

CE SUNT MANGROVELE?

Lăcrămioara IVĂNESCU¹, Marius GRIGORE², Constantin TOMA³

ivanescu@uaic.ro; mariusgrigorepsyche@yahoo.com; ctoma@uaic.ro

ABSTRACT: The mangroves are tree forests whose species have stilt-like roots (proptant roots) and that can be encountered in the tidal balance area. These extraordinary ecosystems, which are homes for various insects, molluscs and kinds of birds, are incredibly fragile and can easily disappear causing environmental „upset” to the coastal areas. Controlling the evolution of mangroves, rehabilitating those which are endangered, is a priority in numerous tropical countries where these ecosystems have been proven to be of great economical significance.

KEYWORDS: mangroves, structural adaptations, exploitation, biodiversity

În regiunile tropicale există păduri de *manglieri*⁴ (arbori cu pneumatofori) care se dezvoltă exclusiv în zona de balans a marelor (flux și reflux); acestea sunt *mangrovele*. Ele acoperă aproximativ 100.000 Km² pe tot Globul (Figura 1). Interesul lor economic și științific este considerabil. Mangrovele sunt ecosisteme foarte specializate, care mor în mod brutal dacă unul din parametrii mediului lor se modifică. Astfel, pe *coastele tropicale*, mangrovele sunt primele care reacționează la cele mai mici variații ale *regimului hidric*. Mult timp considerate ca medii insalubre, inutile și neutilizabile, mangrovele sunt astăzi administrate în numeroase țări ca populații de primă importanță economică. Actualmente, totuși, regiunile de coastă tropicale, de o parte și de alta a Atlanticului, sunt sediul unei eroziuni foarte active, care este însoțită de o mortalitate masivă a mangrovelor. În Sierra Leone, Benin, Columbia, Venezuela, Brazilia, Coasta de Fildeș ș.a., pădurile de mangrove (*manglierii*) *dispar progresiv*. Pe litoralurile Guianelor ele sunt spălate și măturate prin eroziune, dar se reconstituie dacă depozitele de noi sedimente o permit.

¹ Decan, Facultatea de Biologie, Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” din Iași

² Profesor asociat, Facultatea de Biologie, Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” din Iași

³ Academician, Facultatea de Biologie, Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” din Iași

⁴ Nume popular al diverselor plante ce populează marginea apelor sărate din regiunile tropicale și aparțin la mai multe genuri, între care *Avicennia*, *Rhizophora*, *Bruguiera*, *Ceriops*, *Sonneratia*, *Pandanus*, *Nipa* etc.

Studiul acestor ecosisteme urmărește să răspundă la următoarele întrebări: care sunt particularitățile biologice ale mangrovelor? sunt ele indicatori biologici interesând variații ale nivelului mediu al oceanelor? pot fi ele utilizate pentru a lupta împotriva eroziunii costiere? Să încercăm a răspunde:

1. Care sunt caracteristicile mangrovelor?

Aceste ecosisteme sunt cunoscute din secolul III î.Chr., cum mărturisește filosoful grec *Eratosthene* în ale sale „Géographiques”, care descriu arbori cu rădăcini picioroange, în formă de arcuri ce se ridică deasupra apei, în mod sigur al plantelor din genul *Rhizophora*. Termenul „mangrove” provine probabil de la deformarea cuvântului malaez „mangui” (portughezii spun „mangue”, spaniolii spun „manglares”, anglo-saxonii spun „mangrove”).

Componenta principală a acestui ecosistem o constituie populațiile de arbori (vreo 60 de specii în toată lumea, ceea ce înseamnă foarte puțin pentru un ecosistem tropical), aparținând la câteva familii botanice, suficient adaptați pentru a supraviețui în condițiile foarte particulare ale zonei de influență a mareelor. „Înotând” zilnic în apă (datorită lovirii zilnice de către maree), *salinitățile* apei și ale solului variabile de la un loc și de la un sezon la altul, mișcările apei, *solurile* foarte sărace în oxigen, o *temperatură* medie de \pm de 16 °C, toate acestea sunt condițiile ecologice în care se dezvoltă mangrovele, mai ales în marile *delt*e tropicale: Gangele, Mekong^{ul}, Nigerul, Orinocul, Amazonul ș.a. Câteva specii, foarte rare, supraviețuiesc la latitudini subtropicale.

