

Importanța ecologică, economică și climatică a ierburilor marine

Ierburile marine sunt plante cu flori remarcabile, adaptate vieții sub apă, care formează pajiști întinse ce stau la baza unora dintre cele mai productive ecosisteme de pe planetă. Aceste grădini submarine oferă habitate esențiale pentru nenumărate specii marine, captează carbon în ritmuri impresionante și furnizează numeroase servicii ecosistemice de care beneficiază comunitățile umane din întreaga lume.

Această prezentare explorează biologia unică a ierburilor marine, distribuția lor globală și serviciile ecologice, economice și climatice vitale pe care le oferă – de la susținerea pescuitului până la protejarea coastelor și atenuarea schimbărilor climatice.

 **Şevki Danacioğlu**





Definiția ierburilor marine

Angiosperme marine

Ierburile marine sunt angiosperme marine adaptate să trăiască complet scufundate în ape salmastre sau sărate. Spre deosebire de alge, ele sunt plante cu flori adevărate, cu adaptări specializate pentru viața subacvatică.

Ingineri ai ecosistemelor

Ele favorizează depunerea sedimentelor, stabilizează substratul, reduc viteza apei și funcționează ca parte a sistemului de filtrare estuarin, îndepărtând contaminanții din coloana de apă.

Servicii ecosistemice

Ierburile marine contribuie la ciclul nutrienților, oferă habitat de creștere pentru specii de pești importante comercial și constituie o sursă importantă de hrană pentru megaerbivore precum țestoasele verzi, dugongii și lamantinii.

Ierburi marine vs. alge: diferențe esențiale

Plante vasculare

La fel ca plantele terestre, ierburile marine au vase conducătoare (țesut conducător lignificat) care transportă hrana, nutrienții și apa în întreaga plantă. Acest sistem vascular lipsește complet la alge.

Sisteme radiculare

Ierburile marine au rădăcini adevărate care pătrund în substrat, fixând planta și absorbând nutrienți. În schimb, algele se atașează de suprafețe prin structuri de fixare, dar nu pot pătrunde în substrat.

Reproducere

Fiind plante cu flori, ierburile marine produc flori, fructe și semințe în cadrul ciclului lor reproductiv. Algele se reproduc prin mecanisme complet diferite și nu produc niciodată flori sau semințe.



Diversitatea morfologică a ierburilor marine



Formă de paletă

Unele specii de ierburi marine au frunze ovale sau în formă de paletă, formând pajiști distincte pe fundul mării. Aceste structuri foliare mai late captează eficient lumina solară în anumite condiții ale apei.



Formă de ferigă

Speciile de ierburi marine cu aspect de ferigă prezintă fronde fine și complexe, care creează structuri de habitat elaborate. Aceste modele foliare măresc suprafața disponibilă pentru fotosinteză.



Formă de panglică

Cele mai ușor de recunoscut ierburi marine au frunze lungi, asemănătoare unor panglici, care pot atinge lungimi impresionante – unele până la 7 metri. Aceste pajiști unduitoare creează aspectul clasic de „prerie subacvatică”.

Ierburile marine variază foarte mult ca dimensiune, de la specii minuscule cu frunze cât o unghie până la plante masive cu frunze de câțiva metri. Această diversitate le permite să prospere în diferite medii marine.



Distribuția globală a ierburilor marine

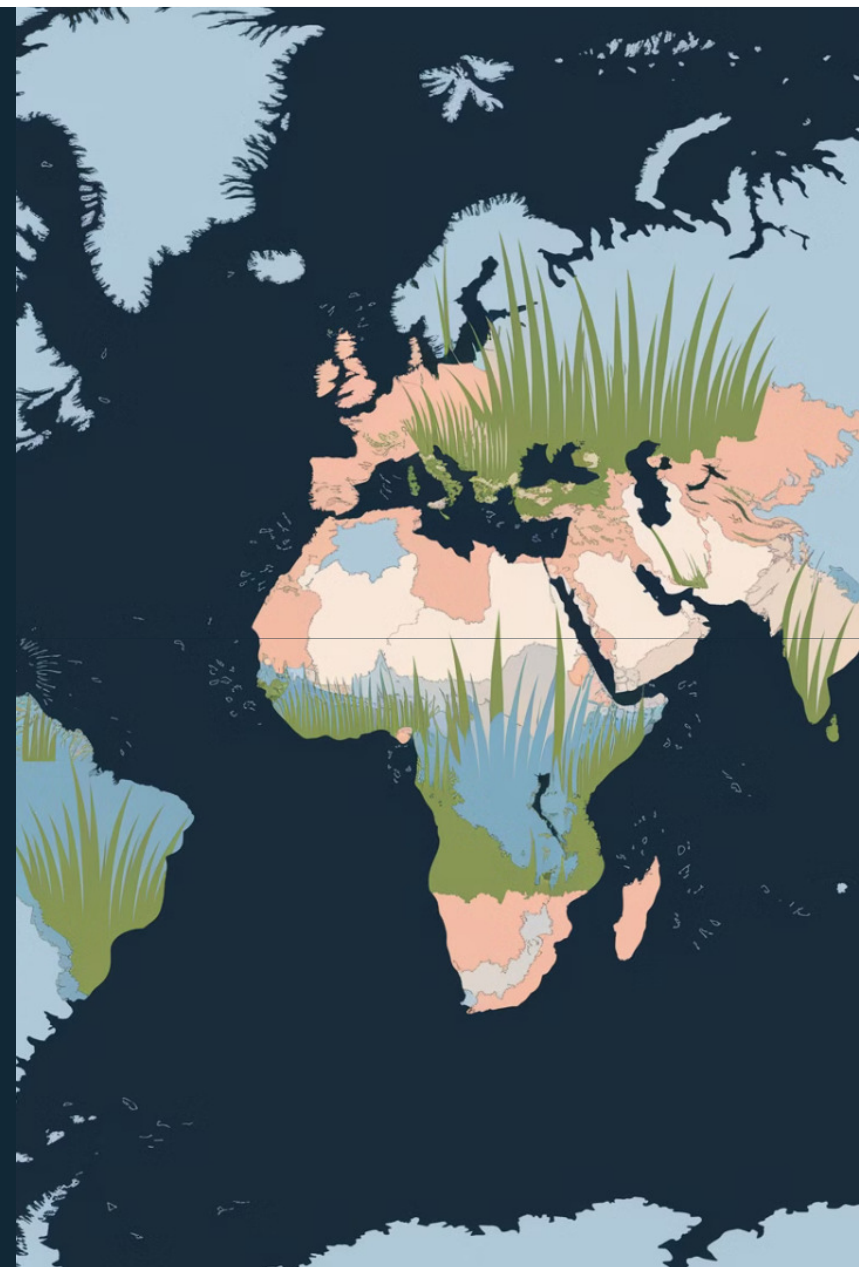
1 Prezență la scară globală 2 Interval de adâncime

Pajiștile de ierburi marine au o distribuție mondială și se găsesc în zonele costiere puțin adânci ale tuturor continentelor, cu excepția Antarcticii. Capacitatea lor de adaptare la condiții diferite le-a permis să colonizeze o mare varietate de medii marine.

