

**Societatea de Științe Biologice din România**

**NATURA**  
**Biologie**  
**Seria III**

**Vol. 53 Nr.2 (iulie-decembrie) 2011**

**Arad – 2011**



## CUPRINS

<b>I. Conservarea biodiversității.....</b>	<b>7</b>
<b>COLECTIV</b> – Conservarea biodiversității sarcină majoră a tuturor țărilor; S.O.S. – Pădurea Letea (Delta Dunării).....	7
<b>GABRIELA PASCALE, CRISTINA LILIANA SOARE</b> – Situația actuală a speciilor de pteridofite din România.....	16
<b>IRINA TEODORESCU</b> – Impactul produs de dezvoltarea sistemelor socio-economice asupra componentelor capitalului natural.....	31
<b>MIHAELA (RĂDEANU) STOICA</b> – Efectele directe și indirecte, sinergice, cumulative, principale și secundare ale deșeurilor menajere asupra capitalului natural.....	61
<b>ANGELA BUCUR</b> – Biodiversitatea în județul Giurgiu.....	70
<b>RODICA MOHAN</b> - Misterele plantelor vs. terapiile naturiste...	77
<b>II. Referate științifice.....</b>	<b>84</b>
<b>MARIN ANDREI, CRISTINA LILIANA SOARE</b> – Conceptul de celulă în etapa biologiei moleculare.....	84
<b>IOAN ARDELEAN</b> – Microbiologia și nanotehnologiile (De la microbiologie la nanomicrobiologie?).....	93
<b>DAN RĂZVAN POPOVICIU</b> – Terraformarea: primul pas spre colonizarea spațiului extraterestru.....	119
<b>MARIA MAGDALENA ZAMFIRACHE, IRINA BOZ</b> – Mobilitatea în lumea vegetală.....	132
<b>ALA APOSTOL</b> – Renumitele Grădini Botanice din Europa.....	150
<b>III. Cercetare științifică.....</b>	<b>158</b>
<b>ELENI MIMI BUZEA, IRINA DIANA TOPORAN</b> – Modelarea deplasării prin târâre a șarpelui de casă ( <i>Natrix natrix</i> ).....	158
<b>NICOLETA IANOVICI, MARIN ANDREI, BOGDAN FEROIU, HANELORE - ELENA MUNTEAN, RAMONA DANCIU, ELENA PUPĂZĂ</b> - Particularități anatomice și adaptări ecologice ale frunzelor speciilor genului <i>Plantago</i> .....	163
<b>IV. Biologia în școală.....</b>	<b>195</b>
<b>GEORGETA MIHĂILĂ, NAELA COSTICĂ</b> – Pledoarie pentru predarea-învățarea biologiei.....	195

<b>NAELA COSTICĂ, ANIȘOARA STRATU, MIHAI COSTICĂ</b> – Un posibil cadru de dezvoltare profesională pentru profesorii de biologie: proiectul internațional „Managementul intercultural și de mediu al școlilor” (3EMI).....	200
<b>CARMEN ANAMARIA NICOLESCU, ROXANA PARASCHIVOIU, MARIA BURDIȘEL</b> – Adaptările omului la condițiile de viață.....	207
<b>NAELA COSTICĂ</b> – Tendințe în evoluția profesiei de biolog.....	212

# CONTENTS

<b><i>I. Biodiversity conservation</i></b> .....	<b>7</b>
<b>GROUP OF AUTHORS</b> – Biodiversity conservation, major task for all countries; S.O.S. – Letea Forest (Danube Delta).....	7
<b>GABRIELA PASCALE, CRISTINA LILIANA SOARE</b> – Actual situation of the ferns in the Romanian flora.....	16
<b>IRINA TEODORESCU</b> – The impact produce by the social-economics systems development on the natural capital components.....	31
<b>MIHAELA (RĂDEANU) STOICA</b> – The house wastes – direct and indirect effects, synergic, cumulative, principally and secondary on the natural capital.....	61
<b>ANGELA BUCUR</b> – The biodiversity from Giurgiu County.....	70
<b>RODICA MOHAN</b> – Plants mystery vs. natural therapies.....	77
<b><i>II. Scientific reports</i></b> .....	<b>84</b>
<b>MARIN ANDREI, CRISTINA LILIANA SOARE</b> – The cell concept in the molecular biology stage.....	84
<b>IOAN ARDELEAN</b> – The microbiology and the nanotechnologies (From microbiology to nano-microbiology?).....	93
<b>DAN RĂZVAN POPOVICIU</b> – Terra-formation: the first step to colonizing the extraterrestrial space.....	119
<b>MARIA MAGDALENA ZAMFIRACHE, IRINA BOZ</b> – The movements in plants.....	132
<b>ALA APOSTOL</b> – Famous European Botanic Gardens.....	150
<b><i>III. News in Biology research</i></b> .....	<b>158</b>
<b>ELENI MIMI BUZEA, IRINA DIANA TOPORAN</b> – Modeling the grass snake ( <i>Natrix natrix</i> ) crawl movement.....	158
<b>NICOLETA IANOVICI, MARIN ANDREI, BOGDAN FEROIU, HANELORE - ELENA MUNTEAN, RAMONA DANCIU, ELENA PUPĂZĂ</b> – Anatomical particularities and ecological adaptations of the <i>Plantago</i> genus leafs.....	163
<b><i>IV. Biology in school</i></b> .....	<b>195</b>
<b>GEORGETA MIHĂILĂ, NAELA COSTICĂ</b> – Plead for biology teaching-learning.....	195

<b>NAELA COSTICĂ, ANIȘOARA STRATU, MIHAI COSTICĂ</b> – “Experimentation du Management Interculturel et Environnemental dans les Établissement scolaires”(3EMI) – a possible frame to the professional development of the biology teachers.....	200
<b>CARMEN ANAMARIA NICOLESCU, ROXANA PARASCHIVOIU, MARIA BURDIȘEL</b> – Human adaptations to living conditions.....	207
<b>NAELA COSTICĂ</b> – Tendencies in the biologist profession evolution.....	212

## *I. Conservarea biodiversității*

### **CONSERVAREA BIODIVERSITĂȚII SARCINĂ MAJORĂ A TUTUROR ȚĂRILOR S.O.S. - PĂDUREA LETEA (DELTA DUNĂRII)**

Următorii naturaliști (în ordine alfabetică), cadre didactice universitare, specialiști din Institutele de cercetare, profesori de biologie, adresează un S.O.S. pentru protecția Pădurii Letea călcată în picioare de peste 2.000 de cai aparținând localnicilor din comuna C.A. Rosetti, jud. Tulcea:

**Anastasiu Paulina** – Conf. univ. dr. la Facultatea de Biologie, Universitatea din București, director al Grădinii Botanice „Dimitrie Brândză” din București;

**Andrei Marin** – Prof. univ. dr. la Facultatea de Biologie, Universitatea din București;

**Ardelean Aurel** – Președintele Societății de Științe Biologice din România;

**Cristurean Ioan** – Prof. univ. dr. la Facultatea de Biologie, Universitatea din București;

**Lițescu Sanda** – Lect. univ. dr. la Facultatea de Biologie, Universitatea din București;

**Neacșu Petre** – Conf. univ. dr. la Facultatea de Științe, Universitatea din Craiova;

**Negrean Gavril** – C.P.II dr., Institutul de Biologie din București;

**Oprea Adrian** – C.P.I dr., director al Institutului de Biologie din Iași;

**Pascale Gabriela** – Asist. univ. la Facultatea de Biologie, Universitatea din București;

**Popescu Aurel** – C.P.I dr., Institutul de Biologie din București;

**Răduțoiu Daniel** – Conf. univ. dr. la Facultatea de Horticultură, Universitatea din Craiova;

**Roșca Viorel** – Drd., Parcul Național Munții Măcin;

**Șesan Tatiana Eugenia** – membru corespondent al Academiei de Științe Agricole și Silvicultură, Prof. univ. dr. la Facultatea de Biologie, Universitatea din București;

**Soare Cristina Liliana** – Lect. univ. dr. la Facultatea de Științe, Universitatea din Pitești;

**Tănase Cătălin** – Prof. univ. dr. la Facultatea de Biologie, Universitatea din Iași, director al Grădinii Botanice „Anastasia Fătu” din Iași;

**Toma Constantin** – membru al Academiei Române, Prof. univ. dr. la Facultatea de Biologie, Universitatea „Al. I. Cuza” din Iași;

**Turcuș Violeta** – Conf.univ. dr. la Facultatea de Științe ale Naturii, Universitatea „Vasile Goldiș” din Arad.

Ne cerem scuze colegilor pe care nu i-am putut contacta, în vederea obținerii acordului lor la acest material.

**Abstract:** *The Society of Biologic Sciences of Romania, the „Dimitrie Brândza” Botanic Association, the Pteridology Association of Romania ask for drawing out the horses from „Letea Forest” Natural Reserve to the national and international forums, for salvation of the forest from degradation and extinction, because of the about 2,000 run wild horses, invasive animals for the natural reserve.*

**Keywords:** *biodiversity, invasive animal, pressure factors.*

Anul 2010 a fost anul consacrat memorării unui fapt întâmplat cu 18 ani în urmă, în Brazilia la Rio de Janeiro. Atunci, în 1992 a avut loc elaborarea și semnarea **Tratatului asupra Biodiversității**. La scurt timp a luat ființă **Convenția asupra Diversității Biologice** la care au aderat 190 de state inclusiv Comunitatea Europeană, inclusiv România.

Societatea de Științe Biologice din România a consacrat acestui eveniment internațional un număr special din revista Natura (v. Natura nr. 1/2010).

Ce se înțelege prin biodiversitate?

Considerăm că este necesar să clarificăm această noțiune și semnificația ei deși ea figurează în manualele școlare.

Descompunând termenul de biodiversitate vom constata că acesta este alcătuit din două cuvinte provenite din limba latină: **bios** care înseamnă viață și **diversitas**, care înseamnă, diferit, variat, deosebit, adică diversitatea vieții. Numai transliterarea termenilor în limba română nu este suficientă. Să vedem, în continuare, ce presupune cuvântul viață. Prin **viață** înțelegem **totalitatea organismelor vii** de pe Pământ (apă, uscat): bacterii, alge, ciuperci, mușchi, ferigi, plante cu flori, animale unicelulare și pluricelulare, inclusiv omul, adică tot ce este viu. Dacă ne-am imagina organismele, plante și animale (în sens larg) legate între ele ca verigile unui lanț, dispariția sau apariția unei verigi (alcătuită dintr-un singur organism sau o populație) din diferite motive (intervenția omului sau a unor factori naturali), veriga sau verigile precedente și următoare vor avea de suferit, până la dispariție, pentru că fiecare verigă a lanțului constituie premiza dezvoltării și a



existenței verigilor precedente și următoare. Unele dintre aceste verigi nici nu le cunoaștem; în cazul când ele dispar nu vor apărea niciodată, pentru că organismul viu este o entitate unică, nerepetabilă. Știm cu toții că de exemplu, reptilele uriașe din trecutul îndepărtat, de la care ne-au rămas numai fosile, au dispărut pentru totdeauna. Merită să subliniem că o specie (o populație de indivizi) odată dispărută nu mai apare niciodată. Așa cum menționăm între aceste organisme și mediul înconjurător există legături strânse; unele necunoscute încă omului și care urmează să fie cunoscute în viitor pe măsura dezvoltării tehnicii și cercetărilor științifice. Numărul speciilor de insecte cunoscute astăzi se apropie de 1 milion și se consideră că numărul real depășește 10 milioane.