Anumite specii de *Avicennia* depășesc tropicul Cancer^{ului} în câteva puncte, cum ar fi Golful Persic (28 °nord); alte specii (*Kandelia candel*) ating Kyshyu în Japonia (35 °nord). Sunt și specii de *Avicennia* care se abat sensibil de la tropicul Capricorn^{ului}, în Noua Zeelandă (la 37 °sud – Auckland), în Australia (38 °sud – Melbourne) sau în Brazilia (27 °sud).

Trei țări, Brazilia (cu 25.000 Km²), Indonezia (cu 21.000 Km²) și Australia (cu 11.000 Km²) totalizează peste 50 % din suprafețele acoperite de mangrove. În Noua-Caledonie, Martinica și Guyana franceză, aceste ecosisteme nu acoperă decât suprafețe mici. Cele din Guadeloupe sunt probabil cel mai bine descrise actualmente printre mangrovele franceze.

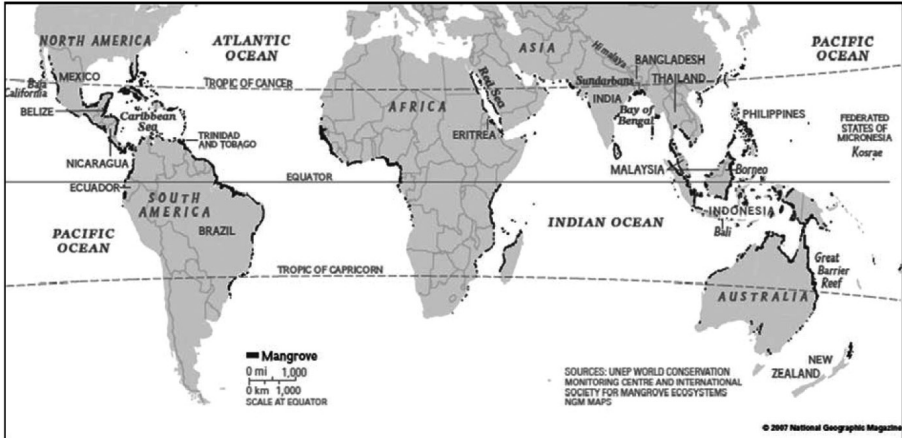


Fig nr. 1 – Distribuția mangrovelor pe Glob (National Geographic Magazine, 2007)

Se știe de mult timp că acești arbori s-au adaptat pentru a supraviețui în medii deosebit de ostile datorită mai ales lipsei oxigenului în soluri și prezenței clorurii de sodiu în apă cu concentrații foarte variabile (3→90 %).

În consecință, plantele din aceste păduri dispun de strategii generale multiple (Grigore și Toma, 2010):

Strategii de evitare a sării:

1. eliminarea sării de către rădăcinile plantei;
2. secreția sărurilor prin glandele salifere ale frunzelor;
3. diluția sărurilor prin mărirea conținutului de apă (suculență);
4. îndepărtarea organelor saturate în săruri.

Strategii de tolerare a sării:

1. compartimentarea sărurilor în vacuole – îndepărtarea ionilor toxici din anumite regiuni metabolic active ale celulei;
2. sinteza substanțelor organice „compatibile” (*osmolytes*) pentru a echilibra balanța ionilor minerali în vacuole.

Modificări structurale ca răspuns la mediul salin:

1. stomate pe fața inferioară a frunzelor – micșorarea pierderilor de apă din plantă;
2. cuticula îngroșată la suprafața epidermei – micșorarea pierderilor de apă din plantă;
3. glande salifere pe suprafața frunzei.