Ierburile marine ocupă sedimente cu substrat moale, de la zona intertidală (expusă la reflux) până la adâncimi de aproximativ 40 de metri, în funcție de claritatea apei și pătrunderea luminii.

3 Adaptabilitate climatică

Aceste plante remarcabile prosperă în diferite zone climatice, de la apele tropicale din apropierea ecuatorului până la regiunile temperate cu variații sezoniere de temperatură, demonstrând succesul lor evolutiv și adaptabilitatea.





Cartografierea distribuției ierburilor marine

17M

Hectare minime

Cea mai mică estimare globală a suprafeței acoperite de ierburi marine, evidențiind aria importantă ocupată de aceste ecosisteme la nivel mondial.

60M

Hectare maxime

Cea mai mare estimare globală a suprafeței acoperite de ierburi marine, indicând amploarea potențială a acestor habitate marine vitale.

25%

Suprafață cartografiată

Mai puțin de un sfert din ierburile marine ale lumii au fost cartografiate corespunzător, ceea ce indică lacune importante de cunoaștere.



Tendință de declin

Datele actuale sugerează că ierburile marine se pierd într-un ritm mai rapid decât poate fi documentat.

Variația mare a estimărilor privind suprafața globală a pajiștilor de ierburi marine reflectă înțelegerea noastră incompletă a acestor ecosisteme. În majoritatea țărilor nu s-a realizat o cartografiere spațială generalizată, iar localizarea ierburilor marine este cunoscută doar din observații locale. Numeroase zone rămân complet neexplorate în privința prezenței lor.



Bioregiunile globale ale ierburilor marine

Atlanticul de Nord temperat

Acoperind zonele costiere ale Americii de Nord și Europei, această bioregiune găzduiește specii adaptate variațiilor sezoniere de temperatură și influențelor puternice ale mareelor.

Indo-Pacificul tropical

Cea mai diversă bioregiune, întinsă din Africa de Est până în Hawaii, care conține cel mai mare număr de specii de ierburi marine din lume.

Atlanticul tropical

Cuprinde Caraibe, Golful Mexic și coastele tropicale ale Atlanticului, cu specii adaptate apelor calde, adesea afectate de uragane.



Pacificul de Nord temperat

Întinzându-se de-a lungul coastelor Asiei și Americii de Nord, această regiune găzduiește comunități diverse de ierburi marine adaptate condițiilor specifice Oceanului Pacific.

Mediteraneană

O bioregiune distinctă, cu specii endemice precum Posidonia oceanica, adaptate apelor limpezi și calde ale Mediteranei și amplitudinii reduse a mareelor.

Oceanele sudice temperate

Include sudul Australiei, Noua Zeelandă și Africa de Sud și găzduiește specii unice adaptate condițiilor oceanice din emisfera sudică.

La nivel global, suprafața totală a ierburilor marine este estimată la peste 177.000 km², pe baza zonelor cartografiate și a estimării celor necartografiate unde prezența lor a fost documentată. Această distribuție este organizată în șase bioregiuni distincte, fiecare cu specii și condiții ecologice caracteristice.

Specii europene de ierburi marine



Zostera marina

Cunoscută drept iarbă de mare, această specie răspândită se găsește din apele arctice de-a lungul coastei Norvegiei până în Mediterană. În regiunile nordice poate supraviețui mai multe luni sub strat de gheață.



Zostera noltii

Zostera pitică formează pajiști dense pe nisipurile măloase din zonele intertidale. Are o toleranță mai mare la desicare decât Zostera marina, ceea ce îi permite să prospere în zonele expuse la reflux.



Cymodocea nodosa

Uneori numită „iarba căluțului de mare”, deoarece pajiștile sale reprezintă habitate caracteristice pentru căluții de mare. Această specie de ape calde este larg răspândită în Mediterană și în Insulele Canare.



Posidonia oceanica

Limitată la Marea Mediterană, această specie endemică formează pajiști extinse de la ape puțin adânci până la 50–60 de metri, în zone cu apă foarte limpede.

În ciuda originii lor terestre, ierburile marine sunt bine adaptate mediului marin și pot fi întâlnite de la zona intertidală de la țărm până la adâncimi de 50–60 de metri în apele europene. Cele patru specii europene sunt ușor de identificat, iar distribuția lor geografică este bine documentată.

Caracteristici comune ale ierburilor marine europene

1

Structura frunzelor

Partea vizibilă este alcătuită din lăstari sau mănunchiuri de 3–10 frunze liniare, formând coronamentul pajiștii care oferă habitat și realizează fotosinteza.

2

Rețeaua de rizomi

Lăstarii se prind de rizomi orizontali și/sau verticali care se extind în interiorul sau deasupra sedimentului, formând o rețea subterană interconectată.

3

Sistem radicular

Rădăcinile pătrund în straturile mai adânci ale fundului mării, fixând planta și absorbând nutrienți din sediment.

4

Creștere clonală

Rizomii se divid pentru a forma noi mănunchiuri de frunze, generând lăstari identici genetic care funcționează ca un singur individ interconectat.

Speciile europene de ierburi marine au mai multe caracteristici morfologice comune, în ciuda diferențelor vizuale. Această structură comună le permite să îndeplinească funcții ecologice similare în habitate și regiuni diferite, de la apele reci ale Mării Nordului până la Mediterana caldă.

Zostera marina (iarbă de mare)

Distribuție

Se găsește din apele arctice de-a lungul coastei nordice a Norvegiei până în Mediterană. Este foarte abundentă în Marea Baltică, Marea Nordului și de-a lungul coastelor atlantice până în nordul Spaniei. În Mediterană apare în principal sub forma unor pâlcuri mici și izolate.

Morfologie

Lăstarii au 3–7 frunze, cu lățimi de la 2 mm la plantele tinere până la 10 mm la exemplarele mari. Frunzele au de obicei 30–60 cm lungime, dar pot ajunge la 1,5 m în pajiști de pe sedimente moi, la adâncimi intermediare.