Omul ca parte a biodiversității a căutat, în decursul timpului să-și apropie pentru necesitățile vieții lui, prin domesticire, atât unele plante cât și unele animale. Așa au apărut plantele ca: grâul, porumbul, varza ș.a. sau animale ca, bovinele, cabalinele, porcinele ș.a.

După această scurtă prezentare introductivă putem să definim **biodiversitatea** ca fiind totalitatea organismelor împreună cu mediul de viață și cu relațiile strânse dintre acestea. Biodiversitatea funcțională a reprezentat și reprezintă și astăzi condiția esențială a durabilității vieții (Botnariuc N., 1990).

„Conservarea diversității biologice și ecologice sau a biodiversității este o condiție fundamentală, forța motrică a dezvoltării durabile. Din acest motiv ea ocupă un loc prioritar pe agenda de lucru a Consiliului Europei și programelor ONU, UNEP, UNDP, UNESCO-MAB precum și a tuturor guvernelor din țările care au devenit părți contractante la o serie de convenții internaționale” (Vădineanu A., 2004).

Cum poate fi protejată și conservată biodiversitatea?

În numeroase state ale lumii, inclusiv în România protejarea și conservarea biodiversității este organizată în arii naturale protejate, în structuri ierarhice diferite: Rezervații ale Biosferei, Parcuri Naționale, Parcuri Naturale, Rezervații științifice etc.

După cum se poate observa, nivelul cel mai înalt de protecție și conservare îl reprezintă Rezervațiile Biosferei. Dintre puținele existente în România face parte și **Rezervația Biosferei Delta Dunării (RBDD)** care include o Rezervație științifică creată încă în 1938 de înaintașii noștri naturaliști: *Alexandru Borza, Traian Săvulescu, Iuliu Prodan, Dimitrie Brandza, Dimitrie Grecescu, Grigore Antipa* ș.a.

Niciodată nu am crezut că vom fi obligați să lansăm o chemare pentru salvarea, de la distrugere, a Rezervației științifice amintite.

Conceptul și denumirea de rezervație a biosferei a fost promovat în 1971 sub auspiciile UNESCO prin „Man and Biosphere Programme” (MAB).

Spre deosebire de alte arii protejate, RBDD are mai multe scopuri: *conservarea ecosistemelor și folosirea echilibrată a resurselor naturale regenerabile, păstrarea formelor tradiționale de activitate economică ce nu influențează producerea dezechilibrelor ecologice, cercetarea și supravegherea continuă a componentelor ecosistemelor protejate, informarea și prelucrarea populației privind valoarea științifică și necesitatea conservării și protejării speciilor de plante și animale, a peisajelor respective, integrarea în rețeaua mondială de arii protejate și schimbul de informații asupra valorii științifice și stării acestora, integrarea activităților economice din perimetrul rezervației biosferei în așa fel încât acestea să nu producă dezechilibre ecologice, armonizarea intereselor populației autohtone cu obiectivul fundamental al rezervației biosferei – conservarea.*

Cel ce răspunde de respectarea acestor prerogative asumate în fața națiunii și a UNESCO, este guvernatorul și consiliul științific al RBDD.

Delta Dunării a fost declarată în 1990 rezervația biosferei fiind inclusă în lista Patrimoniului Național UNESCO și a Convenției RAMSAR privind zonele umede de importanță internațională (Gâștescu P. & Știucă R. 1990).

RBDD este alcătuită din două mari sectoare: delta fluvială și delta fluvio-maritimă, fiecare având mai multe subunități.

Pădurea Letea la care ne vom referi pe scurt face parte din delta fluvio-maritimă, este parte integrantă din RBDD și a fost pusă sub protecție încă din 1938.

Numeroși cercetători, botaniști, zoologi, geografi, geologi, cinești, din țară și din lume au fost atrași de unicitatea pădurii și a biodiversității acesteia. S-au scris sute de articole științifice despre Pădurea Letea și valoarea ei științifică se ridică cu fiecare dintre ele; s-au scris lucrări monografice, teze de doctorat etc. Ultimele două cărți monografice au fost editate de *Petre Gâștescu și Romulus Știucă* în România (2010) și *Claudiu Tudorancea* în Canada (2010).

Nicăieri nu se menționează calul (*Equus caballus*) în fauna pădurii!

La acestea adăugăm un număr mare de turiști, de toate vârstele, din toate țările atrași de peisajul creat de dunele de nisip fluvio-maritime, de pădurea de tip submediteranean sau de marea diversitate a speciilor de plante și animale.

### **Ce este calul „sălbatic” și de unde provine el în Pădurea Letea?**

Este de fapt, **calul domestic sălbăticit** care aparține locuitorilor din satele comunei C.A. Rosetti. El a fost și încă este confundat (din neștiință sau intenționat!) cu calul sălbatic.

În România nu există cal sălbatic! Caracterile morfologice ale calului din Delta corespund întru totul calului domestic actual (*Equus caballus*). În cadrul acestei specii s-au creat mai multe rase: *arabă*, *lipițană*, *dobrogeană*, *huțulă* etc.

Apelativul de cal sălbatic este incorect și derutant pentru populația mai puțin informată. Așa se explică faptul că atunci când primăria comunei a încercat să scoată caii din rezervație, mass-media a reacționat, în *necunoștință* de cauză și unilateral, condamnând populația locală de crimă, ca și când sacrificarea vacilor, oilor, porcilor ar fi tot atâtea crime?

Motivul acestei mistificări a realității care a creat șocuri emotive, absolut neargumentate este unul legat de încheierea unor contracte europene de către o echipă de protecție a calului sălbatic (?).

Echipa respectivă dorește, în cadrul aceluși proiect, să monitorizeze comportamentul calului „sălbatic” (care nu există în România) inclusiv în Pădurea Letea – ecosistem unic în lume!

Calul, ca orice animal domestic nu este un animal sacru, cu un statut special; el face parte din categoria celorlalte animale domestice: vaca, oaia, porcul etc. În unele țări ale lumii carnea de cal (cu colesterol zero) se consumă preferențial.

În situația calului sălbăticit de la Letea se află și porcul lăsat liber de proprietari prin bălțile Dunării (nu trebuie confundat cu mistrețul care este porc sălbatic).

Nu credem că este vorba numai de niște bani europeni, pe baza proiectului european menționat; nu credem că este vorba de inconștiență sau sub-pregătire profesională; nu credem că europenii care au agreat acest proiect nu și-au dat seama că nu există cal sălbatic în România sau că și-au dorit să scoată RDBB și Pădurea Letea din circuitul științific și turistic, arie unică în lume sau poate că este vorba de câte puțin din toate!?

Sigur este că supravegherea comportamentului cailor sălbăticți în Pădurea Letea va conduce incontestabil la degradarea biodiversității, a peisajului caracteristic și la transformarea pădurii într-o incintă de creștere și înmulțire a rasei calului dobrogean. De ce semnatarii proiectului menționat nu cumpără un lot de cai de la localnici, apoi să cesioneze o suprafață de teren după modelul hergheliilor existente în România?

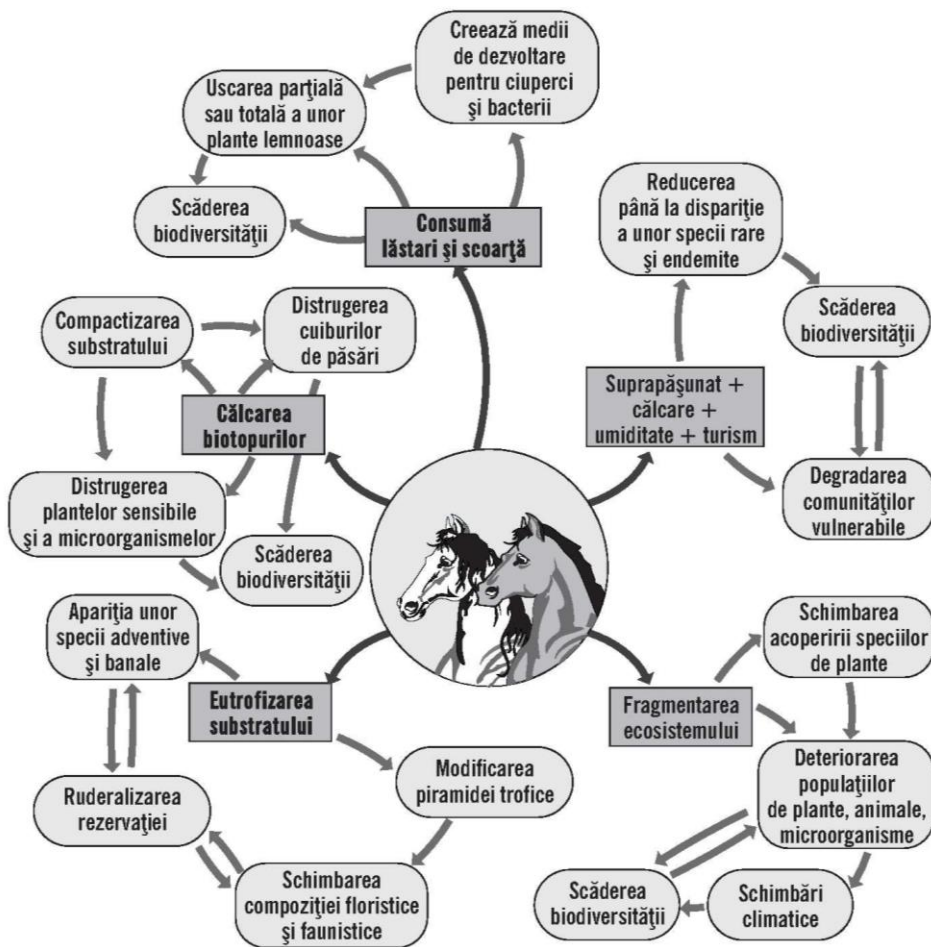


Fig. 1. Impactul cailor sălbăticiți (peste 2.000) în Pădurea Letea din Rezervația Biosferei Delta Dunării are ca urmare dezechilibre ecologice și afectarea drastică a biodiversității (detalii în text).

Oameni buni, așa cum există legi pentru protecția animalelor și în țară și în lume, există legi și pentru protecția plantelor. Și acestea din urmă sunt organisme vii, ba mai mult, viața pe Pământ inclusiv a cailor nu ar fi posibilă fără ele.