Din punct de vedere morfo-anatomic, mangrovele prezintă următoarele adaptări la mediul lor de viață:

1. arborii prezintă adaptări mecanice pentru fixarea în substratul mâlos, care poate lipsi chiar;
2. rădăcini aeriene, respiratorii (pneumatofori), care asigură necesarul de oxigen părților supuse inundării;
3. germinație particulară și „viviparitate”;
4. semințele și plantulele pot rezista în apă sărată și au adaptări pentru răspândirea pe distanțe foarte mari;
5. caractere xerofitice și halofitice ale frunzelor.

Aceste adaptări (anatomice și fiziologice) sunt numeroase, complexe, adesea spectaculoase. Astfel, la anumite specii creșterea continuă chiar dacă plantula este imersată. Cum de altfel embrionul străpunge tegumentul seminței în timp ce ea este încă pe arbore, majoritatea speciilor de mangrove sunt „vivipare”; semințele lor germinează pe arborele care le-a produs. Grație acestei „viviparități”, plantulele, numiteși propagule (Figura 2) sunt dispersate mai cu seamă de către curenții marini și ajung să se implanteze rapid pe nămolurile litorale.

Altă adaptare remarcabilă: plantele dezvoltă țesuturi, adevărate glande cu săruri, capabile să excrete sarea care a pătruns în țesuturi, precum și organe respiratoare care se ridică deasupra solului, pneumatoforii (Figura 3). Acești pneumatofori sunt rădăcini aeriene; fiind esențialmente constituite dintr-un *aerenchim spongios* (rezerva de aer între celulele separate de spații), descompunerea lor este extrem de rapidă de îndată ce arborele moare și înrădăcinarea arborelui nu mai asigură fixarea sedimentelor, ceea ce favorizează eroziunea litoralului. Mangrovele au deci exigențe ecologice importante. Printre acestea, durata de imersie zilnică este esențială, deoarece este cea care determină răspândirea strictă a speciilor de arbori și de arbuști în zona de balans a marelui ocean.

Datorită acțiunii mareelor, o parte importantă din materia organică produsă de arbori este exportată și litiera nu se acumulează. Slaba acțiune de descompunere – mineralizare „in situ” implică, pentru supraviețuirea unui manglier, un aport constant și suficient în elemente nutritive, de către apele marine și de către cele continentale; de unde și importanța de menținere a circulației libere a apei în mangrove.

Producția organică a unei mangrove sub formă de litieră variază de la 6 la 10 tone/hectar/an (greutate uscată) în medie și ea poate rămâne ridicată chiar sub climate aride. Această producție are incidențe asupra cantității de pește, moluște sau alte animale marine din lagunele costiere

tropicale. De aici și interesul științific și importanța economică a mangrovelor, ce determină puțin câte puțin măsuri de protecție. Mangrova constituie deci punctul de plecare a unui lanț alimentar complex, știind că resturile organice constituie hrana de bază pentru numeroase specii de animale din estuare, mai ales în stadii larvare și juvenile, care sunt la rândul lor consumate de prădători ale nivelurilor superioare. De unde și legăturile incontestabile între mangrove, pescării și fauna litorală tropicală. Această faună, bogată în specii, prezintă particularitatea de a migra în ecosistemele vecine, în timp ce plantele mangrovei sunt strict îndepărtate în zona de balans a mareelor. Aceasta deoarece ea este bogată în resurse animale și vegetale și de aceea mangrova este puternic exploatată. Utilizările tradiționale, produsele din pește, cărbunele de lemn și produsele derivate, cum ar fi taninurile și plantele medicinale, în mod curent întrebuințate în dermatologie (*Ceriops*, *Rhizophora*, *Xylocarpus* etc.), cu proprietăți astringente recunoscute, fără nicio valoare, se pare, antrenează o degradare importantă a mangrovei. Exploatarea forestieră din a doua jumătate a secolului XX, mecanizată (pastă de hârtie, lemn de tâmplărie) și conversiile mangrovei pentru punerea în valoare a noi terenuri agricole și pentru extinderea acvaculturii au antrenat degradări considerabile pe toate continentele, în afară de Australia. Omul a fost într-adevăr principalul dușman al mangrovelor. Aproape peste tot în lumea tropicală, până recent, el s-a înverșunat să „asaneze” mlaștinile cu mangrove. Exemplul Filipinelor este semnificativ: din cele 450.000 ha de mangrove, pe care le avea această țară în 1920, au mai rămas azi \pm 120.000 ha datorită extinderii acvaculturii. În Ecuador, 60.000–70.000 ha de mangrove au fost distruse din 1978 pentru a extinde cultura unui crevet (*Penaeus vannamei*).