1

2

Habitat

Predominant subtidală, crește până la adâncimi de 10–15 metri, în funcție de claritatea apei. Este cel mai adesea perenă, deși în zona intertidală a Mării Wadden există și populații anuale.

3

4

Identificare

Este ușor de identificat prin lăstarii terminali care cresc numai pe rizomi orizontali, formând modele distincte de pajiște pe fundul mării.



Zostera noltii (iarbă de mare pitică)

1

Distribuție

Este răspândită de pe coastele sudice ale Norvegiei până în Marea Mediterană, Marea Neagră și Insulele Canare și a fost înregistrată până spre sud, pe coasta Mauritaniei, demonstrând adaptabilitatea la diferite condiții ale apei.

2

Habitat

Formează pajiști dense pe nisipurile măloase din zonele intertidale, unde Zostera marina este rară din cauza toleranței mai reduse la desicare. Această specializare de habitat permite celor două specii să coexiste în aceleași regiuni.

3

Morfologie

Prezintă mănușchiuri mici de 2–5 frunze înguste, atașate unui rizom orizontal. Fiecare rizom poartă numeroși lăstari pe ramuri scurte, separate de segmente de rizom. Frunzele au 0,5–2 mm lățime și 5–25 cm lungime.



Cymodocea nodosa (iarba călușului de mare)



Cymodocea nodosa, propusă a fi numită „iarba călușului de mare” datorită habitatului caracteristic pentru călușii de mare, este o specie de ape calde răspândită în Mediterană, în jurul Insulelor Canare și de-a lungul coastei Africii de Nord. Specia nu se extinde mai la nord de coastele sudice ale Portugaliei.

Poate fi întâlnită de la zone subtidale puțin adânci până la ape foarte adânci (50–60 m). *Cymodocea nodosa* are mănunchiuri de 2 până la 5 frunze. Frunzele au 2–4 mm lățime și 10–45 cm lungime. Specia este cel mai ușor identificată prin rizomii verticali și segmentele lungi, albe sau roz, ale rizomilor orizontali.

Posidonia oceanica

Endemică mediteraneană

Posidonia oceanica este limitată la Marea Mediterană, distribuția sa oprindu-se la granița unde apele mediteraneene se amestecă cu cele atlantice, în partea vestică a Mediteranei. Este cea mai răspândită plantă superioară din Marea Mediterană.

Interval de adâncime distinctivă

Această specie remarcabilă crește de la ape subtidale puțin adânci până la 50–60 m în zone cu ape foarte limpezi, demonstrând o adaptare excepțională la condițiile de lumină redusă de la adâncimi mari.

Morfologie

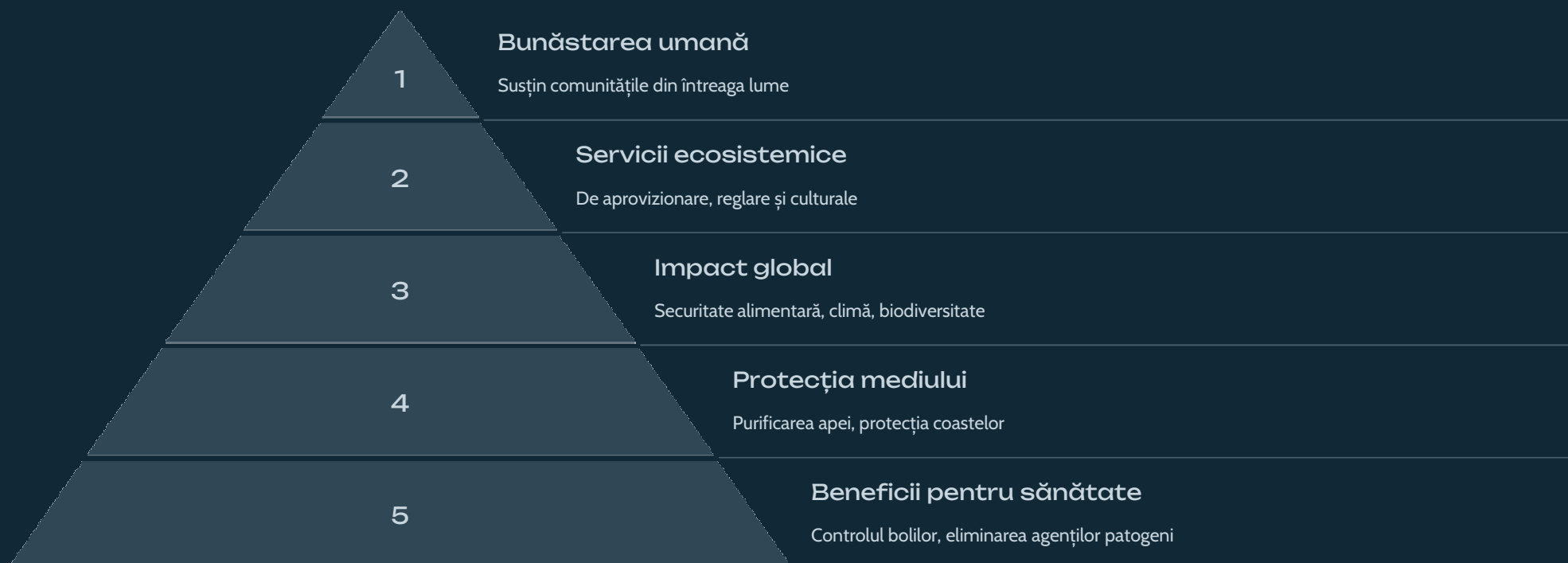
Posidonia oceanica are mănunchiuri de 5 până la 10 frunze atașate de rizomi verticali. Frunzele sunt late (5–12 mm), de obicei au 20–40 cm lungime, dar în condiții favorabile pot ajunge la 1 m.

Caracteristici de identificare

Specia se identifică ușor prin frunzele sale dense și late și prin resturile fibroase din jurul rizomilor și al părților inferioare ale lăstarilor, care îi conferă un aspect distinct față de celelalte ierburi marine mediteraneene.



Serviciile ecosistemice ale ierburilor marine



Ecosistemele de ierburi marine oferă o gamă largă de servicii care sprijină bunăstarea oamenilor din întreaga lume. Se estimează că peste 1 miliard de persoane trăiesc la mai puțin de 100 km de o coastă cu pajiști de ierburi marine și pot beneficia de serviciile lor de aprovizionare, reglare și culturale.