### **Proveniența cailor sălbăticiți și influența nefastă a acestora pentru Pădurea Letea**

Caii sălbăticiți care au intrat în atenția grupului de cercetători(?) provin de la locuitorii satelor din jurul Pădurii Letea care din diferite motive, expuse de dl. Primar al comunei C.A. Rosetti: impozite peste puterea lor financiară, carantina de aproape 10 ani (perioadă în care vânzarea cailor a fost interzisă), la care noi adăugăm, dezinteresul pentru cal al sătenilor determinat de mecanizarea agriculturii și apariția în zonă a automobilelor, tractoarelor etc.

Să meargă reporterii cu idei preconcepute care au prezentat unilateral o problemă atât de complexă și să constate că aproape fiecare familie s-a dotat cu tractoare, sau motocicletă, autoturisme, microbuze rezolvând puținele lucrări agricole, transportul între localități etc. Sătenii au ales mașina, între cal și mașină.

### **De ce caii din Pădurea Letea trebuie scoși, de urgență, din această rezervație științifică?**

- 1) Calul sălbăticit în Pădurea Letea **nu a făcut parte niciodată din acest habitat**. Este un animal intrus, care a devenit invaziv pentru această arie protejată (Fig. 1.).
- 2) Numărul mare de cai, în prezent peste 2.000, afectează biodiversitatea prin:
  - a) Consumarea scoarței și lăstarilor tineri de plante lemnoase (mai ales în timpul iernii) determină uscarea ramurilor. Scoarța consumată nu se regenerează și pe arbori rămân cicatrice de diferite dimensiuni, creând un aspect neplăcut pentru o rezervație națională și internațională. În cazul când scoarța este consumată, de jur împrejurul trunchiului, arborele se usucă;
  - b) Rănile făcute atrag prin seva dulce insecte, ciuperci parazite și alte microorganisme, constituind un adevărat mediu de cultură pentru paraziți, contribuind astfel la infestarea și a altor plante sănătoase.
- 3) Prin eutrofizarea substratului cu bălegarul de cal se schimbă ciclurile de viață ale unor organisme:
  - a) se schimbă compoziția floristică a dunelor de nisip și a pădurii, ca urmare se schimbă întregul lanț de organisme originare producătoare și consumatoare;
  - b) se schimbă aspectul natural al dunelor de nisip;

- c) eutrofizarea substratului determină modificarea frecvenței și abundenței speciilor, a compoziției specifice și în cele din urmă a biodiversității.
- 4) Copitele animalelor prin suprapunere cu pășunatul au efecte dramatice asupra vegetației, asupra cuiburilor de păsări, care sunt strivite și păsările alungate. Călcatul combinat cu umiditatea, a dus deja, la reducerea sau dispariția unor plante sensibile cum sunt orhideele. Lăsând la o parte aspectul neplăcut al dunelor naturale de nisip, practic la fiecare pas întâlnești gropi lăsate de copite și grămăjoare de bălegar (o pădure „călcată în picioare” zilnic de peste 2.000 de cai!).
  - 5) Menținerea cailor în Pădurea Letea, ar transforma această perlă a RBDD, într-o crescătorie de cai domestici sălbaticiți.
  - 6) Fragmentarea ecosistemelor prin călcarea zilnică a vegetației de către peste 2.000 de cai amplifică modificările determinate de climă, modifică piramida trofică, având consecințe negative asupra microorganismelor, polenizatorilor și ca urmare asupra biodiversității. Este unanim acceptat faptul că scăderea biodiversității și degradarea ecosistemelor pun în pericol bunăstarea umanității acum și în viitor.
  - 7) Având în vedere, numărul mare de cai sălbaticiți în pădure, daunele provocate de aceștia (v. 1-6), determină plasarea acestora în categoria **animalelor invazive** care produc dezechilibre ecologice, de aceea trebuie scoși de urgență din acest ecosistem.
  - 8) Semnatarii acestui material, cunoscători ai Pădurii Letea și ai realităților din zonă lansează chemarea de a salva biodiversitatea acestei rezervații unice în lume prin scoaterea cailor și a altor animale domestice din această arie naturală protejată.

Sugerăm RBDD ca printr-un proiect european să treacă de urgență la ecologizarea pădurii pentru a preîntâmpina ruderalizarea ei, adică a înlocuirii speciilor originare cu specii banale.

Ca iubitori ai naturii în general și în mod special a acestei rezervații unice în lume, ne adresăm unităților de cercetare din țară, cadrelor universitare să intervină pentru stoparea intenției de a transforma Pădurea Letea într-o crescătorie de cai domestici prin proiectul unor oameni care văd atât de unilateral o problemă atât de complexă.

În încheiere, dorim să subliniem că problema reală care se pune nu este aceea de a salva caii sălbaticiți din Pădurea Letea ci de a salva Pădurea Letea cu biodiversitatea acesteia de un proiect anti-RBDD, agreat de RBDD (?).

Să lăsăm Primăria din C.A. Rosetti să rezolve o problemă în care este direct implicată și să înceteze ingerințele externe care sunt, total, în afară de cauză.

**Să fim bine înțeleși!** Semnatarii acestui material nu sunt împotriva cercetărilor privind supravegherea comportamentului animalelor sălbatice – temă întâlnită frecvent în lucrările cercetătorilor europeni. Ei doresc să atragă atenția asupra habitatului în care se face cercetarea și pericolul imens pe care caii îl pot aduce acestuia prin dezechilibrul produs.

Având în vedere că proiectul a fost acceptat pe baza denaturării intenționate a adevărului rugăm Asociația Vier Pfoten România să renunțe la contractul de supraveghere a comportamentului cailor domestici sălbaticiți într-o rezervație de nivel mondial.

# SITUAȚIA ACTUALĂ A SPECIILOR DE PTERIDOFITE DIN ROMÂNIA

Gabriela PASCALE\*, Cristina Liliana SOARE\*\*

**Abstract:** *The species of ferns from Flora of Romania are include in 17 families and the total of taxa are 85 (species, subspecies and hibrids). From this 5 are rare and threatened species on Global and European level and another 13 are mentioned in the Red List of Vascular Plants of Romania (Oltean & al. 1994). In the Red Book of Vascular Plants of Romania (Dihoru & Negrean 2009) only 10 taxa of ferns are mentioned as threatened and rare species. These plants are important for the characterization of some types of habitat, also for the increase of conservative value for the habitat who present rare and threatened species of ferns.*

**Keywords:** *ferns, rare and threatened species of ferns, type of habitats from Romania, conservative value.*

În România pteridofitele sunt în acest moment puțin studiate din punctul de vedere al stării populațiilor existente, diferite specii fiind supuse unei presiuni antropice crescânde din cauza extinderii zonelor locuibile, în vecinătatea și în pădurile din regiunile de deal și munte, dar și în zonele de câmpie, de exemplu Pădurea Băneasa, Pădurea Cernica din vecinătatea Bucureștiului (Lițescu & al., 2007), și creșterea nivelului de colectare a speciilor spontane în scopul comercializării de către diverse persoane fizice sau juridice. Un exemplu edificator este constatarea că în ultimii ani se observă o reducere semnificativă a nivelului populațiilor de ferigi cu frunze mari (*Athyrium filix-femina* (L.) Rothm., *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott) și nu numai, din Valea Peleşului, observație făcută cu ocazia aplicațiilor de teren realizate în zona amintită din cadrul programului de practică biologică a studenților Facultății de Biologie din București. Acestea sunt colectate întregi (valorificarea lor fiind sub forma de plante ornamentale de grădină ori de ghiveci) și prin urmare numărul indivizilor din populațiile respective se reduce existând pericolul dispariției complete a pteridofitelor din zona amintită, sau sunt recoltate numai frunzele (utilizate fiind sub această formă în aranjamentele florale) ceea ce duce la diminuarea treptată, ireversibilă de cele mai multe ori, a capacităților fiziologice ale individului respectiv, până la uscarea și moartea acestuia.

---

\* Asistent Facultatea de Biologie, Universitatea din București

\*\* Lector dr. Facultatea de Științe, Universitatea din Pitești



Cele câteva specii care sunt utilizate drept plante medicinale (*Huperzia selago* (L.) Bernh. ex Schrank, *Lycopodium clavatum* L., *Equisetum arvense* L. (Fig. 1.), *Polypodium vulgare* L.) sunt supuse și ele unor presiuni crescânde privind numărul și starea populațiilor spontane, datorită intensificării cererii de materie primă din industria farmaceutică, care se procură preponderent din natură.



**Fig. 1.** *Equisetum arvense* L. – tulpini fertile, habitus; drumul spre Cota 1400 (P.N. Bucegi), aprilie 2011 (Orig.)

Chiar dacă majoritatea speciilor menționate nu sunt periclitare în Flora României, există pericolul restrângerii numărului de specii prezente și a numărului de populații, dacă nu se vor iniția programe viabile de protejare și conservare a lor și a habitatelor în care sunt prezente. La acestea se adaugă consecințele, încă incomplet cunoscute și studiate, induse de schimbările climatice. Prin caracteristicile lor morfologice, fiziologice, ecologice, biochimice și genetice pteridofitele pot reprezenta la un moment dat un grup de organisme aflat în dificultate privind adaptarea lor la noile condiții de viață generate de aceste schimbări.

Pteridofitele din România în acest moment sunt conform surselor bibliografice (Ciocârlan 2009; Oprea 2005; Sârbu I. & al. 2001; Andrei 2000; Beldie 1977; Tutin & al. 1964; Săvulescu & al. 1952; Prodan 1923) reprezentate de 85 de taxoni (specii, subspecii și hibrizi) care aparțin următoarelor familii: *Lycopodiaceae*, *Selaginellaceae*, *Equisetaceae*, *Ophioglossaceae*, *Adiantaceae*, *Dennstaedtiaceae*, *Thelypteridaceae*, *Aspleniaceae*, *Woodsiaceae*, *Dryopteridaceae*, *Blechnaceae*, *Polypodiaceae*, *Pteridaceae*, *Parkeriaceae*, *Marsileaceae*, *Salviniaceae* și *Azollaceae* (Tabel 1, Tabel 2).