Din 1980, cunoscându-se tot mai bine rolul mangrovelor în menținerea activităților de pescuit în estuarele și deltele tropicale, majoritatea țărilor (cu mangrove) fac un efort pentru o protecție parțială sau totală a acestor ecosisteme. S-au declarat rezervații și parcuri naționale, cel mai celebru fiind „Everglades National Park”, situat în Florida. Bun exemplu de ilogism al civilizației noastre, care protejează și reconstruiește azi cu mari cheltuieli un ecosistem pe care ea s-a îndârjit timp de decenii ca să-l distrugă.

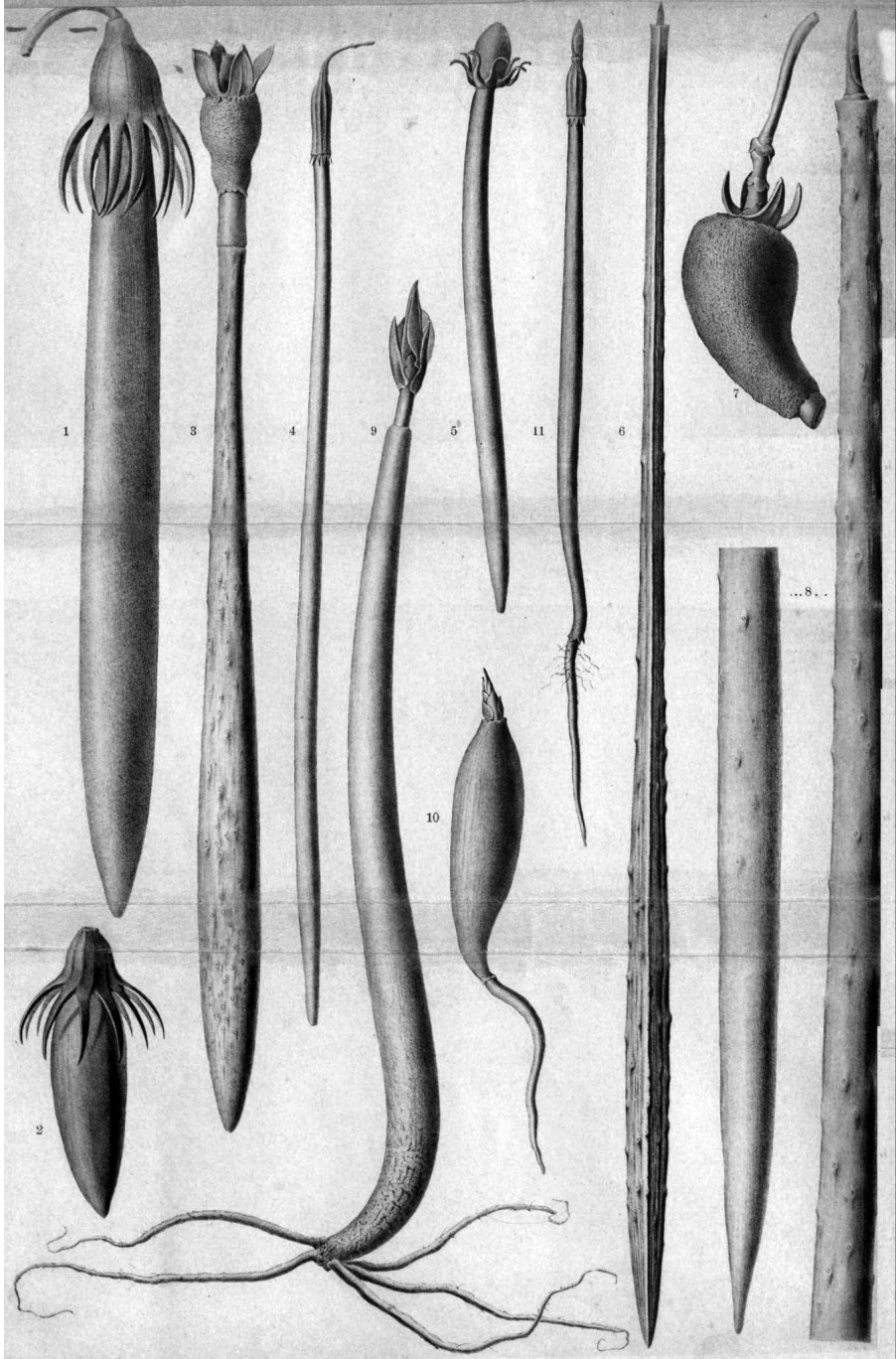


Fig. nr. 2. Propagule (plantule) la specii de mangrove (Schimper, 1891)

2. Pot mangrovele să constituie un indicator al variațiilor de nivel al mărilor?

De multă vreme deja, fosilele, și mai ales **polenul fosil**, sunt folosite în paleogeografie și în stratigrafie. Polenul fosil al mangrovelor este un bun marker din două motive: prezența sa în sol arată un climat cald (t° medie a celei