Ierburile marine au un rol global important în susținerea securității alimentare, atenuarea schimbărilor climatice, îmbogățirea biodiversității, purificarea apei, protejarea coastelor și controlul bolilor. Aceste servicii ecosistemice se traduc în beneficii economice și sociale directe pentru comunitățile de coastă și nu numai.



Ierburile marine susțin biodiversitatea marină



Habitat pentru megafaună

Pajiștile de ierburi marine oferă zone de hrănire esențiale pentru megafauna marină amenințată, precum țestoasele marine verzi, care pasc direct frunzele ierburilor marine. Aceste specii periclitare depind de ecosisteme sănătoase de ierburi marine pentru supraviețuire.



Zone de creștere

Structura complexă a pajiștilor de ierburi marine creează un habitat ideal de creștere pentru nenumărate specii de pești, inclusiv multe importante comercial. Peștii juvenili găsesc atât hrană, cât și protecție împotriva prădătorilor în coronamentul ierburilor marine.



Diversitatea nevertebratelor

În pajiștile de ierburi marine prosperă o comunitate bogată de nevertebrate, de la crustacee minuscule până la moluște și echinoderme. Aceste organisme formează baza unor rețele trofice complexe care susțin nivelurile trofice superioare.

Oferirea de adăpost, hrană și zone de creștere reprezintă servicii ecosistemice esențiale furnizate de ierburile marine la nivel mondial, fapt demonstrat de diversitatea și abundența ridicată a faunei din aceste pajiști. Multe dintre aceste animale prezintă un interes deosebit și includ specii amenințate, periclitare sau carismatice.



Ierburile marine susțin biodiversitatea marină



Habitat pentru megafaună

Pajiștile de ierburi marine oferă zone de hrănire esențiale pentru megafauna marină amenințată, precum țestoasele marine verzi, care pasc direct frunzele ierburilor marine. Aceste specii periclitare depind de ecosisteme sănătoase de ierburi marine pentru supraviețuire.



Zone de creștere

Structura complexă a pajiștilor de ierburi marine creează un habitat ideal de creștere pentru nenumărate specii de pești, inclusiv multe importante comercial. Peștii juvenili găsesc atât hrană, cât și protecție împotriva prădătorilor în coronamentul ierburilor marine.



Diversitatea nevertebratelor

În pajiștile de ierburi marine prosperă o comunitate bogată de nevertebrate, de la crustacee minuscule până la moluște și echinoderme. Aceste organisme formează baza unor rețele trofice complexe care susțin nivelurile trofice superioare.

Oferirea de adăpost, hrană și zone de creștere reprezintă servicii ecosistemice esențiale furnizate de ierburile marine la nivel mondial, fapt demonstrat de diversitatea și abundența ridicată a faunei din aceste pajiști. Multe dintre aceste animale prezintă un interes deosebit și includ specii amenințate, periclitare sau carismatice.



Eliminarea agenților patogeni

Ierburile marine pot elimina contaminarea microbiologică din apă, reducând expunerea peștilor, oamenilor și nevertebratelor la agenți patogeni bacterieni. Acest proces natural de filtrare contribuie la menținerea unor medii marine mai sănătoase.

Compuși bioactivi

Ierburile marine produc metaboliți secundari bioactivi cu activitate antibacteriană și antifungică. Extractele din specii tropicale precum *Halophila stipulacea*, *Cymodocea serrulata* și *Halodule pinifolia* au demonstrat activitate împotriva agenților patogeni umani.

Protecția corailor

Recifele de corali beneficiază de pajiștile de ierburi marine învecinate, nivelul bolilor corailor fiind redus la jumătate în prezența acestora. Această relație protectoare evidențiază importanța menținerii unor ecosisteme costiere diverse.

Controlul înfloririlor algale

Pajiștile de ierburi marine pot controla înfloririle algale dăunătoare prin activități algicide și de inhibare a creșterii asupra microalgelor care provoacă aceste fenomene, contribuind la menținerea echilibrului ecosistemului.



Ierburile marine atenuează schimbările climatice

19.9Pg

Stocarea carbonului

Estimarea globală a carbonului organic stocat în ecosistemele de ierburi marine, ceea ce le transformă în importante rezervoare de carbon.

2

Surse de carbon

Carbonul este sechestrat atât sub formă de biomasă a ierburilor marine, cât și prin captarea particulelor organice provenite din ecosistemele învecinate.

1000s

Ani de stocare

Depozitele de carbon din sedimentele cu ierburi marine pot rămâne timp de milenii dacă nu sunt perturbate.

↑O₂

Producerea oxigenului

Ierburile marine produc oxigen prin fotosinteză, aducând beneficii mediului marin.

Pajiștile de ierburi marine sunt rezervoare importante de carbon la scară globală, având o capacitate ridicată de captare și stocare a carbonului în sediment, cunoscut și ca „carbon albastru”. Prin acest serviciu, ecosistemele de ierburi marine au un potențial mare de combatere a schimbărilor climatice, cu beneficii pentru întreaga planetă.

Condițiile anoxice ale sedimentelor cu ierburi marine favorizează conservarea carbonului sedimentar, ducând uneori la formarea unor depozite mari de carbon care pot persista timp de milenii dacă rămân neperturbate.

Stocarea carbonului în ecosistemele de ierburi marine

1

Biomasă supraterană

Carbonul stocat în frunze și tulpini este considerat un rezervor de carbon pe termen scurt, deoarece acest material este mai expus pășunatului, exportului sau descompunerii. Totuși, el joacă un rol important în ciclul general al carbonului.

2

Biomasă subterană

Rizomii și rădăcinile stochează carbonul în forme mai stabile, protejate de descompunerea rapidă prin condițiile cu oxigen redus din sediment. Acesta este un mecanism de stocare a carbonului pe termen mediu.

3

Carbon în sedimente

Cel mai mare și mai stabil rezervor de carbon se află în sediment, unde materia organică provenită atât din ierburile marine, cât și din alte surse este îngropată și conservată timp de secole sau milenii în condiții anoxice.