Tabel 1. Evoluția numărului de specii din Pteridophyta identificate în România

Genul	Număr de specii citate					
	Prodan 1923	Fl. Rom.1952	Fl. Eur. 1964	Beldie 1977	Andrei 2000	Ciocârlan2009
Fam. Lycopodiaceae						
<i>Huperzia</i> sp.	1	1	1	1	1	1
<i>Lycopodiella</i> sp.	1	1	1	1	1	1
<i>Lycopodium</i> sp.	2	2	2	2	2	2
<i>Diphasiastrum</i> sp.	2	2	2	2	2	2
<i>Diphasium</i> sp.	-	1	1	1	1	1
Fam. Selaginellaceae						
<i>Sellaginella</i> sp.	2	2	2	2	2	2
Fam. Equisetaceae						
<i>Equisetum</i> sp.	8	9	9	9	9	9
Fam. Ophioglossaceae						
<i>Ophioglossum</i> sp.	1	1	1	1	1	1
<i>Botrychium</i> sp.	3	4	4	4	4	4
Fam. Adiantaceae						
<i>Notholaena</i> sp.	1	1	1	1	1	1
Fam. Dennstaedtiaceae						
<i>Pteridium</i> sp.	1	1	1	1	1	1
Fam. Thelypteridaceae						
<i>Oreopteris</i> sp.	1	1	-	-	1	1
<i>Thelypteris</i> sp.	-	-	1	-	1	1
<i>Phegopteris</i> sp.	1	1	1	-	1	1
Fam. Aspleniaceae						
<i>Asplenium</i> sp.	8	11	11	9	9	11
Fam. Woodsiaceae						
<i>Athyrium</i> sp.	2	2	2	2	2	2
<i>Cystopteris</i> sp.	3	4	3	3	4	4
<i>Woodsia</i> sp.	1	3	4	2	3	3
<i>Gymnocarpium</i> sp.	2	2	2	2	2	2
<i>Matteuccia</i> sp.	1	1	1	1	1	1
Fam. Dryopteridaceae						
<i>Polystichum</i> sp.	3	4	4	4	4	4
<i>Cyrtomium</i> sp.	-	-	-	-	-	-
<i>Dryopteris</i> sp.	4	4	5	9	6	9
Fam. Blechnaceae						
<i>Blechnum</i> sp.	1	1	1	1	1	1
Fam. Polypodiaceae						
<i>Polypodium</i> sp.	1	1	1	1	2	2
Fam. Pteridaceae						
<i>Pteris</i> sp.	-	-	-	-	-	-
Fam. Parkeriaceae						
<i>Ceratopteris</i> sp.	-	-	-	-	-	-
Fam. Marsileaceae						
<i>Marsilea</i> sp.	1	1	1	1	1	1
Fam. Salviniaceae						
<i>Salvinia</i> sp.	1	1	1	1	1	1
Fam. Azollaceae						
<i>Azolla</i> sp.	1	2	2	2	2	2
	53	68	65	63	66	71

Legendă: Fl. Eur. – Flora Europaea (1964); Fl. Rom. – Flora României, volumul 1 (1952)

Dacă în Flora Europaea volumul I din 1964 erau citate un număr de 65 de specii de ferigi existente în România, putem spune analizând datele

din tabelul 1 și tabelul 2 că în prezent pteridoflora noastră este mult mai bogată, confirmarea venind inclusiv de la baza de date rbg-web2.rbg.org.uk a Royal Botanic Garden Edinburgh (baza on-line Flora Europaea). Diferența dintre numărul total de specii menționate de Ciocârlan în 2009 și numărul total precizat în tabelul 2 apare din faptul că unele specii sub raportate ca subspecii în 2009, deși în Flora Europaea sunt clasificate ca specii; sunt menționate de asemenea unele subspecii ale unor specii ca fiind identificate în România și sunt luați în considerare și hibridii dintre anumite specii.

Ferigile extinse în România sunt: *Isoetes lacustris* L. (citată în 1846 de către Baumgarten în En. Stirp, Transs. IV), *I. echinospora* Durieu. (indicată pentru Transilvania de către Hermann F.V. Leonhardi în 1863), *Osmunda regalis* L. (citată de Baumgarten (1846), Schur (1858) și Soó (1940), este contestată ca fiind prezentă în România de către Borza în 1947), *Asplenium lepidium* subsp. *haussknechtii* (Godet & Reut.) Brownsey (nu este indicată în volumul I al Florei României), *Cryptogramma crista* (L.) R.Br. ex Hook. (este citată în Transilvania de către Ascherson și Graebner, probabil fiind influențată de semnalările lui Baumgarten) și *Pilularia globulifera* L. (o menționează Fuss în 1866, în Transilvania). Parcurgând aceste date (Grințescu & Nyárády 1952) putem sublinia că acești taxoni sunt inexistenți în România ținând seamă și de faptul că habitatele care adăposteau aceste ferigi au suferit un proces de degradare ireversibil indus de diferitele necesități de dezvoltare ale societății românești, cel puțin în ultimul secol.

În tabelul 2 sunt precizate și trei specii de ferigi care au statut de specii adventive: *Cyrtomium falcatum* (L.f.) C.Presl, *Pteris multifida* Poir. și *Ceratopteris thalictroides* (L.) Brogn., fiind semnalate în lucrări mai recente (Ciocârlan 2009). Sunt specii care din momentul identificării lor în România vor fi în atenția specialiștilor, pentru a se urmări potențialul lor de a concura speciile indigene și pentru a se limita dacă va fi necesar pătrunderea lor în habitate sensibile care pot fi în pericol de a fi perturbate sau chiar distruse.

Unele dintre pteridofitele identificate ca prezente în Flora României au o valoare conservativă ridicată deoarece sunt cuprinse în documentele internaționale privind conservarea biodiversității, Directiva Habitate, Convenția de la Berna, Lista Roșie Europeană (elaborată în conformitate cu categoriile IUCN). Pornind și de la aceste documente menționate anterior, în țara noastră au fost elaborate o serie de documente legislative care vin să întărească eforturile depuse pentru dezvoltarea unei rețele complexe de arii protejate care să asigure conservarea pe termen mediu și lung a tuturor resurselor naturale și nu numai și pentru a răspunde cerințelor Uniunii Europene. În acest scop, în ultimii ani au fost adoptate o serie de acte

normative utile pentru desfășurarea activităților de conservare a biodiversității la nivel regional, național și local: Legea 5/2000 privind Planul de amenajarea a teritoriului național – secțiunea a III-a – zonele protejate; Legea 265/2006 pentru aprobarea Ordonanței de Urgență a Guvernului nr. 195/2005 privind protecția mediului; Ordonanța de Urgență a Guvernului 57/2007 privind regimul ariilor naturale protejate, conservarea habitatelor naturale, a florei și faunei sălbatice (Anexa 3 – Specii de plante și animale a căror conservare necesită desemnarea ariilor speciale de conservare și a ariilor de protecție avifaunistică, b. Plante - *Marsilea quadrifolia* L., *Asplenium adulterinum* Milde; Anexa 4A – Specii de interes comunitar / specii de animale și plante care necesită o protecție strictă/ - *Marsilea quadrifolia*, *Asplenium adulterinum*; Anexa 5A – Specii de interes comunitar/specii de plante și animale de interes comunitar, cu excepția speciilor de păsări, a căror prelevare din natură și exploatare fac obiectul măsurilor de management / - *Lycopodium* sp. L.); Ordonanța de Urgență a Guvernului 154/2008 pentru modificarea și completarea OUG 57/2007 privind regimul ariilor naturale protejate, conservarea habitatelor naturale, a florei și faunei sălbatice și a Legii vânătorii și a protecției fondului cinegetic nr. 47/2006; Ordonanța de Urgență a Guvernului 164/2008 privind modificarea și completarea OUG 195/2005 privind protecția mediului. Toate aceste documente legislative emise de către guvern, cât și ordinele emise de Ministerul Mediului și Pădurilor, deși nu fac referință directă la pteridofite oferă un cadru adecvat pentru conservarea acestora.

Taxonii din Pteridophyta cuprinși în convențiile internaționale de conservare a biodiversității identificați și în Flora României sunt după cum urmează:

- *Marsilea quadrifolia* - Directiva Habitate Anexa IIb, Directiva Habitate Anexa IVb, Convenția de la Berna Apendice I, Convenția de la Berna Anexa I Apendice I '98 (Sârbu A. & al. 2007; Sârbu A. & al. 2006, Sârbu A. & al. 2003)
- *Botrychium matricariifolium* (Retz.) A.Braun ex W.D.J.Koch - Convenția de la Berna Apendice I, Convenția de la Berna Anexa I Apendice I '98 (Sârbu A. & al. 2007; Sârbu A. & al. 2003)
- *Botrychium multifidum* (S.G.Gmel.) Rupr. - Convenția de la Berna Apendice I, Convenția de la Berna Anexa I Apendice I '98 (Sârbu A. & al. 2007; Sârbu A. & al. 2003)

- *Salvinia natans* (L.) All. - Convenția de la Berna Apendice I, Convenția de la Berna Anexa I Apendice I '98 (Sârbu A. & al. 2007; Sârbu A. & al. 2006, Sârbu A. & al. 2003)
- *Asplenium adulterinum* - Directiva Habitate Anexa IIb (Sârbu A. & al. 2007; Sârbu A. & al. 2003).

Alături de aceste specii de interes comunitar, în Lista Roșie a României (Oltean & al. 1994) sunt menționați încă 13 taxoni încadrați în diferite categorii de amenințare/periclitare așa cum reiese și din tabelul 1. Dintre aceștia cei mai mulți sunt rari (15 taxoni), puțini vulnerabili (*Botrychium virginianum* (L.) Sw.) sau periclitați (*Asplenium lepidium* C. Presl subsp. *lepidium*). *Salvinia natans* nu este amenințată în România, *Marsilea quadrifolia* este specie vulnerabilă, iar celelalte ferigi aflate pe listele convențiilor internaționale sunt rare în țara noastră. În Cartea Roșie a Plantelor Vasculare din România (Dihoru & Negrean 2009) numărul taxonilor încadrați în categoriile de amenințare sau periclitare este redus la 10, dintre care: 4 specii sunt periclitare, 4 sunt specii critic periclitare și 2 sunt specii vulnerabile.

Pteridofitele reprezintă la rândul lor specii de interes pentru definirea anumitor tipuri de habitate, inclusiv în România. Pornind de la acest aspect în lucrarea colectivului condus de Nicolae Doniță, apărută în 2005, Habitatele din România, au fost menționate ferigi ca fiind specii edificatoare, de exemplu *Asplenium trichomanes* L. și *Asplenium ruta-muraria* L. pentru habitatul R6218 – Comunități sud-est carpatice din fisuri de stânci calcaroase cu *Asplenium trichomanes* și *Asplenium ruta-muraria* (tipul de habitat NATURA 2000 fiind 8210 – Versanți stâncoși calcaroși cu vegetație casmofitică, iar conform EUNIS – H3.2 Stâncării continentale bazice/calcaroase); *Asplenium adiantum-nigrum* L. și *Asplenium septentrionale* (L.) Hoffm. pentru habitatul R6219 – Comunități dacice din fisuri de stânci silicioase cu *Asplenium adiantum-nigrum*, *Asplenium septentrionale* și *Silene nutans* subsp. *dubia* (NATURA 2000: 8220 – Versanți stâncoși silicatici cu vegetație casmofitică; EUNIS: H3.1 Stâncării continentale acide/silicioase) și aceste exemple pot continua.

Un număr destul de mare de ferigi sunt specii importante pentru definirea habitatului, cum este de exemplu *Asplenium ruta-muraria*, *Asplenium septentrionale* (L.) Hoffm. și *Asplenium trichomanes* pentru habitatul R6220 – Comunități sud-est carpatice pe stânci silicioase cu *Jovibarba heuffelii* și *Veronica bachofenii* (NATURA 2000: 8220 – Versanți stâncoși silicatici cu vegetație casmofitică; EUNIS: H3.1 Stâncării

continentale acide/silicioase) și din acest motiv sunt luate în considerare pe lângă alți taxoni (*Sedum maximum* (L.) Hoffm., *S. hispanicum* L., *Poa nemoralis* L.) la descrierea habitatului alături de speciile edificatoare (*Jovibarba heuffelii* (Schott) A. et D. Löve, *Veronica bachofenii* Heuffel) și speciile caracteristice (*Jovibarba heuffelii*).

