструктури, що потребує постійного обслуговування, луки морських трав є живими системами, здатними до самовідновлення й природної регенерації після порушень.

Це робить їх більш сталим довгостроковим рішенням для захисту узбережжя. Здорові екосистеми морських трав можуть пристосовуватися до мінливих умов, зокрема поступового підвищення рівня моря, або підвищуючи рівень дна завдяки накопиченню осадів, або зміщуючись у бік суходолу, якщо є достатньо простору.

У тропічних районах морські трави разом із кальцифікуючими водоростями, що продукують осади, виявилися ефективним природним рішенням для підживлення пляжів, пропонуючи самопідтримувану альтернативу традиційним інженерним підходам і підвищуючи стійкість узбереж до зміни клімату. Це підкреслює значення морських трав як однієї з найкращих екосистем для екоінженерії та природоорієнтованих рішень.

Сіра та зелена інфраструктура

Традиційні інженерні рішення, засновані на будівництві «сірої» інфраструктури (дамб, морських стін), призводять до прямої втрати прибережних середовищ існування. Такі споруди необхідно обслуговувати й модернізувати для збереження їхньої ефективності за майбутніх сценаріїв зміни клімату, що робить їх економічно несталими.

Натомість природні бар'єри, створені екосистемами на кшталт морських трав, здатні самовідновлюватися й адаптуватися, одночасно надаючи багато інших екосистемних послуг і формуючи більш комплексний та сталий підхід до управління узбережжями.



Морські трави підтримують світове рибальство



Промислове рибальство

Луки морських трав забезпечують цінне середовище для нагулу молоді більш ніж для однієї п'ятої з 25 найбільших у світі промислів, зокрема для минтая — виду з найбільшими обсягами вилову на планеті. Ця розплідникова функція безпосередньо підтримує промислове рибальство, річна вартість якого становить мільярди доларів. Луки морських трав мають фундаментальне значення для світового промислу як хребетних, так і безхребетних, часто виходить за межі місцевих громад, забезпечуючи «позалокальні» вигоди людям, які можуть жити далеко від самих луків морських трав.



Рибальство для власного споживання

Коли луки морських трав розташовані поблизу населених пунктів, вони часто слугують важливими рибальськими угіддями для місцевого продовольчого забезпечення. Збирання безхребетних у луках морських трав є доступним видом промислу завдяки мілководному прибережному середовищу.



Рибальство, пов'язане з луками морських трав, у всьому світі має рекреаційну цінність, приваблюючи рибалок, які полюють на цінні спортивні види риб, залежні від цих середовищ. Таке аматорське рибальство приносить значні туристичні доходи прибережним громадам.

Їхня користь часто виходить за межі місцевих громад, забезпечуючи «позалокальні» вигоди людям, які можуть жити далеко від самих луків морських трав.



Промисел безхребетних у луках морських трав



Збирання безхребетних у луках морських трав вважається доступним видом промислу насамперед через мілководне прибережне середовище та простоту виловлення такої фауни. У багатьох частинах Індो-Тихоокеанського регіону цей промисел життєво важливий для забезпечення щоденної потреби в білку та зменшення бідності.

Морські трави також опосередковано сприяють рибальству, зокрема забезпечуючи трофічну підтримку промислам у відкритому морі або на більших глибинах та фільтруючи наземний стік. Ці екосистемні послуги пов'язують середовища морських трав із ширшими морськими харчовими мережами та продуктивністю рибальства за межами самих луків.



Майбутнє рибальства, пов'язаного з морськими т

Кліматична стійкість

Луки морських трав можуть бути менш вразливими до зміни клімату, ніж інші середовища, наприклад коралові рифи.

Потреби в управлінні

Необхідні інтегровані підходи, що поєднують збереження середовищ існування з управлінням рибальством.



Посилення рибальського тиску

У міру деградації інших середовищ рибалки можуть дедалі більше орієнтуватися на види, пов'язані з морськими травами.

Проблеми сталості

Зростання рибальського тиску викликає питання щодо довгострокової сталості промислів, пов'язаних із морськими травами.