4

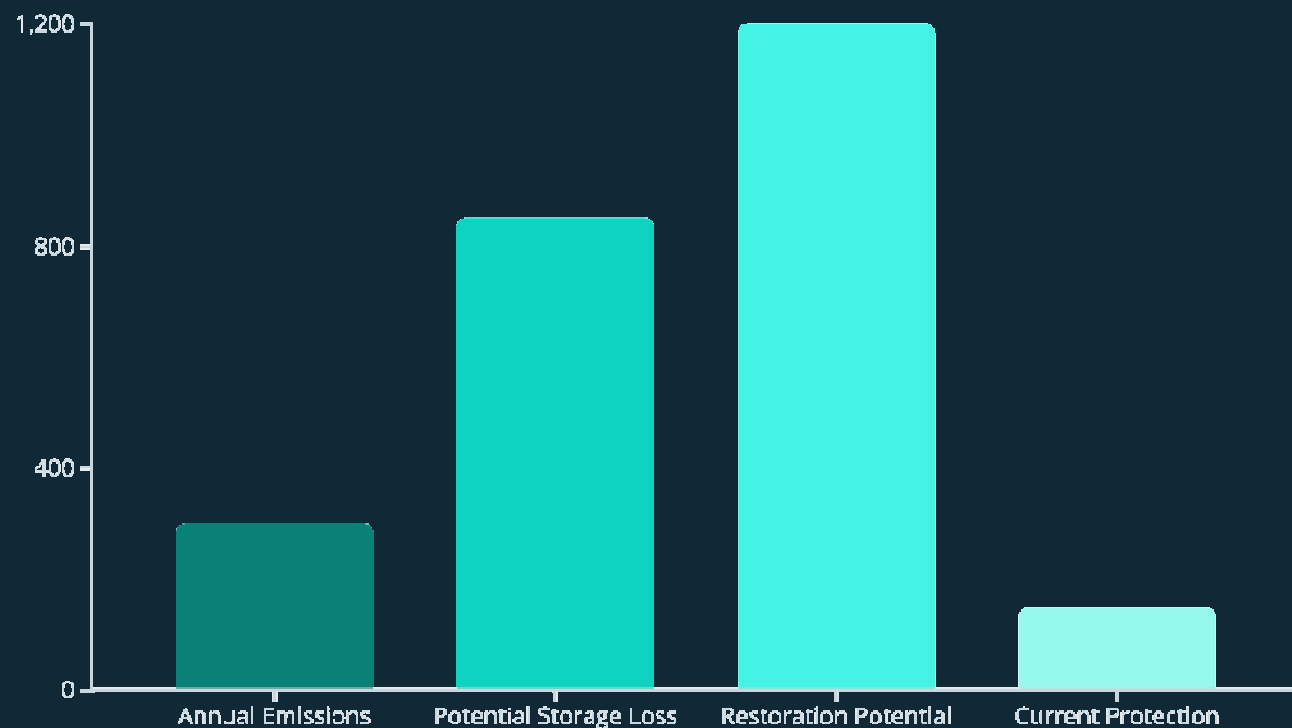
Carbon alohton

Pajiștile de ierburi marine captează și stochează particule organice provenite din ecosistemele învecinate, acționând ca un „aspirator de carbon” care elimină carbonul din mediul marin mai larg.

Capacitatea ierburilor marine de a sechestra carbon variază în funcție de specie, caracteristicile pajiștii și condițiile de mediu. În general, cele mai mari depozite de carbon organic apar în pajiști neperturbate, formate din specii mari și persistente, cu coronamente complexe, în medii adăpostite și puțin adânci, cu aport moderat de nutrienți.



Pierderea ierburilor marine și emisiile de carbon



Pierderea pajiștilor de ierburii marine reduce capacitatea de sechestrare și stocare a carbonului și crește emisiile de CO₂ provenite din remineralizarea depozitelor de carbon din sol. La ratele actuale de pierdere, se estimează că ierburile marine pot elibera până la 299 Tg de carbon pe an.

Similar degradării rezervoarelor terestre de carbon, pierderea ecosistemelor de ierburii marine poate contribui semnificativ la emisiile antropice de CO₂ și la accelerarea schimbărilor climatice. În ciuda rolului lor important ca rezervoare de carbon, ierburile marine au fost în mod tradițional neglijate în inventarele de contabilizare a emisiilor de gaze cu efect de seră.



Strategii privind carbonul albastru

Rapoarte fundamentale din 2009

Publicațiile lui Nellemann et al. și Laffoley & Grimsditch au evidențiat potențialul restaurării și conservării pajiștilor de ierburi marine ca metodă de atenuare a schimbărilor climatice, într-un cadru nou denumit „strategii privind carbonul albastru”.

Standarde de carbon

Dezvoltarea standardelor de carbon, precum Verified Carbon Standard, permite proiectelor de restaurare să beneficieze de credite de carbon, creând stimulente financiare pentru conservarea ierburilor marine.

1

2

3

4

Ghidurile IPCC

Grupul Interguvernamental privind Schimbările Climatice a elaborat ghiduri care sprijină raportarea emisiilor de gaze cu efect de seră sau a sechestrării rezultate din conversia și restaurarea pajiștilor de ierburi marine în inventarele naționale ale țărilor.

Implementare viitoare

Deși până în prezent niciun proiect nu a folosit ierburile marine ca instrument pentru reducerea emisiilor, piețele și metodele sunt în curs de dezvoltare și probabil vor fi testate și aplicate în curând.

De la rapoartele inițiale s-au înregistrat progrese importante în știință și politici pentru implementarea strategiilor privind carbonul albastru. Totuși, persistă provocări, inclusiv lipsa datelor privind sechestrarea carbonului în unele regiuni, cartografierea incompletă a ierburilor marine, variabilitatea spațială a emisiilor de gaze cu efect de seră și incertitudinile juridice privind drepturile asupra terenurilor și limitele mareelor.

Ierburile marine atenuează acidificarea oceanului

1 Absorbția fotosintetică a carbonului

Productivitatea ridicată a ierburilor marine influențează chimia carbonatului din apa de mare înconjurătoare, datorită cantităților mari de carbon anorganic dizolvat absorbite în timpul fotosintezei. Această activitate metabolică ajută la contracararea locală a acidificării.

2 Tamponarea pH-ului

Ierburile marine tind să crească pH-ul apei de mare în timpul zilei, compensând potențial efectele nocive ale creșterii CO₂ antropice în apă. Astfel se creează zone locale cu pH mai ridicat în interiorul și în jurul pajiștilor de ierburi marine.

3 Refugiu pentru organismele calcificatoare

Organismele marine, în special speciile calcificatoare precum corali și moluștele care trăiesc în interiorul sau în apropierea ierburilor marine, pot beneficia de acest serviciu, găsim un refugiu local față de efectele acidificării oceanului.

Deși rolul lor în tamponarea acidificării oceanului depinde de condițiile de mediu, pajiștile sănătoase de ierburi marine pot spori pe termen scurt reziliența speciilor vulnerabile la acidificare. Acest serviciu ecosistemic devine tot mai valoros pe măsură ce pH-ul oceanelor continuă să scadă din cauza creșterii nivelurilor de CO₂ atmosferic.