Confirmarea importanței ferigilor pentru descrierea unor tipuri de habitate se găsește și în Manualul de interpretare a habitatelor Natura 2000 din România, coordonatori Dan Gafta și Owen Mountford, apărut în 2008, unde printr-o sinteză complexă s-a realizat o concentrare a informațiilor atât de necesare pentru identificarea corectă a tipurilor de habitate. De exemplu habitatul Natura 2000 – 8210 Versanți stâncoși calcaroși cu vegetație casmofitică are ca plante caracteristice precizate comunitățile în care sunt regăsite și ferigile: *Cystopteris fragilis* (L.) Bernh., *Asplenium trichomanes*, *Asplenium viride* Huds. sau *Asplenium ceterach* L., *Asplenium ruta-muraria*.

Important pentru conservarea pteridofitelor este prezența acestora în compoziția floristică a unor habitate prioritare din punct de vedere al valorii conservative. Acest statut al habitatului contribuie implicit la conservarea tuturor speciilor din componența sa, este și cazul speciei *Dryopteris carthusiana* (Vill.) H.P.Fuchs care se află ca specie importantă în habitatul prioritar R4414 – Rariști sud-est carpatice de mesteacăn pufos (*Betula pubescens*) de mlaștini (NATURA 2000: 91D0\* – Păduri de mlaștină/turbării; EUNIS: - ) sau a speciei *Asplenium ceterach* L. prezentă în habitatul tot prioritar R4218 Păduri-rariști sud-est carpatice de pin negru (*Pinus nigra* subsp. *banatica*) cu *Genista radiata* (NATURA 2000: 9530\* – Păduri (Sub-) mediteraneene de pin cu pinul negru endemic; EUNIS: G3.562 – Păduri de pin din Banat/cu pin negru endemic).

În cazul altor habitate valoarea lor conservativă crește datorită prezenței unor specii aflate pe listele globale sau europene de protecție și conservare (Convenția de la Berna, Directiva Habitate), este cazul habitatelor în care se întâlnesc ca specii edificatoare, caracteristice, importante sau accidentale: *Marsilea quadrifolia*, *Salvinia natans* și *Asplenium adulterinum*. Un astfel de exemplu este habitatul R2203 – Comunități danubiene cu *Salvinia natans*, *Marsilea quadrifolia*, *Azolla caroliniana* și *A. filiculoides* (NATURA 2000: 3150 – Lacuri naturale eutrofe cu vegetație tip din Magnopotamion sau Hydrocharition; EUNIS: C1.225 Suprafețe de apă stătătoare dulcicolă acoperite de *Salvinia natans*) care nu este un habitat prioritar, dar având în compoziția floristică *Marsilea quadrifolia* și *Salvinia natans* este un habitat cu valoare conservativă ridicată.

În prezent datele privind starea populațiilor de pteridofite aflate pe teritoriul României sunt relativ incomplete. Referințele asupra prezenței anumitor specii de ferigi în diferitele zone protejate se află în principal la stadiul de consemnare a lor în lista floristică și precizarea lor drept specii existente în structura anumitor tipuri de habitate. O evaluare pertinentă asupra stării actuale a populațiilor de pteridofite este imperios necesară în contextul alinierii la cerințele impuse de legislația internațională și națională. Cunoașterea tuturor aspectelor legate de existența ferigilor într-un anumit teritoriu protejat total sau parțial ajută la evaluarea cât mai completă a impactului pe care îl pot avea anumiți factori asupra habitatelor respective, cunoscându-se faptul că și ferigile sunt organisme sensibile la acțiunea acestora alături de briofite, ciuperci etc.

În concluzie, în flora României actuală sunt menționați ca existenți un număr de 85 de taxoni; 5 sunt cuprinși în convențiile internaționale de protecție, la care se adaugă 13 specii incluse doar în Lista Roșie a României, cu diferite grade de periclitate (Oltean & al. 1994). În Cartea Roșie a Plantelor Vasculare din România (2009) sunt menționați doar 10 taxoni aflați în diferite categorii de amenințare sau periclitate. Deși numărul speciilor de ferigi aflate în pericol de a fi treptat eliminate din flora țării noastre nu este mare, acest număr nu este liniștitor deoarece tot mai mulți taxoni bine reprezentați ca număr și populații se află în dificultate datorită presiunilor exercitate de activitatea umană: reducerea suprafețelor ocupate de păduri prin dezvoltarea zonelor urbane din regiunile de câmpie, de deal și de munte, colectarea intensivă a ferigilor în vederea valorificării lor ca plante medicinale sau plante ornamentale (Andrei & Soare 2010). Din acest motiv este necesar ca toate ferigile, indiferent de mărimea și numărul populațiilor, să fie incluse în programele naționale de conservare și protecție și în programe care să promoveze dezvoltarea unor sisteme de cultivare a lor, reducându-se în acest mod pericolul reprezentat în acest moment de colectarea abuzivă a acestora din natură.

Unele specii de pteridofite sunt specii care participă drept taxoni importanți (specii edificatoare, specii importante) în caracterizarea floristică a unei serii de habitate din România. Dintre aceste habitate cele care prezintă în compoziția lor floristică speciile protejate la nivel internațional sau european sunt habitate care au o valoare conservativă ridicată. Pteridofitele identificate în compoziția floristică a habitatelor prioritare, deși nu sunt specii periclitare, au o șansă mai mare de a fi conservate și protejate.

Informații detaliate privind această categorie de plante vor fi adunate, prelucrate și sintetizate în cadrul unui proiect PN II – Parteneriate, având drept temă „Proiect pilot pentru identificarea și conservarea *ex situ* și

*in situ* a biodiversității pteridofitelor din aria protejată Valea Vâlsanului” (32-174/2008) coordonat de Universitatea din Pitești. Toate aceste informații și date contribuie la o mai bună cunoaștere a ferigilor în vederea unei mai bune protejări și conservări, pentru îndeplinirea acestui obiectiv urmând să militeze și să se implice activ membrii Asociației de Pteridologie din România.

Acest demers se vrea un punct de început în abordarea aspectelor legate de acest grup străvechi de plante, pentru promovarea unei atitudini responsabile privind menținerea lor în natură, și-n același timp un semnal de alarmă privind necesitatea implementării unor măsuri de conservare și protecție a pteridofitelor în România.

## BIBLIOGRAFIE

1. ANDREI M., 2000. *Flora României – Determinator de ferigi*. București: Edit. Sigma. 64 p. ISBN 973-8068-62-2.
2. ANDREI M., SOARE C. L., 2010. Pledoarie pentru salvarea ferigilor. *Natura, Biol. (București)*, ser. III, 2010, **52** (2, iulie-decembrie): 40-43.
3. BELDIE A., 1977. *Flora României – Determinator ilustrat al plantelor vasculare*. Vol. 1. București: Edit. Academiei Române. Pp: 45-62.
4. CIOCÂRLAN V., 2009. *Flora ilustrată a României – Pteridophyta et Spermatophyta*. Ediția a 3-a revăzută și adăugită. București: Edit. Ceres. Pp. 78-106. ISBN 978-973-40-0817-9.
5. DIHORU G., NEGREAN G., 2009. *Cartea Roșie a Plantelor Vasculare din România*. București: Edit. Academiei Române. 630 p. ISBN 978-973-27-1705-9.
6. DONIȚĂ N., POPESCU A., PAUCĂ-COMĂNESCU M., MIHĂILESCU S., BIRIȘ I.A., 2005. *Habitatele din România*. București: Edit. Tehnică Silvică. 495 p. ISBN 973-96001-4-x.
7. DONIȚĂ N., POPESCU A., PAUCĂ-COMĂNESCU Mihaela, MIHĂILESCU S., BIRIȘ I.A., 2005. *Habitatele din România. Modificări conform amendamentelor propuse de România și Bulgaria la Directiva Habitate (92/43/EEC)-2006-*. București: Edit. Tehnică Silvică. 95 p. ISBN 973-96001-4-x.
8. GAFTA D., MOUNTFORD O. (coord.), ALEXIU V., ANASTASIU P., BĂRBOS M., BURESCU P., COLDEA G., DRĂGULESCU C., FĂGĂRAȘ M., GOIA I., GROZA G., MICU D., MIHĂILESCU S., MOLDOVAN O., NICOLIN L. A., NICULESCU M., OPREA A., OROIAN S., PĂUCĂ COMĂNESCU M., SÂRBU I., ȘUTEU A., 2008. *Manual de interpretare a habitatelor Natura 2000 din România*. Cluj-Napoca: Edit. Risoprint. 101 p. ISBN 978-973-751-697-8.



9. GRINȚESCU I., NYÁRÁDY E.I., 1952. Încrângătura Pteridophyta – Pteridofitele. Pp. 21-154. In: SĂVULESCU T. (coord.), *Flora României*. Volum 1. București: Edit. Academiei Române.
10. LIȚESCU S., PASCALE G., CRISTUREAN I., 2007. Evolution of floristic diversity of Cernica Forest under the pressure of the human factor. *Acta Horti Bot. Bucurest.* **34**: 44-50.
11. OLTEAN M., NEGREAN G., POPESCU A., ROMAN N., DIHORU G., SANDA V. & MIHĂILESCU S. 1994. Lista roșie a plantelor superioare din România. Pp. 1-52. In: Oltean M. (coord.), *Studii, sinteze, documentații de ecologie*, Nr. 1. București: Edit. Academiei Române.
12. OPREA A., 2005. *Lista critică a plantelor vasculare din România*. Iași: Edit. Universității „Alexandru Ioan Cuza”. Pp. 9-25. ISBN 973-703-112-1.
13. PRODAN I., 1923. Flora pentru determinarea și descrierea plantelor ce cresc în România. Cluj: Institut. de Arte Grafice, Edit. și Librărie „Cartea Românească” S.A. Pp: 1-21.
14. SÂRBU A., (coord.), COLDEA G., SÂRBU I., CRISTEA V., NEGREAN G., OPREA A., CRISTUREAN I., POPESCU G., 2003. *Ghid de identificarea importantelor arii de protecție și conservare a plantelor din România*. București: Edit. „alo, București!”. 113 p. ISBN 973-86364-0-x.
15. SÂRBU A., NEGREAN G., PASCALE G., ANASTASIU Paulina, 2006. Globally and European threatened plants present in Dobrogea (South-Eastern Romania). Pp: 116-122. In: Gafta D. & Akeroyd J. (editors), *Nature Conservation – concepts and practice*. Springer Berlin Heidelberg New York. ISBN 10 3-540-47228-2, ISBN 13 978 3-540-47228-5.
16. SÂRBU A. (coord.), SÂRBU I., OPREA A., NEGREAN G., CRISTEA V., COLDEA G., CRISTUREAN I., POPESCU G., OROIAN S., TÂNASE C., BARTOK K., GAFTA D., ANASTASIU P., CRIȘAN F., COSTACHE I., GOIA I., MARUȘCA T., OȚEL V., SĂMĂRGIȚAN M., HENȚEA S., PASCALE G., RĂDUȚOIU D., BAZ A., BORUZ V., PUȘCAȘ M., HIRIȚIU M., STAN I., FRINK J., 2007. *Arii speciale pentru protecția și conservarea plantelor din România*. București: Edit. VICTOR B VICTOR. 396 p. ISBN 978-973-88181-0-1.
17. SÂRBU I., ȘTEFAN N., IVĂNESCU L., MÂNZU C., 2001. *Flora ilustrată a plantelor vasculare din estul României. Determinator*. Vol. 1. Iași: Edit. Universității ”Alexandru Ioan Cuza”. Pp. 3-105. ISBN 973-9312-91-8.