В умовах глобальних змін, коли багато морських середовищ, таких як коралові рифи, дедалі більше деградують, рибалки можуть бути змушені компенсувати це використанням інших середовищ і районів. Оскільки багато луків морських трав потенційно стійкіші до зміни клімату, вони, ймовірно, дедалі інтенсивніше використовуватимуться через пов'язані з ними рибні угруповання, що ставить під сумнів їхню сталість.

У багатьох районах (наприклад, у Сполученому Королівстві) масштабна втрата морських трав відбулася ще до періоду сучасних систематичних спостережень, а її наслідки були затьмарені масовим надмірним виловом. Така «зміщена базова лінія» призвела до відокремлення охорони середовищ існування від управління рибальством.

Документування зв'язків між морськими травами

Обмежена документованість

Хоча широко визнано, що морські трави підтримують рибальство, задокументованих прикладів наслідків їхньої втрати для пов'язаних промислів небагато. Ця прогалина в знаннях ускладнює ефективне управління та природоохоронні заходи.

Історичний контекст

У багатьох районах масштабна втрата морських трав відбулася ще до початку сучасного наукового моніторингу. Ці історичні втрати були затьмарені масовим надмірним виловом, сформувавши «зміщену базову лінію» в нашому розумінні морських екосистем.

Розрив в управлінні

Роль середовища існування в підтримці рибальства тривалий час недооцінювали, через що збереження біорізноманіття й середовищ у прибережному морському ландшафті виявилось відокремленим від підходів і політики управління рибальством.

Потреби в дослідженнях

Потрібні додаткові дослідження, які кількісно оцінюватимуть конкретний внесок середовищ морських трав у продуктивність рибальства, щоб обґрунтувати інтегровані підходи до управління, які захищають і саме середовище, і промисли, що від нього залежать.

Подолання розриву між збереженням морських трав і управлінням рибальством потребує кращого документування екологічних та економічних зв'язків між здоровими екосистемами морських трав і продуктивними промислами. Такий інтегрований підхід є необхідним для сталого управління прибережними ресурсами.



Культурні послуги: традиційне використання



Пакувальний матеріал

Листки *Posidonia oceanica* традиційно використовували як пакувальний матеріал для перевезення крихких виробів, таких як скло та кераміка, у країнах Середземномор'я. Їх також застосовували для транспортування свіжої риби з узбережжя до міст у глибині суходолу, допомагаючи зберігати улов. Хоча сьогодні морські трави можуть бути мало відомі широкій публіці, протягом історії вони були звичним і цінним ресурсом для прибережних громад. Серед лікувальних застосувань були полегшення шкірних захворювань, таких як акне, та болю в ногах, спричиненого варикозним розширенням вен.



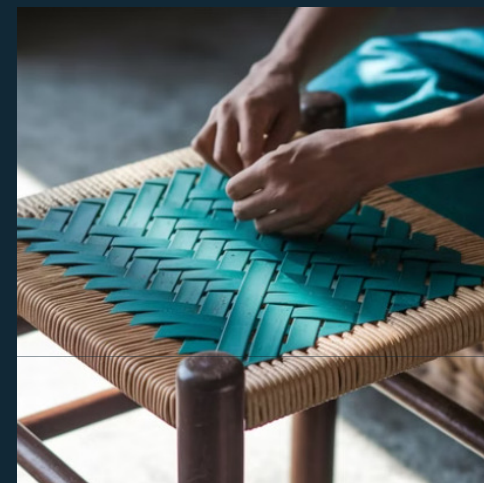
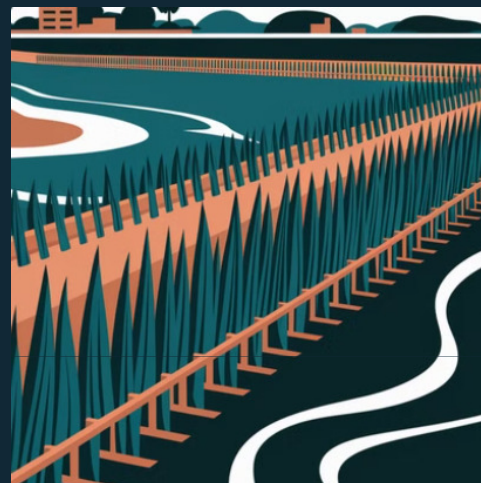
Сільськогосподарське використання матеріал для постелі

Оскільки паразити гірше розвивалися в листках *P. oceanica*, ніж у соломі, їх використовували як підстилку для худоби в стайнях. Коли соломи бракувало, сухі листки *P. oceanica* також застосовували для виготовлення саманної цегли та як утеплювач дахів на південному сході Іспанії й Балеарських островах.