Servicii de protecție costieră



Reducerea energiei valurilor

Frunzele ierburilor marine reduc viteza curentului și energia valurilor pe măsură ce apa traversează pajiștea. Studiile au arătat reduceri ale energiei valurilor de până la 40% în zonele cu acoperire densă, oferind o protecție importantă țărmurilor.



Stabilizarea sedimentelor

Sistemele complexe de rădăcini și rizomi ale ierburilor marine previn eroziunea și stabilizează sedimentul. Acest efect de ancorare ajută la menținerea integrității coastei chiar și în timpul furtunilor și împiedică pierderea terenurilor valoroase.



Formarea plajelor și dunelor

Resturile de ierburi marine acumulate pe plaje contribuie la formarea unor dune stabile. În cazul speciilor mari precum Posidonia, acumulările groase de material adus la țărm, numite banchete, pot ajunge la 3 m înălțime, creând bariere naturale.



Creșterea sedimentării

Pajiștile de ierburi marine favorizează acumularea verticală a sedimentelor și ridicarea fundului marin prin acumularea biomasei subterane și a particulelor captate din coloana de apă, ajutând coastele să țină pasul cu creșterea nivelului mării.

Pajiștile de ierburi marine joacă un rol important în protejarea zonelor costiere împotriva eroziunii, inundațiilor și valurilor de furtună. Acest sistem natural de apărare costieră devine tot mai valoros pe măsură ce schimbările climatice intensifică furtunile și accelerează creșterea nivelului mării.

Infrastructură naturală pentru adaptarea la climă

Sisteme cu autoreparare

Spre deosebire de infrastructura „gri” construită, care necesită întreținere constantă, pajiștile de ierburi marine sunt sisteme vii capabile de autoreparare și regenerare naturală după perturbări. Acest lucru le face soluții mai sustenabile pe termen lung pentru protecția costieră.

Ecosistemele sănătoase de ierburi marine se pot adapta la condiții în schimbare, inclusiv la creșterea treptată a nivelului mării, fie prin creșterea altitudinii solului prin acumularea sedimentelor, fie prin migrarea spre interior, dacă există spațiu.

În zonele tropicale, ierburile marine împreună cu algele calcifitoare producătoare de sedimente s-au dovedit soluții naturale eficiente pentru alimentarea plajelor, oferind o alternativă autosustenabilă la abordările ingineresti tradiționale și sporind reziliența coastelor la schimbările climatice. Acest fapt evidențiază ierburile marine drept unele dintre cele mai potrivite ecosisteme pentru ecoinginerie și soluții bazate pe natură.

Infrastructură gri vs. verde

Soluțiile ingineresti tradiționale bazate pe construirea de infrastructuri „gri” (diguri, ziduri de protecție) implică pierderea directă a habitatelor costiere. Aceste infrastructuri trebuie întreținute și modernizate pentru a-și menține eficiența în viitoarele scenarii climatice, ceea ce le poate face nesustenabile economic.

În schimb, barierele naturale oferite de ecosisteme precum ierburile marine au capacitatea de a se autorepara și adapta, oferind în același timp numeroase alte servicii ecosistemice și creând o abordare mai integrată și sustenabilă a managementului costier.



Ierburile marine susțin pescuitul mondial



Pescuit comercial

Pajiștile de ierburi marine oferă habitate valoroase de creștere pentru peste o cincime dintre cele mai mari 25 de activități de pescuit din lume, inclusiv pentru pollockul de Alaska, specia cu cele mai mari capturi la nivel global. Această funcție de habitat de creștere susține direct industriei de pescuit comercial în valoare de miliarde de dolari anual. Pajiștile de ierburi marine au o importanță fundamentală pentru producția mondială de pescuit, atât pentru vertebrate, cât și pentru nevertebrate, în numeroase moduri. Beneficiile depășesc adesea comunitățile locale, oferind avantaje „extralocale” oamenilor care pot trăi departe de pajiștile de ierburi marine.



Pescuit de subzistență

Atunci când pajiștile de ierburi marine se află în apropierea comunităților, ele servesc adesea drept zone importante de pescuit pentru aprovizionarea locală cu hrană. Colectarea nevertebratelor din aceste pajiști este o activitate accesibilă datorită mediului costier puțin adânc.



Pescuit recreativ

Pescăriile asociate ierburilor marine au valoare recreativă în întreaga lume, atrăgând pescari sportivi care vizează specii apreciate dependente de aceste habitate. Acest pescuit recreativ generează venituri turistice importante pentru comunitățile costiere.



Pescuitul nevertebratelor în pajiști de ierburi marine



Colectarea nevertebratelor din pajiștile de ierburi marine este considerată o activitate de pescuit accesibilă, în principal datorită mediului costier puțin adânc și ușurinței cu care fauna poate fi colectată. În multe zone din Indo-Pacific, aceste activități sunt vitale pentru asigurarea necesarului zilnic de proteine și reducerea sărăciei.

Ierburile marine au și o serie de roluri indirecte în susținerea pescuitului, precum furnizarea unui aport trofic pentru pescăriile din larg sau din ape mai adânci ori filtrarea scurgerilor de pe uscat. Aceste servicii ecosistemice conectează habitatele cu ierburi marine de rețele trofice marine mai extinse și de productivitatea pescuitului dincolo de limitele lor imediate.



Viitorul pescuitului asociat ierburilor marine

Reziliență climatică

Pajiștile de ierburi marine pot fi mai puțin vulnerabile la schimbările climatice decât alte habitate, precum recifele de corali.

Necesități de management

Sunt esențiale abordări integrate care să conecteze conservarea habitatelor cu managementul pescuitului.



Presiune crescută a pescuitului

Pe măsură ce alte habitate se degradează, pescarii pot viza tot mai mult speciile asociate ierburilor marine.

Probleme de sustenabilitate

Presiunea mai mare a pescuitului ridică întrebări privind sustenabilitatea pe termen lung a pescăriilor asociate ierburilor marine.

În contextul unui mediu global în schimbare, în care numeroase habitate marine, precum recifele de corali, sunt tot mai degradate, pescarii pot fi nevoiți să compenseze prin exploatarea altor habitate și zone. Fiind potențial mai reziliente la schimbările climatice, multe pajiști de ierburi marine vor fi probabil vizate mai intens pentru comunitățile lor de pești, ceea ce pune sub semnul întrebării sustenabilitatea lor.