mai reci luni este de peste 16°C) și proximitatea imediată a unei linii de țărm în timpul când acest polen s-a depus. Studiind cauzele mortalității mangrovelor pe toate continentele s-a putut arăta că aceste ecosisteme sunt deosebit de specializate, cele mai mici variații ale regimului lor hidric fiindu-le, în general, fatale. Totul se petrece așa cum fiecare specie de mangrove trăia în condiții ecologice apropiate de limita sa de toleranță, ținând seama de salinitatea apei și a solului, și de durata zilnică de imersare. Dacă dintr-un motiv oarecare, tectonic, sedimentologic, hidrodinamic etc., duratele de imersie zilnice sunt modificate, speciile mor brusc.

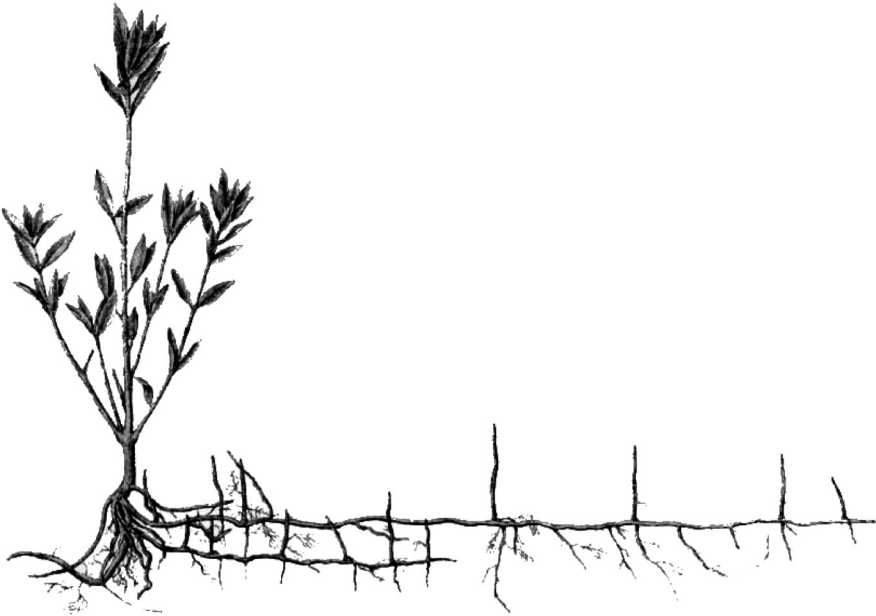


Fig. nr. 3. – Plantă tânără de *Avicennia nitida*, care prezintă trei tipuri de rădăcini: o rădăcină orizontală de pe care se ridică pneumatofori (rădăcini respiratoare), de la baza cărora se formează, în jos, rădăcini cu rol în absorbție (Børgesen, 1909)