18. TUTIN T.G., HEYWOOD V.H., BURGESS N.A., VALENTINE D.H., WALTERS S.M., WEBB D.A., BALL P.W., CHARTER A.O., 1964. *Flora Europaea*. Volume 1. *Lycopodiaceae* to *Platanaceae*. Cambridge: Cambridge University Press. Pp. 3-25.
19. \*\*\* 1979, Bern Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats; and all further recommendations and resolutions.
20. \*\*\* Habitats Directive 92/43/EEC – Council Directive 92/43/EEC on the conservation of natural habitats and wild fauna and flora.
21. \*\*\* Legea 5/2000 privind Planul de amenajarea a teritoriului național – secțiunea a III-a – zonele protejate publicată în Monitorul Oficial I 152 12/04/2000.
22. \*\*\* Legea 265/2006 pentru aprobarea Ordonanței de Urgență a Guvernului nr. 195/2005 privind protecția mediului publicată în Monitorul Oficial I 586 din 06/07/2006.
23. \*\*\* Ordonanța de Urgență a Guvernului 57 din 20/06/2007 privind regimul ariilor naturale protejate, conservarea habitatelor naturale, a florei și faunei sălbatice publicată în Monitorul Oficial I 442 din 29/06/2007.
24. \*\*\* Ordonanța de Urgență a Guvernului 154/2008 pentru modificarea și completarea OUG 57/2007 privind regimul ariilor naturale protejate, conservarea habitatelor naturale, a florei și faunei sălbatice și a Legii vânătorii și a protecției fondului cinegetic nr. 47/2006 publicată în Monitorul Oficial 787 din 25/11/2008.
25. \*\*\* Ordonanța de Urgență a Guvernului 164/2008 privind modificarea și completarea OUG 195/2005 privind protecția mediului publicată în Monitorul Oficial 808 din 03/12/2008.
26. \*\*\* [rbg-web2.rbge.org.uk/FE/fe.html](http://rbg-web2.rbge.org.uk/FE/fe.html) (accesare 01.09.2011).

Tabel 2: Lista speciilor de pteridiofite prezente în Flora României (adaptat după Oprea A., 2005)

Nr. Crt.	Numele taxonului	Distr. Geog.	Prez. Rom.	Cig. Sozol.	RRRL	Carte Roșie	Prezența taxonului în diferite țări globale/europene
1	<i>Huperzia selago</i> (L.) Bernh. ex Schrank	Cosm.	Spor.				
2	<i>Lycopodiella inundata</i> (L.) Holub.	Circ.	Spor.	NT	R		
3	<i>Lycopodium annotinum</i> L.	Circ.	Spor.				
4	<i>Lycopodium clavatum</i> L.	Cosm.	Spor.				
5	<i>Diplazium complanatum</i> (L.) Holub.	Circ.	Spor.	NT	R		
6	<i>Diplazium alpinum</i> (L.) Holub.	Circ.-arct.-alp.	Spor.	NT	R		
7	<i>Diplazium tristachyum</i> (Pursh.) Holub.	Circ.	Spor.	NT	R		
8	<i>Selaginella selaginoides</i> (L.) P.Beauv. ex Schrank & Mart	Circ.	Freev.				
9	<i>Selaginella helvetica</i> (L.) Spring	Euras.	Freev.		R		
10	<i>Equisetum ramosissimum</i> Desf.	Cosm.	Freev.				
11	<i>Equisetum hyemale</i> L.	Circ.	Freev.				
12	<i>Equisetum fluviatile</i> L.	Circ.	Freev.				
13	<i>Equisetum palustre</i> L.	Circ.	Freev.				
14	<i>Equisetum sylvaticum</i> L.	Circ.	Freev.				
15	<i>Equisetum arvense</i> L.	Cosm.	Freev.				
16	<i>Equisetum telmateia</i> Ehrh.	Circ.	Freev.				
17	<i>Equisetum pratense</i> Ehrh.	Circ.	Rel. freev.				
18	<i>Equisetum variegatum</i> Schleich.	Circ.	Rară				
19	<i>Equisetum x moorei</i> Newman	?	Rară				
20	<i>Equisetum x floride</i> Kihlew. ex Rupr.	?	Spor.				
21	<i>Ophiglossum vulgatum</i> L.	Circ.	Spor.				
22	<i>Botrychium lunaria</i> (L.) Sw. (Fig. 2)	Cosm.	Freev.				
23	<i>Botrychium matricarifolium</i> (Retz.) A.Braun ex W.D.J.Koch	Euram.	Rară	VU	R	CR	BC App 1, BC App 1 Ann 1 '98, ERL
24	<i>Botrychium multifidum</i> (S.G.Gmel.) Rupr.	Circ.	Spor.	VU	R		BC App 1, BC App 1 Ann 1 '98, ERL
25	<i>Botrychium virginianum</i> (L.) Sw.	Circ.	Rară	VU	VU	VU	

26	<i>Notholaena marantae</i> (L.) Desv.	Atl.-medit.-Cent. Eur.	Rară	NT		EN	
27	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	Cosm.	Frecv.				
28	<i>Oreopteris limbosperma</i> (Bellardi ex All.) Holub.	Circ.	Spor.				
29	<i>Thelypteris padustris</i> Schott	Circ.	Spor.				
30	<i>Phegopteris connectilis</i> (Michx.) Watt	Circ.	Frecv.				
31	<i>Asplenium trichomanes</i> L. subsp. <i>trichomanes</i>	Cosm.	Frecv.				
32	<i>Asplenium trichomanes</i> L. subsp. <i>quadrivalens</i> D.E.Mey. em. Lovis	Cosm.	Spor.				
33	<i>Asplenium adleriannum</i> Mildt	Eur.	Rară	NT	R	CR	HD Ann Ilb, ERL
34	<i>Asplenium trichomanes-ramosum</i> L. (Fig. 3)	Circ.	Frecv.				
35	<i>Asplenium adiantum-nigrum</i> L.	Euras.	Spor.				
36	<i>Asplenium onopteris</i> L.	Medit.	Rară			EN	
37	<i>Asplenium cuneifolium</i> Viv.	Eur.	Spor.				
38	<i>Asplenium septentrionale</i> (L.) Hoffm.	Circ.	Frecv.				
39	<i>Asplenium ruta-muraria</i> L.	Euras.	Frecv.				
40	<i>Asplenium lepidium</i> C. Presl subsp. <i>lepidium</i>	Alp.-carp.-balc.	Rară	EN	R	CR	
41	<i>Asplenium ceterach</i> L. subsp. <i>ceterach</i>	Atl.-medit.	Spor.	NT			
42	<i>Asplenium ceterach</i> subsp. <i>diversans</i> (D.E.Mey.) Greuter & Burdet	SE Eur.	Spor.	NT	R		
43	<i>Asplenium scolopendrium</i> L.	Circ.	Spor.				
44	<i>Asplenium x alternifolium</i> Wulfen	Euras.	Rară				
45	<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Rothm.	Cosm.	Frecv.				
46	<i>Athyrium distentifolium</i> Tausch ex Opiz	Circ.	Spor.				
47	<i>Cystopteris fragilis</i> (L.) Bernh.	Cosm.	Frecv.				
48	<i>Cystopteris alpina</i> (Lam.) Desv.	Cent. Eur. (alp.)	?				
49	<i>Cystopteris montana</i> (Lam.) Desv.	Circ.-arct.-alp.-euram.	Spor.				
50	<i>Cystopteris sudetica</i> A. Braun & Mildt	Euras.	Rară	NT			
51	<i>Woodia ilvensis</i> (L.) R.Br.	Circ.-alp.	Rară	NT	R		
52	<i>Woodia alpina</i> (Bolton) Gray	Circ.-arct.-alp.-euram.	Rară	NT	R	EN	
53	<i>Woodia glabella</i> R.Br. subsp. <i>glabella</i>	Circ.-bor.	?	NT	R		
54	<i>Woodia glabella</i> subsp. <i>pulchella</i> (Bertol.) Á. et D. Löve	Pirinei, E&N Alpi, Carp. Mer.	Rară		R	EN	
55	<i>Gymnocarpium dryopteris</i> (L.) Newman	Circ.	Frecv.				

56	<i>Gymnocarpium robertianum</i> (Hoffm.) Newman	Circ.	Spor.				
57	<i>Matteuccia struthiopteris</i> (L.) Tod.	Circ.	Spor.				
58	<i>Polystichum lonchitis</i> (L.) Roth.	Circ.	Freev.				
59	<i>Polystichum aculeatum</i> (L.) Roth.	Euras.	Freev.				
60	<i>Polystichum seiferum</i> (Forsk.) Woyt.	Cosm.	Freev.				
61	<i>Polystichum braunii</i> (Spenn.) Fée	Circ.	Spor.				
62	<i>Polystichum x luerssenii</i> (Dortl.) Halnec	Cent. Eur.	Spor.				
63	<i>Polystichum x illyricum</i> (Borbás) Halnec	?	Spor.				
64	<i>Cyrtomium falcatum</i> (L.f.) C. Presl	E Asia	Rară				
65	<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott	Euras.	Freev.				
66	<i>Dryopteris affinis</i> (Lowe) Fraser-Jenk. subsp. <i>affinis</i>	SV & Cent.-V Eur.	?				
67	<i>Dryopteris affinis</i> subsp. <i>borreri</i> (Newman) Fraser-Jenk.	Subatl.-submedit.	?	NT	R		
68	<i>Dryopteris caucasicca</i> (A.Braun) Fraser-Jenk. & Corley	Caucas, Crimea, Turcia,	?				
69	<i>Dryopteris submontana</i> (Fraser-Jenk. & Jerny) Fraser-Jenk.	SV & Cent. Eur.	Spor.	NT	R	CR	
70	<i>Dryopteris pallida</i> (Bory) C. Chr. ex Maire & Petim	Medit.	Rară	NT			
71	<i>Dryopteris dilatata</i> (Hoffm.) A. Gray	Circ.	Spor.				
72	<i>Dryopteris expansa</i> (C. Presl.) Fraser-Jenk. & Jerny	Circ.	Spor.				
73	<i>Dryopteris remota</i> (A.Braun ex Döll) Druce	Cent. & V Eur.	Spor.				
74	<i>Dryopteris carthusiana</i> (Vill.) H.P. Fuchs	Circ.	Freev.				
75	<i>Dryopteris cristata</i> (L.) A. Gray	Circ.	Spor.				
76	<i>Blechnum spicant</i> (L.) Roth.	Circ.	Spor.				
77	<i>Polypodium vulgare</i> L.	Circ.	Freev.				
78	<i>Polypodium interjectum</i> Shivas	Eur.	Rară				
79	<i>Pteris multifida</i> Pot.	China, Jap., India Or., N. Zeel.	F. rară				
80	<i>Ceratopteris thalictroides</i> (L.) Brogn.	Afr. trop.-subtrop.	Rară				
81	<i>Marsilea quadrifolia</i> L.	Euras.	Spor.	VU	VU		HD Ann Ib, HD Ann IVb, BC App I, BC Ann I App I '98, ERL
82	<i>Salvinia natans</i> (L.) All.	Euras.	Freev.	LC	NT		BC App I, BC App I Ann I '98, ERL