În multe regiuni (de exemplu, în Regatul Unit), pierderi extinse de ierburi marine au avut loc înaintea perioadei moderne de înregistrări, fiind eclipsate de supraexploatarea generalizată a resurselor piscicole. Această „deplasare a nivelului de referință” a dus la separarea conservării habitatelor de managementul pescuitului.

Documentarea legăturilor dintre ierburile marine

Documentare limitată

Deși este larg recunoscut faptul că ierburile marine susțin pescuitul, există puține exemple documentate privind consecințele pierderii lor asupra pescăriilor asociate. Această lacună de cunoaștere îngreunează managementul și conservarea eficientă.

Context istoric

În multe regiuni, pierderi extinse de ierburi marine au avut loc înainte de începerea monitorizării științifice moderne. Această pierdere istorică a fost eclipsată de supraexploatarea generalizată a resurselor piscicole, creând un „nivel de referință în schimbare” în înțelegerea ecosistemelor marine.

Ruptură în management

Rolul habitatului în susținerea pescuitului a fost insuficient recunoscut, ceea ce a dus la separarea conservării biodiversității și habitatelor din peisajul costier de abordările și politicile de management al pescuitului.

Necesități de cercetare

Sunt necesare mai multe studii care să cuantifice contribuțiile specifice ale habitatelor cu ierburi marine la productivitatea pescuitului, pentru a fundamenta abordări integrate de management care să protejeze atât habitatul, cât și pescăriile pe care acesta le susține.

Reducerea decalajului dintre conservarea ierburilor marine și managementul pescuitului necesită o documentare mai bună a legăturilor ecologice și economice dintre ecosistemele sănătoase de ierburi marine și pescăriile productive. Această abordare integrată este esențială pentru gestionarea sustenabilă a resurselor costiere.



Servicii culturale: utilizări tradiționale



Material de ambalare

Frunzele de *Posidonia oceanica* erau folosite tradițional ca material de ambalare pentru transportul obiectelor fragile, precum sticlăria și ceramica, în țările mediteraneene. De asemenea, erau utilizate pentru transportul peștelui proaspăt din zonele costiere către orașele din interior, contribuind la păstrarea capturii.

Deși astăzi ierburile marine nu sunt foarte cunoscute publicului larg, ele au fost resurse familiare și valoroase pentru comunitățile costiere de-a lungul istoriei. Utilizările lor medicinale includeau ameliorarea unor afecțiuni ale pielii, precum acneea, și a durerilor de picioare cauzate de varice.



Utilizări agricole

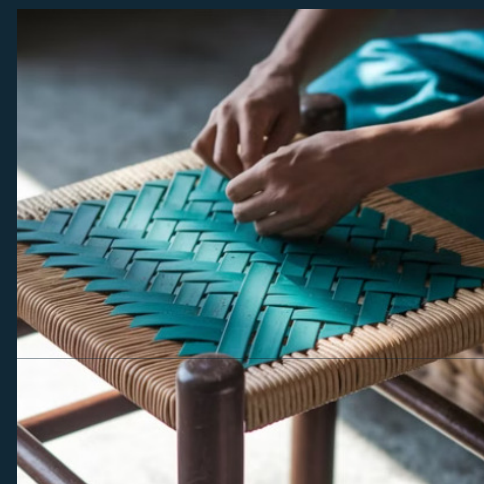
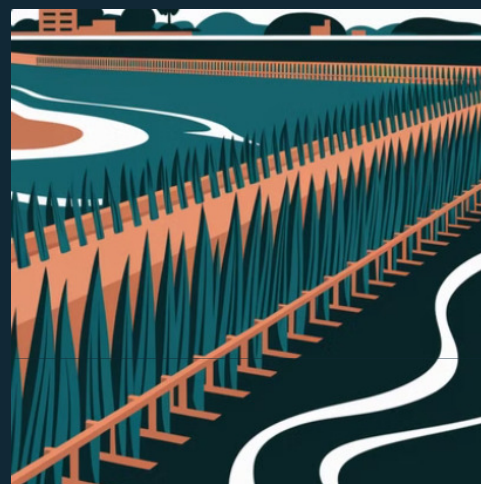
Deoarece paraziții se dezvoltă mai greu în frunzele de *P. oceanica* decât în paie, acestea erau folosite ca așternut pentru bovine în grajduri. Când paiele erau rare, frunzele uscate de *P. oceanica* erau utilizate și la fabricarea chirpiciului și ca izolație pentru acoperișuri în sud-estul Spaniei și în Insulele Baleare.



Material pentru așternut

Frunzele de ierburi marine au fost folosite pe scară largă ca material de umplutură pentru saltele și perne, practică popularizată în Italia de Papa Iulius al III-lea în secolul al XVI-lea. Se considera că dormitul pe acest tip de așternut ajuta la prevenirea infecțiilor respiratorii.

Servicii culturale: materiale de construcție



În Țările de Jos, frunzele de *Zostera* au fost folosite în structura digurilor („wierdyken”), asigurând o întărire naturală a acestor construcții esențiale pentru protecția costieră. *Zostera* marina a fost materialul preferat pentru umplerea saltelelor pentru bebeluși până în anii 1950, iar frunzele sunt folosite și astăzi în șezuturile tradiționale ale scaunelor.

În Europa, frunzele de *Zostera* marina au fost folosite ca învelitoare pentru acoperișurile fermelor, oferind o izolație naturală excelentă și protecție împotriva intemperiilor. Durabilitatea acestor materiale evidențiază proprietățile remarcabile ale ierburilor marine ca material de construcție, unele structuri rezistând generații întregi.

Valoarea economică a ecosistemelor de ierburi marine

15837

€/ha/an

Valoarea minimă estimată a serviciilor ecosistemice.

100x

Comparație de valoare

De 100 de ori mai valoroase decât terenurile cultivate.

1980s

Începutul evaluării

Evaluarea economică a valorii ierburilor marine a început la sfârșitul secolului al XX-lea.

Cunoștințele ample despre biologia și ecologia ierburilor marine acumulate în ultima treime a secolului al XX-lea au determinat o conștientizare tot mai mare a valorii economice a acestora pentru oameni. Resursele biologice și serviciile ecologice oferite de ierburile marine se bazează pe structura fizică a plantelor și a pajiștilor submarine pe care le formează, pe activitatea lor biologică și pe cea a faunei și florei asociate.

Chiar și cu limitările și rezervele acestor estimări economice, ele evidențiază importanța extraordinară a ecosistemelor de ierburi marine în comparație cu alte habitate și utilizări ale terenului. Această evaluare economică contribuie la justificarea eforturilor de conservare și a deciziilor de politică menite să protejeze aceste resurse marine valoroase.