Există în lume numeroase cazuri de mortalitate masivă a mangrovelor. Un exemplu frapant este cel al mangrovelor din Gambia care, datorită

unei modificări minore (câțiva centimetri), dar rapide (câteva săptămâni) a regimului hidric, au murit „pe picioare” pe mii de hectare, între ianuarie și martie 1980. Pentru studii mai aprofundate, observațiile spațiale sunt esențiale. Rezultatele obținute arată că speciile *Avicennia marina* și *Ceriops tagal*, care suportă cele mai mari concentrații în săruri (peste 70 ‰) în timpul sezonului secetos, sunt la vest, în timp ce arborii care suportă rău sau nu suportă salinități ale apei peste 15 ‰ s-au refugiat la est în Bangladesh (*Heritiera fomes*, *Nypa fruticans*).

În contrast cu speciile asiatice menționate, de o parte și alta a Atlanticului, numai două specii (*Rhizophora mangle* și *Avicennia germinans*) constituie aproximativ 80 % din mangrove. În Guyana, în timp ce pădurea de pe uscat conține peste 1000 de specii lemnoase, mangrova (de lângă mare) are doar pe *Avicennia germinans*. Cercetările satelitare s-au făcut asupra unor țări precum Bangladesh, Columbia, Senegal, Gambia, Coasta de Fildeș, Guinea.

Țările africane au fost mai puțin cercetate satelitar; doar Guyana franceză!

3. Moartea mangrovelor este o cauză a eroziunii coastelor

Aproximativ 250 milioane m³ de sedimente fine sunt vehiculate anual de către talazuri și curenți. Cursurile de apă guyaneză antrenează și ele până la ocean debite solide, dar în cantități neglijabile (ele reprezintă 1 % din aporturile amazoniene). O parte din aceste sedimente se depun și se consolidează pentru un timp (1–2 decenii în medie), înainte de a fi reluate și distruse de către eroziunea litorală. Fenomenul s-a amplificat recent datorită despăduririi din bazinul amazonian (35.000 Km²/an). Degradarea solurilor forestiere și antrenarea particulelor fine, materii humice, nisipuri, nămoluri, sunt accelerate de distrugerea perdelelor forestiere continentale, căci suprimând pădurea densă, se suprimă rolul său esențial în interceptarea ploilor și favorizează scurgerea rapidă. Ne putem aștepta la un câștig de pământ prin avansarea litoralului? În realitate, bilanțul sedimentării și al eroziunii efectuat pe coastele Guyanei franceze (1979–1984) ne face să înțelegem că cele două acțiuni se echilibrează: 60 Km² de noi mangrove s-au constituit și 58 Km² de mangrove vechi au fost distruse de eroziune.

Toate aceste remarci ne conduc să formulăm următoarea ipoteză: eroziunea se declanșează și se intensifică pe litoralurile Guyanei atunci când

mangrova moare. Dar, trebuie spus că mortalitatea mangrovelor n-ar fi una din consecințele eroziunii costiere, ci una din cauze, poate chiar o cauză principală. Rămâne să încercăm a explica de ce mor arborii. Depozitele sedimentare se situează la interfața dintre două lumi. În această zonă de tranziții între mediile continentale și cele oceanice, toți parametrii hidrodinamici, climatici, tectonici, geomorfologici, sedimentologici, fizico-chimici etc. acționează simultan și interacțiunile sunt complexe. Este ușor de înțeles că parametrul „salinitate”, de exemplu, în fiecare punct al Deltei este determinat de fluxul de apă dulce din bazinul versant (el însuși dependent de pluviometrie) și de evaporare. Aceștia sunt factori climatici. Salinitatea unei ape depinde și de penetrarea mareelor, adică de amplitudinea lor și de topografia locală. Or, salinitatea apei și a solului este unul din parametri esențiali ce determină distribuția speciilor vegetale ale mangrovei și productivitatea lor. Putem admite că mangrovele integrează ansamblul parametrilor fizici și chimici ai acestui mediu.