Листки морських трав широко використовували як наповнювач для матраців і подушок; у XVI столітті цю практику популяризував по всій Італії Папа Юлій III. Вважалося, що сон на такій постелі допомагає запобігати респіраторним інфекціям.

Культурні послуги: будівельні матеріали



У Нідерландах листки зостери використовували як складову дамб («wierdyken»), забезпечуючи природне зміцнення цих важливих берегозахисних споруд. До 1950-х років *Zostera marina* була бажаним наповнювачем дитячих матраців, а її листки й сьогодні використовують у традиційних сидіннях стільців.

По всій Європі листки *Zostera marina* використовували як покрівельний матеріал для фермерських будинків, що забезпечував чудову природну теплоізоляцію та захист від негоди. Довговічність таких матеріалів свідчить про виняткові властивості морських трав як будівельної сировини: деякі споруди зберігалися протягом поколінь.

Економічна цінність екосистем морських трав

15837

€/га/рік

Мінімальна оцінена вартість послуг, що надаються екосистемами морських трав.

100x

Порівняння цінності

Екосистеми морських трав приблизно на два порядки цінніші за орні землі.

1980s

Початок економічної оцінки

Економічне оцінювання цінності морських трав розпочалося наприкінці XX століття.

Значний обсяг знань про біологію та екологію морських трав, накопичений в останній третині XX століття, сприяв зростанню усвідомлення їхньої економічної цінності для людини. Біологічні ресурси й екологічні послуги морських трав ґрунтуються на фізичній структурі самих рослин і підводних луків, які вони утворюють, на їхній біологічній активності, а також на активності пов'язаних із ними фауни та флори.

Навіть з урахуванням обмежень і застережень цих економічних оцінок вони підкреслюють надзвичайну важливість екосистем морських трав порівняно з іншими середовищами та видами землекористування. Така економічна оцінка допомагає обґрунтовувати природоохоронні заходи й політичні рішення, спрямовані на захист цих цінних морських ресурсів.



Зростання визнання

Усвідомлення економічної цінності морських трав продовжує зростати.



Цінність для туризму та рекреації

1

Спортивне рибальство

Регіон Кінтана-Роо в Мексиці відомий популяціями спортивних риб — тарпона, альбули, снука та перміта; значна частина аматорського рибальства відбувається в лагунах півострова з морськими травами, приносячи суттєві туристичні доходи.

2

Спостереження за дикоптахами

Багато туристів приїжджають до районів морських трав в Акумалі, Мексика, щоб плавати із зеленими черепахами, а до Марса-Алама в Єгипті — щоб займатися снорклінгом і дайвінгом із дюгонями. Вживання цієї харизматичної мегафауни залежить від здорових середовищ морських

3

Спостереження за птахами

У помірних регіонах чорні казарки та численні інші птахи приваблюють спостерігачів за птахами до місць із луками морських трав, таких як Солент у Сполученому Королівстві та П'юджет-Саунд у Сполучених Штатах Америки.

4

Прибережний туризм

Прозорі води та біорізноманіття, пов'язані зі здоровими луками морських трав, підвищують загальну привабливість прибережних туристичних напрямків і сприяють ширшій туристичній економіці навіть тоді, коли відвідувачі безпосередньо не усвідомлюють присутності морських трав.

Цінність морських трав для туризму та рекреації часто не визнається, попри значні непрямі доходи, які вони забезпечують цим галузям. Туристи можуть не усвідомлювати, що користуються послугами екосистем морських трав під час відпочинку на узбережжі, що створює розрив між їхньою економічною цінністю та суспільною обізнаністю.

Культурна ідентичність і спадщина

1 Традиційні засоби до існування

У багатьох регіонах світу луки морських трав є частиною традиційного способу життя та ідентичності рибалок і громад. Вони безпосередньо пов'язані з харчуванням і засобами до існування, які підтримували прибережне населення протягом поколінь.

2 Духовне значення

З релігійного погляду кришечки молюсків, зібрані в луках морських трав, використовували для виготовлення церемоніальних пахощів. Такі культурні практики пов'язують громади з морським середовищем через духовні традиції.