Recunoaștere în creștere

Conștientizarea valorii economice a ierburilor marine continuă să crească.



Valoarea pentru turism și recreere

1

Pescuit sportiv

Regiunea Quintana Roo din Mexic este renumită pentru populațiile sale de tarpon, bonefish, snook și permit, iar o mare parte a pescuitului recreativ are loc în lagunele cu ierburi marine ale peninsulei, generând venituri turistice importante.

2

Observarea faunei sălbatice

Numeroși turiști vin în zonele cu ierburi marine din Akumal, Mexic, pentru a înota cu țestoase verzi, iar în Marsa Alam, Egipt, pentru snorkeling și scufundări alături de dugongi. Aceste specii carismatice de megafaună depind de habitate sănătoase de ierburi marine pentru supraviețuire.

3

Observarea păsărilor

În regiunile temperate, gâștele Brent și numeroase alte păsări atrag observatorii în zone cu pajiști de ierburi marine, precum Solent în Regatul Unit și Puget Sound în Statele Unite ale Americii.

4

Turism costier

Apele limpezi și biodiversitatea asociate pajiștilor sănătoase de ierburi marine sporesc atractivitatea generală a destinațiilor costiere, contribuind la economia turistică mai largă chiar și atunci când vizitatorii nu sunt conștienți în mod direct de prezența ierburilor marine.

Valoarea ierburilor marine pentru turism și recreere este adesea nerecunoscută, în ciuda veniturilor indirecte considerabile pe care le generează pentru aceste industrii. Turiștii pot beneficia de ecosistemele de ierburi marine fără să realizeze acest lucru atunci când se bucură de activități în zonele costiere, ceea ce creează o ruptură între valoarea economică și conștientizarea publică.

Identitate culturală și patrimoniu

1 Mijloace tradiționale de trai

În multe regiuni ale lumii, pajiștile de ierburi marine reprezintă un mod tradițional de viață și o parte a identității pescarilor și comunităților. Ele sunt direct asociate cu hrana și mijloacele de trai care au susținut populațiile costiere timp de generații.

2 Semnificație spirituală

Din perspectivă religioasă, operculele moluștelor colectate din pajiștile de ierburi marine au fost folosite pentru producerea tămâiei ceremoniale. Aceste practici culturale leagă comunitățile de mediul marin prin tradiții spirituale.

3 Conservare arheologică

Depozitele de ierburi marine joacă un rol esențial în conservarea patrimoniului arheologic și istoric subacvatic din întreaga lume, precum epave romane și feniciene, situri preistorice de locuire și orașe antice scufundate.

4 Arhive istorice

Pajiștile de ierburi marine constituie arhive istorice ale dezvoltării culturale umane în timp, straturile de sediment conținând artefacte și informații de mediu care îi ajută pe cercetători să reconstruiască relațiile dintre oameni și mediu din trecut.

Ierburile marine în industria fermentației

Începuturile cercetării

Cercetările privind producția de bioetanol au crescut din anul 2000, oamenii de știință explorând diverse plante acvatice ca materii prime potențiale. Acestea includ specii de apă dulce, precum zambila de apă, și macroalge marine precum *Saccharina japonica* și specii de *Ulva*.

Inovație japoneză

În 2014, cercetători din Japonia au studiat posibilitatea utilizării semințelor de *Zostera marina* pentru obținerea unor produse fermentate cu concentrații ridicate de etanol. Ei au procesat semințele folosind metode similare celor utilizate la fabricarea sake-ului japonez sau a vinului de orez.

Rezultate impresionante

Acest proces inovator a permis obținerea unui produs cu 16,5% etanol, mai puternic decât majoritatea vinurilor. Conținutul ridicat de amidon al semințelor de ierburi marine le face deosebit de potrivite pentru procesele de fermentație.

Potențial viitor

Deoarece *Zostera marina* este larg răspândită în emisfera nordică, are potențial de utilizare nu numai ca biocombustibil, ci și în industria alimentară și a băuturilor. Ar putea fi recoltată ca o cultură sustenabilă, permițând dezvoltarea unei noi industrii marine de fermentație.

Ierburile marine ca biochar

Valorificarea resturilor de ierburi marine

Resturile de ierburi marine aduse la țărm pot fi benefice atât pentru ecosistemele terestre și marine, cât și pentru oameni. În loc să fie tratat ca deșeu, acest material poate fi transformat în biochar valoros, cu multiple aplicații.

Colectarea și procesarea resturilor de ierburi marine oferă o modalitate sustenabilă de valorificare a unui material care altfel ar putea fi îndepărtat de pe plaje ca „deșeu”, transformându-l într-o resursă cu beneficii pentru mediu.

Biocharul a căpătat recent recunoaștere ca instrument pentru creșterea sechestrării carbonului atmosferic, contribuind astfel la atenuarea schimbărilor climatice. Conținutul ridicat de carbon și structura stabilă îi permit să persiste în soluri sute sau mii de ani, eliminând efectiv acel carbon din ciclul atmosferic.

Procesul de producere a biocharului

Producerea biocharului constă în transformarea biomasei prin procese termochimice într-un mediu cu oxigen limitat, pentru a obține un material solid cu conținut ridicat de carbon. Procesul fixează eficient carbonul într-o formă stabilă, rezistentă la descompunere.

S-a constatat că ierburile marine au o eficiență ridicată de conversie, comparabilă cu produsele terestre de biochar de înaltă calitate. Acest lucru le face candidate excelente pentru producerea biocharului, cu posibile aplicații în agricultură, filtrarea apei și sechestrarea carbonului.



Ierburile marine în medicină



În ciuda realizărilor promițătoare din biotehnologia farmaceutică și a dezvoltării de noi medicamente, cancerul și bolile infecțioase rămân printre principalele cauze de mortalitate și morbiditate la nivel mondial. Sinteză verde a fost introdusă ca o abordare alternativă simplă, viabilă economic și ecologică pentru producerea nanoparticulelor.

Într-o sinteză verde tipică, compuși biologici (precum extractele vegetale) acționează atât ca agenți reducători, cât și stabilizatori, ducând la producerea unor nanoparticule dorite cu caracteristici prestabilite. Iarba marină *Cymodocea serrulata* s-a dovedit o bioresursă valoroasă pentru generarea rapidă și ecologică de nanoparticule bioactive destinate în special terapiei cancerului pulmonar, deschizând noi perspective în medicina bazată pe resurse marine.

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.