Cercetările de până acum arată că procesele interne ale mangrovelor (fixare de energie, productivitate, selecție specifică, cicluri ale elementelor nutritive etc.) sunt foarte puternic influențate de parametrii *externi*, din afara acestor ecosisteme:

1. Regularitatea regimului hidric: implică o alimentare regulată în apă dulce și o durată de imersare zilnică de către maree. Apele continentale joacă un rol esențial de diluare a apelor marine. Optimum de eficacitate metabolică este legat de optimum de salinitate; el variază de la o specie la alta. Specii ca *Nypa fruticans*, *Heritiera fomes*, *Sonneratia ovata* ș.a. cer salinități slabe (2–8 ‰ în mediu); ele se găsesc cel mai adesea în amonte de delte. Construcția de baraje (hidro-electrice sau cu scop de irigare) perturbă sau distruge mangrovele.

2. Al doilea parametru, necesitatea unei aprovizionări suficiente în elemente nutritive, se explică ușor. Într-adevăr, ecosistemul deschis exportă o fracție puternică de materie organică pe care el o produce și acest export de către maree a elementelor nutritive trebuie să fie compensate.

3. Al treilea parametru influent, stabilitatea substratului este esențial, căci fiecare specie ocupă pe litoral o poziție determinată înainte de toate de durata zilnică de *imersie*. În plus, în deltele afectate de fenomene tectonice (vechea deltă a Indus^{ului}, Gange^{ului} etc.), nu numai regimul mareelor și al inundațiilor cotidiene este perturbat puternic, ci materia organică produsă în timpul întregului sezon secetos rămâne practic intactă în sol,

datorită ridicării concentrației de sare și opririi aproape complete a activității microorganismelor de descompunere. Arborii își pierd vigoarea și treptat pier.

Aceste legi generale au aplicabilitate asupra tuturor litoralelor tropicale. Într-o mangrovă cu *Avicennia*se numără mai multe sute de *pneumatofoři* pe m²; tot atâtea obstacole care favorizează și accelerează sedimentarea. Urmează, deci, să constatăm că dacă încărcătura sedimentară este puternică, are loc o ridicare rapidă a substratului; viteza ridicării substratului variază de la un punct la altul, în funcție de proprietățile geomorfologice și hidrodinamice locale. Se întâmplă uneori ca ridicarea substratului prin sedimentare să asfixieze arborii. Lipsa de oxigen are mai multe cauze, utilizarea oxigenului de către microorganismele de biodegradare și, bineînțeles, grosimea crescută a păturii sedimentare. Descompunându-se după moartea arborilor, rădăcinile eliberează sedimentele din fața mării, care sunt astfel reluate de către eroziune.

Dacă această ipoteză se confirmă, asta înseamnă că eroziunea și antrenarea sedimentelor sunt înainte de toate provocate de mortalitatea manglierilor negri (*Avicennia germinans*). De ce oare nu asistăm la mecanisme comparabile în mangrovele Pacificului? Aici, când o specie de mangrovă moare, datorită ridicării substratului, ea este înlocuită imediat de o alta. Stocul floristic al mangrovelor Pacificului permite acest lucru (sunt ± 50 specii). Dimpotrivă, în mangrova din Guyana, practic o singură specie se dezvoltă în fața mării (*Avicennia germinans*). Accelerarea sedimentării ce reacoperă organele respiratoare și perturbă regimul hidric îi este fatală. Cum în această parte a lumii nu există o altă specie capabilă să-i ia locul când grosimea sedimentelor devine prea puternică, dinamismul acestei vegetații palustre este întrerupt, arborii mor în bloc și se declanșează eroziunea. Teoretic, ar fi suficient să se introducă în Guyana un manglier sau o graminee din mangrova asiatică (*Porteresia coarctata*), capabile de a înlocui pe *Avicennia* pentru a transforma aluviunile migratoare în sedimente consolidate. Dar atenție! Introducerea unei noi specii de mangrove în Guyana necesită luarea unor mari precauții!