3 Збереження археологічної спадщини

Відклади морських трав відіграють ключову роль у збереженні цінної підводної археологічної та історичної спадщини в усьому світі, зокрема римських і фінікійських корабельних аварій, доісторичних поселень та затоплених давніх міст.

4 Історичні архіви

Луки морських трав є своєрідними історичними архівами культурного розвитку людства: шари осадів містять артефакти та екологічну інформацію, що допомагають ученим реконструювати минулі взаємини між людиною й довкіллям.

Морські трави у ферментаційній промисловості

Початок досліджень

Дослідження виробництва біоетанолу активно розвиваються з 2000 року, а вчені вивчають різні водні рослини як потенційну сировину. До них належать прісноводні види, такі як водяний гіацинт, і морські макроводорості, зокрема *Saccharina japonica* та види *Ulva*.

Японська інновація

У 2014 році японські вчені досліджували можливість використання насіння *Zostera marina* для отримання ферментованих продуктів із високою концентрацією етанолу. Насіння зостери обробляли методами, подібними до тих, що застосовуються у виробництві японського sake або рисового вина.

Вражаючі результати

Цей інноваційний процес дав змогу отримати продукт із 16,5% етанолу, що перевищує міцність більшості вин. Високий вміст крохмалю в насінні морських трав робить його особливо придатним для процесів ферментації.

Майбутній потенціал

Оскільки *Zostera marina* широко поширена в Північній півкулі, її потенційно можна використовувати не лише для біопалива, а й у харчовій промисловості та виробництві напоїв. У перспективі її можна вирощувати як сталу сільськогосподарську культуру, що сприятиме розвитку нової морської ферментаційної галузі.

Морські трави як біовугілля

Використання берегових наносів морських трав Процес отримання біовугілля

Берегові наноси морських трав (викинуті хвилями на узбережжя рештки) можуть бути корисними як для наземних і морських екосистем, так і для людей. Замість того щоб вважати цей матеріал відходом, його можна перетворювати на цінне біовугілля з багатьма способами застосування. Збирання й перероблення берегових наносів морських трав забезпечує сталий спосіб використання матеріалу, який інакше видаляли б із пляжів як «відходи», перетворюючи його на ресурс із екологічними перевагами.

Останнім часом біовугілля визнано інструментом для посилення секвестрації атмосферного вуглецю, що допомагає пом'якшувати зміну клімату. Високий вміст вуглецю та стабільна структура біовугілля дають йому змогу зберігатися в ґрунтах від сотень до тисяч років, фактично вилучаючи цей вуглець з атмосферного циклу.

Отримання біовугілля — це перетворення біомаси термохімічними процесами в середовищі з обмеженим доступом кисню для утворення твердого матеріалу з високим вмістом вуглецю. Цей процес ефективно фіксує вуглець у стабільній формі, стійкій до розкладання.

Для морських трав виявлено високу ефективність перетворення, порівнянну з високоякісними наземними біовуглецевими матеріалами. Це робить їх перспективною сировиною для виробництва біовугілля з можливим застосуванням у сільському господарстві, фільтрації води та секвестрації вуглецю.



Морські трави в медицині



Попри перспективні досягнення фармацевтичної біотехнології та розроблення нових лікарських засобів, рак та інфекційні захворювання залишаються провідними причинами смертності й захворюваності у світі. Зелений синтез запропоновано як простий, економічно доцільний та екологічно безпечний альтернативний підхід до синтезу наночастинок.

У типовому зеленому синтезі біологічні сполуки (наприклад, рослинні екстракти) діють одночасно як відновники й стабілізатори, що дає змогу отримувати потрібні наночастинки із заданими властивостями. Морська трава *Cymodocea serrulata* виявилася цінним біоресурсом для швидкого й екологічного отримання біоактивних наночастинок, спеціально призначених для терапії раку легень, відкриваючи нові перспективи морської медицини.

These training materials have been compiled by bringing together existing literature and general practices. While utmost care has been taken to ensure the accuracy and timeliness of the information contained within, it should be noted that relevant legislation, standards, and practices are subject to change. Therefore, the author is not responsible for any consequences arising from the use of the information presented in this material.