83	<i>Azolla filiculoides</i> Lam.	Amer. de N	Rară			VU	
84	<i>Azolla mexicana</i> C.Presl.	Amer. de N	Rară				
85	<i>Azolla caroliniana</i> Willd.	Amer. de N	Rară				

**Legende:**

? - insuficiente date; Afr. - trop.-subtrop. - Africa tropicală și subtropicală; Amer. de N - America de Nord; Atl.-medit. - taxon atlantic-mediteranean; Alp.-camp.-bale. - taxon alpin carpatic-balcanic; Carp. Mer. - Carpații Meridionali; Cent. Eur. - Europa centrală; Circ. - taxon circumpoliar; Circ.-alp. - taxon circumpoliar alpin; Circ.-arct.-alp. - taxon circumpoliar arctic alpin; Circ.-arct.-alp.-euram. - taxon circumpoliar arctic alpin euramerican; Circ.-bor. - taxon circumpoliar boreal; Cosm. - taxon cosmopolit; Eur. - Europa; Euram. - taxon euramerican; Eurasi. - taxon eurasiatic; India Or. - India Orientală; Jap. - Japonia; Medit. - taxon mediteranean; N, S, E, V - punctele cardinale (nord, sud, est, vest); N, Zeel. - Noua Zeelandă; Subant.-submedit. - taxon subantlantic-submediteranean.

HD - Dicotila Habitate

Ann Ib ... - Anexa Ib ... din HD

BC - Convenția de la Berna

App I - Appendix I din BC (1979)

Ann I App I 98 - Anexa Ia Appendix I din BC din 1998

ERL - Lista Roșie Europeană

RRL - Lista Roșie a Plantelor Superioare din România (Oltcan & al. 1994)

Carte Roșie - Cartea Roșie a Plantelor Vasculare din România (Dihoru & Negrean 2009)

Distr. Geog. - origine/distribuire geografică

Prez. Rom. - prezența în România

Ctg. Sozoi. - categoria sozologică

F. rară - foarte rară

Frecv. - frecvență

Rel. frecv. - relativ frecvență

Spor. - sporadică

VU - taxon vulnerabil

CR - taxon critic periclitat

EN - taxon periclitat

R - taxon rar

LC - LC - taxon rar, dar cu risc scăzut de amenințare în România

NT - taxon neamenințat



**Fig. 2.** *Borrichium lunaria* (L.) Sw. – habitus, Cheile Zănoagei (P.N. Bucegi), iulie 2010 (Orig.)



**Fig. 3.** *Asplenium trichomanes-ramosum* L. (*A. viride* Huds.) – habitus, Stâncile Sf. Ana (P.N. Bucegi), octombrie 2008 (Orig.)

# IMPACTUL PRODUS DE DEZVOLTAREA SISTEMELOR SOCIO-ECONOMICE ASUPRA COMPONENTELOR CAPITALULUI NATURAL

Irina TEODORESCU<sup>1</sup>

**Abstract:** *Over the past few decades, humans have changed ecosystems structure and function more rapidly and extensively than in any comparable period of time in human history. These changes are the result of human activities: land converted to cropland, construction of roads, ports, and cities and the discharge of pollutants, urbanization, deforestation, growing demands for food, water, timber, fiber, and fuel, introductions of species (both intentionally and unintentionally), desertification (land degradation in arid, semi-arid and dry sub-humid areas). This has resulted in a substantial and largely irreversible loss in the diversity of life on Earth, in a decrease of the ecosystems services to humans (provisioning, regulating and cultural services).*

**Capitalul natural cuprinde totalitatea sistemelor ecologice** (ecosisteme, complexe regionale și macroregionale de ecosisteme) *naturale și seminaturale* și **totalitatea sistemelor ecologice terestre și acvatice** (continentale și marine costiere) *transformate sau create* strict din punct de vedere structural *de către populațiile umane* pentru a produce resursele alimentare vegetale și animale sau materia primă pentru industrii, pentru producerea materialelor de construcție și a combustibililor pentru încălzitul locuințelor.

Impactul asupra capitalului natural produs de dezvoltarea spațială a sistemelor socio-economice se produce prin: pierderea unor sisteme naturale și seminaturale, reducerea ponderii de reprezentare a unor tipuri de sisteme ecologice naturale și seminaturale, diminuarea conectivității sau izolarea unor componente ale capitalului natural, extincția speciilor prin pierderea habitatelor lor sau creșterea numărului de specii vulnerabile și cu statut de specii critice sau pe cale de extincție (Vădineanu, 1998).

Modificările determinate de activitățile umane asupra capitalului natural poartă numele de modificări **antropogene** (grec. anthropos = om + genan = a produce). Impactul antropic determină: transformarea sau substituirea unor ecosisteme/habitate naturale și seminaturale prin extinderea la scară spațială a sistemelor socio-economice; exploatarea intensivă a agrosistemelor; introducerea intenționată sau accidentală de

---

<sup>1</sup>Universitatea din București, Facultatea de Biologie, e-mail [teodorescubiologie@yahoo.com](mailto:teodorescubiologie@yahoo.com)

specii noi; supraexploatarea tuturor resurselor regenerabile și neregenerabile de materii prime și energie; construirea unor mari așezări umane, platforme industriale sau comerciale; realizarea unei vaste rețele de căi rutiere; practicarea exploatărilor miniere de suprafață, acumularea haldelor de steril; poluare fizică, chimică, biologică și acumularea deșeurilor rezultate din activitatea umană. Aceste forme de impact nu acționează separat în timp și spațiu, ci de cele mai multe ori agresiunea se exercită *simultan* asupra diferitelor componente ale unui sistem ecologic, factorii de comandă se *potențiază* reciproc și efectele lor se *cumulează*.

**Degradarea habitatelor naturale** este considerată a fi cea mai importantă cale de deteriorare a mediului, care a condus la declinul continuu al biodiversității la scară planetară.

Distrugerea sau fragmentarea habitatelor naturale s-a făcut îndeosebi prin tăierea pădurilor tropicale umede și înlocuirea lor cu pășuni sau terenuri agricole, prin drenarea zonelor umede pentru agricultură sau silvicultură, prin construirea de așezări rurale sau urbane, de platforme industriale, de căi de comunicație, prin activități miniere, poluare etc. Cele mai profunde transformări s-au produs în zonele mai intens dezvoltate economic și industrial. Culturile ocupă în prezent un sfert din suprafața uscatului, între 1950 și 1980 fiind transformate în agrosisteme suprafețe mai mari de teren decât între 1700 și 1850 (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). În Europa, habitatele naturale sunt în continuă deteriorare și speciile sălbatice sunt serios afectate, îndeosebi prin dezvoltarea agriculturii intensive. În ultimele decenii, suprafața zonelor umede s-a restrâns la mai puțin de jumătate, pădurile mediteraneene mai acoperă doar aproximativ 10 % din suprafața inițială.

Distrugerea habitatelor reprezintă o amenințare majoră a biodiversității și în mediul marin, în special în zonele de coastă și ale recifelor de corali. În ultimele decenii circa 20% din recifi au fost distruși și încă 20 % au fost deteriorați (Millennium Ecosystem Assessment, 2005) prin supraexploatare, poluare chimică și cu petrol, eutrofizare, creșterea expunerii la radiații ultraviolete, anomalii termice (Reaka-Kudla, 1997). Dacă se menține rata actuală de deteriorare, suprafețele recifilor, în care este diversitatea specifică cea mai mare și care adăpostesc o treime din numărul total al speciilor de pești marini, se vor înjumătăți în următoarele decenii. Circa 35% din zonele de mangrove au fost de asemenea distruse. Distrugerea și fragmentarea habitatelor acvatice se datorează și lucrărilor hidrotehnice pentru producerea de energie, regularizării cursurilor de apă și construcției de diguri. Acestea afectează migrația în amonte a peștilor anadromi și determină declinul populațiilor lor.



Reducerea suprafeței ocupate de habitate naturale și semi-naturale și fragmentarea habitatelor largi, în “arhipelaguri de insule mici”, izolate unele de altele, face să nu mai poată fi susținute populațiile unor specii. Cel mai adesea, între fragmentele de habitat rămase nu s-au păstrat coridoare sau zone de pasaj care să asigure supraviețuirea indivizilor în timpul deplasării între insulele de habitat, deci mobilitatea și integritatea în arealul speciei. Fragmentarea habitatelor a afectat atât migrațiile diferitelor specii, cât și dispersia uni-direcțională din zone cu densitate mare a indivizilor către zone cu densitate mai mică.

**Introducerea de specii noi** este un proces care se desfășoară pe scară largă, și reprezintă o cauză majoră de afectare a biodiversității (Genovesi & Shine, 2003; Hulme, 2007; IUCN, 2000; McNeeley et al. 2001). Speciile noi se numesc și *exotice* sau *străine*, *foreign*, *non-native*, *non-indigene*, *adventive*, *alohitone*, *alogene*, *imigrante*, *neobiota* (*neozoea*, *neophyta*, *neomicrobia*). Conform Convenției asupra Diversității Biologice, prin specie străină se înțelege specia, subspecia sau taxonul inferior (orice parte a unei asemenea specii, gameți, semințe, ouă, propagule), introdusă în afara arealului său natural, dincolo de potențialul natural de dispersie, care poate să supraviețuiască și ulterior să se reproducă. Speciile străine aparțin tuturor grupelor taxonomice: virusuri, prioni, bacterii, fungi, plante și animale, domestice sau sălbatice (European Strategy on Invasive Alien Species; Global Strategy on Invasive Alien Species). În octombrie 2010 Convenția asupra Diversității Biologice a adoptat un nou Plan Strategic, care include o țintă dedicată prevenirii, controlului și eradicării celor mai periculoase specii invazive, indicând această problemă ca având o importanță global majoră. În 2011, speciile invazive sunt recunoscute drept cauza principală a extincției globale.