Avicennia și *Rhizophora* din jurul Atlanticului sunt genuri vechi (sfârșitul Secundarului, începutul Terțiarului). Aceste două genuri, au un număr mare de specii în Pacific; ipoteza admisă azi este că aria lor de origine se situează în acest ocean și că migrația spre Atlantic a putut să se facă prin istmul din Panama, rămas deschis în timpul scurtelor perioade dintre sfârșitul

Cretacicului superior și Miocen. Alte genuri din Pacific apărute mai târziu (*Bruguiera*, *Ceriops*, *Sonneratia* ș.a.) nu au putut ajunge în Atlantic nici prin Tethys (Mediterraneană Terțiarului), nici prin Capul Bunei Speranțe din motive bioclimatice: temperaturi prea joase în Africa de Sud, ariditate prea puternică în vestul african.

Introducerea în Guyana a unei specii exotice poate fi luată în considerație? Nu. Introducerea unei noi specii într-o regiune costieră sau continentală necesită cercetări foarte îndelungate pentru a evita erorile trecutului și noi dezastre ecologice și economice. Căci lumea este plină, în acest domeniu, de eșecuri de mare răsunet. Este suficient să amintim cazul zambilei de apă (*Eichornia crassipes*), magnifică plantă acvatică braziliană, care a devenit în câțiva ani o adevărată ciumă în cele mai multe regiuni tropicale.

Concluzii

Mangrovele, aceste păduri de arbori (manglieri) cu rădăcini „picio-roange”, se întâlnesc în zona de balans a mareelor. Aceste ecosisteme extraordinare unde trăiesc insecte, moluște și păsări de toate felurile, sunt de o fragilitate extremă și pot să dispară în mod brutal, antrenând bulversarea zonelor de coastă. A controla evoluția mangrovelor, reabilitarea celor care sunt atinse de pericol este o prioritate în numeroase țări tropicale unde aceste ecosisteme se dovedesc a fi de o mare importanță economică.

Arborii ce alcătuiesc mangrovele au dezvoltat adaptări anatomice și fiziologice complexe, permițându-le să reziste la imersia cotidiană în apa mării. Speciile de *Avicennia* excretă sare prin frunzele lor și respiră datorită rădăcinilor aeriene numite pneumatofori.

Supraviețuirea unei mangrove depinde strict de aportul constant și suficient de elemente nutritive, aduse în ecosistem de apele continentale, de maree sau de vânt. Elementele nutritive care rămân în ecosistem sunt supuse proceselor metabolice, producției primare, descompunerii microbiene, desfășurării ciclurilor larvare ale crabilor și creveților, ori servesc drept hrană pentru păsări și alte animale sedentare.

Bibliografie:

- [1] Blasco, Fr., *Les Mangroves*. La Recherche, **22**, nr. 231: 444–453, 1991,
- [2] Børgesen, F., *Notes on the shore vegetation of the Danish West Indian islands*. Bot Tidsskr 29: 201–259, 1909.
- [3] Grigore, M.-N., Toma, C., *Structuri secretoare de săruri la halofite. O abordare integrativă*. Edit. Academiei Române, București, 2010.
- [4] Grigore M.-N., Ivănescu L., Toma C. *Halophytes. An integrative anatomical study*. Springer, Cham, Heidelberg, New York, Dordrecht, London, 2014.
- [5] Hogarth, P. J., *The Biology of Mangroves*. Oxford University Press, Oxford, 1999.
- [6] Pora, E., *Mangrovele*. Natura, nr. 3 (anul XXI), mai-iunie: 45–53, 1969.
- [7] Schimper, A.F.W., *Die indo-malaysche Strandflora*. Bot Mit Trop 3:1–204, 1891.
- [8] Tomlinson, P.B., *The Botany of Mangroves*. Cambridge University Press, Cambridge, 1986.