Deoarece fiecare specie are tendința de a-și extinde arealul, pătrunderea de specii în noi ecosisteme a avut loc din cele mai vechi timpuri, dar în ultima perioadă de timp a avut loc o creștere exponențială a numărului speciilor străine și o accentuare a impactului lor negativ asupra biodiversității. Prezența lor într-o anumită regiune se datorează introducerilor de către om (intenționate sau neintenționate) sau dispersiei fără intervenție umană directă/indirectă (Genovesi și Shine, 2004; Hulme, 2007; Pyšek et al., 2009; Teodorescu, 2009, Teodorescu et al., 2005, 2006, 2009, 2010). Introducerile intenționate se efectuează în scop economic, estetic, medical, din capriciu, pentru controlul biologic al dăunătorilor etc. Pătrunderea speciilor este favorizată de intensificarea globalizării transporturilor de mărfuri și persoane, de modificările climatice, de vulnerabilitatea ecosistemelor în urma transformării lor în sisteme

amenajate, de controlul chimic al „dăunătorilor”, ceea ce a dus la omogenizarea florei și a faunei, la o reducere a biodiversității. Omogenizarea este genetică, taxonomică și funcțională și determină impact imediat și viitor asupra proceselor ecologice și evoluționare (Olden et al., 2004; Rîșnoveanu & Teodorescu, 2009).

Speciile străine care produc descendenți fertili și au potențial de răspândire exponențială, extinzându-și rapid arealul și producând daune semnificative diversității biologice, funcțiilor ecosistemice, valorilor socio-economice sau sănătății umane se numesc **specii străine invazive** (alien invasive species, invaders, biological invaders). Ele pot fi invazive în habitate naturale, seminaturale sau antropizate, dar pentru scopuri de conservare, termenul de invaziv este asociat de regulă ecosistemelor sau habitatelor naturale sau seminaturale (Genovesi & Shine, 2004; Hulme, 2007; McNeeley et al., 2001; Pyšek et al., 2009; Teodorescu, 2009).

Favorizate de lipsa în noile zone a unor specii prădătoare, parazitoide, patogene, speciile străine își sporesc efectivele și impactul, ajungând să perturbe echilibrul dintre populațiile biocenozelor. Ele determină modificarea corelațiilor și interacțiunilor lor cu factorii abiotici și biotici din zona respectivă, dar și schimbarea modului de acțiune a selecției naturale, care modifică fondul genetic al populațiilor pătrunse, permițând adaptarea lor. În noile zone ele afectează alte specii cu care se hrănesc sau pe care le concurează pentru hrană, apă, spațiu, lumină etc. Se poate ajunge la eliminarea unor specii caracteristice pentru biocenozelor respective, la distrugerea pădurilor, a pășunilor, a unor culturi agricole.

### **Supraexploatarea resurselor**

Supraexploatarea este termenul folosit pentru a reflecta preluarea din mediu a unor resurse, cu o rată care depășește capacitatea lor de regenerare naturală. Resursele sunt considerate neregenerabile și regenerabile, în funcție de timpul necesar pentru a se reface. Cele regenerabile (resursele biologice, solul, apa) se refac în intervale de timp comparabile cu durata de viață a omului, în timp ce resursele neregenerabile (combustibilii fosili, deci petrolul, cărbunele, gazele naturale) se refac la scară de timp geologică.

**Supraexploatarea speciilor** se face prin vânatoare și pescuit în exces, prin suprapășunat (cu un număr prea mare de animale pe unitatea de suprafață), prin defrișarea pădurilor și comerțul excesiv cu specii sau produse ale acestora. Efectul supraexploatării speciilor constă în reducerea marcantă a efectivelor lor, până la dispariție (extincție), care reprezintă dispariția totală a unei specii sau a unui grup de taxoni, cu reducerea consecutivă a diversității biologice.

Ca și procesul de speciație, extincția populațiilor și a speciilor este un proces natural, care s-a produs și înaintea apariției omului, dar înainte de creșterea efectivului populațiilor umane și de răspândirea lor la nivel planetar, rata de extincție a fost scăzută (cu excepția perioadelor de extincție în masă). Se consideră că o specie persistă de obicei 5-10 milioane de ani, deși există unele specii, adevărate fosile vii, cu o vechime de sute de milioane de ani.

În cursul istoriei vieții, pe Terra au avut loc cinci mari extincții în masă ale speciilor, la intervale de timp geologice, prima în urmă cu peste 400 de milioane de ani și ultima în urmă cu 65 de milioane de ani, și anume: la sfârșitul Ordovicianului (-440 milioane ani), la sfârșitul Devonianului (-365 milioane ani), la sfârșitul Permianului (-250 milioane ani), la sfârșitul Triasicului (-200 milioane ani) și la sfârșitul Cretacicului (-65 milioane ani). Cauzele acestor extincții, parțial cunoscute, au fost cosmice, geologice, climatice.

Se apreciază că în prezent ne aflăm la începutul celei de a șasea extincții, care are origine antropogenă, numită extincția din Holocen, prima care are loc în timpul existenței speciei umane și care se produce cu o rată ce depășește de mii de ori ratele extincțiilor trecute (Ceballos et al., 2010; IUCN; 2008; Leakey & Lewin, 1997). Această extincție, cea mai rapidă, masivă și mai devastatoare de până acum (Ceballos et al., 2010), rezultat al activităților umane, pune în pericol civilizația umană, deoarece populațiile diferitelor specii asigură și mențin serviciile de suport, de aprovizionare, de reglare și culturale, oferite de ecosisteme. Serviciile de suport se referă la reciclarea nutrienților, formarea solului, fotosinteza, iar cele de aprovizionare asigură hrană, apă, cherestea și fibre, combustibil, resurse genetice, produse medicale și farmaceutice naturale etc. Serviciile de reglare (control) privesc reglarea climatului regional și local, a eroziunii, inundațiilor, maladiilor, dăunătorilor, tratamentul deșeurilor și detoxifiere, controlul calității apei și al aerului, al dezastrelor naturale, cum ar fi incendiile, inundațiile etc. Serviciile culturale asigură beneficii estetice, spirituale, educaționale, recreaționale și ecoturism.

În ultimii 50 de ani, omul a modificat ecosistemele mai rapid și mai intens decât în oricare altă perioadă din istoria omenirii, ceea ce a dus la o reducere substanțială și în mare măsură ireversibilă a biodiversității (Millennium Ecosystem Assessment, 2003, 2005). Distrugerea habitatelor caracteristice, lipsa unor habitate alternative sau imposibilitatea accesului la habitate similare a dus la declin în cazul a 73% dintre speciile extinse (dispărute), amenințate cu dispariția, vulnerabile sau devenite rare în

perioada modernă. Conform Uniunii Internaționale pentru Conservarea Naturii și a Resurselor Naturale (IUCN).

Lista Roșie a UICN a speciilor periclitare, elaborată în 1963 reprezintă un inventar al speciilor de plante și animale, cu statut global de conservare. Lista Roșie elaborată în 2006 cuprinde 40.168 specii, plus 2.160 subspecii, varietăți, stocuri acvatice, subpopulații. Dintre acestea, 16.118 sunt considerate periclitare (7.725 animale, 8.390 plante, 3 licheni și ciuperci). În Lista Roșie elaborată în 2007 numărul speciilor amenințate cu extincția a crescut cu 188 ajungând la 16.306, totalul fiind 41.415. Lista Roșie 2008 cuprinde 1.141 de mamifere aflate în risc de dispariție, dintre cele 5.487 existente. Lista Roșie 2009 cuprinde 47.677 specii amenințate cu extincția. Dintre cele 2.839 specii adăugate la listă, 293 sunt reptile, al căror număr a ajuns la 1.677. Una dintre grupele afectate este și Amphibia, cu 1.895 specii în pericol de extincție, din cele 6.285 existente. În intervalul 1500-2009 numărul speciilor dispărute este de 875. În prezent conservatoriștii prognozează extincții masive de specii ca urmare a distrugerii habitatelor (Rahbek & Colwell, 2011). Thomas et al. (2004) prognozează că până în anul 2050 vor dispărea 15-37 % din speciile actuale. Impactul activităților umane asupra biodiversității este cu atât mai important cu cât numărul actual de specii este cel mai mare din istoria vieții pe Pământ, estimat la 5-30 de milioane (Erwin, 1982; Chapman, 2006) sau chiar 100 de milioane (Ehrlich & Wilson, 1991) și permanent se descriu specii noi.

Una dintre cauzele care accentuează extincția în masă a speciilor o constituie existența unor conexiuni foarte strânse între specii (Koh Lian Pih, 2004), în cadrul biocenozelor, a unor relații interspecifice directe și indirecte care conduc la coextincție. Astfel, în legăturile obligatorii din cadrul relațiilor de mutualism, parazitism, prădătorism (de exemplu plante-polenizatori specializați; parazitoizi monofagi-gazde; prădători specializați-specii pradă), dispariția unuia dintre parteneri determină și dispariția celuilalt. Speciile cu capacitate mare de concurență, de reproducere și de exploatare a resurselor, devin invazive, ducând la eliminarea speciilor native prin prădătorism, parazitism, competiție, transmiterea unor maladii sau prin degradarea habitatelor acestora. Poluarea este un alt factor care acționează asupra speciilor prin toxicitatea imediată sau tardivă (cu acumularea și concentrarea poluanților în lungul lanțurilor trofice), prin inducerea sterilității, scăderii prolificității, longevității, imunității.

Supraexploatarea unor specii valoroase de floră și faună de importanță economică și socială deosebită poate determina dispariția lor. Diminuarea resurselor oceanului planetar este un efect al supraexploatării

speciilor de pești, de crustacee, mamifere marine, al deteriorării calității apei prin deversarea petrolului în urma accidentelor unor petroliere, al deversării diferitelor reziduuri industriale, pătrunderii pesticidelor, fertilizanților agricoli, ploilor acide.

Se estimează că impactul actual produs de specia umană asupra Terrei depășește pe cel produs de factori cosmici de tipul asteroizilor care au lovit planeta la sfârșitul Cretacicului, acum peste 65,5 milioane de ani, accident soldat cu extincția a numeroase specii.

### **Supraexploatarea pădurilor**

Este o cale majoră de deteriorare, cu efecte la nivel planetar, pădurile având o deosebită importanță prin resursele (lemn, resurse alimentare, farmaceutice, cinegetice) și serviciile oferite (producerea de oxigen, consumul și stocarea dioxidului de carbon, conservarea biodiversității, în păduri fiind concentrată jumătate din biodiversitatea terestră mondială, absorbția poluanților, reglarea bazinelor hidrografice locale și a circuitului planetar al apei, protecția solului, valoare peisagistică, recreativă.

Dacă în trecut pădurile ocupau 2/3 din suprafața uscatului, astăzi ele mai reprezintă doar circa 31%, ceea ce reprezintă 4 miliarde de hectare, două treimi din acestea fiind concentrate în 10 țări (Australia, Brazilia, Canada, China, Federația Rusă, India, Indonezia, Peru, Republica Democratică Congo, SUA). Pădurile naturale (în care nu sunt semne vizibile ale activităților umane trecute sau prezente) reprezintă 36 % din suprafața forestieră totală.

Despăduririle, fenomen de mare amploare îndeosebi în zonele tropicale sunt rezultatul acțiunii unor factori antropici și naturali. Factorii antropici, cei mai importanți, constau în extinderea terenurilor agricole (circa 75%), urbanizarea, exploatarea resurselor miniere ale subsolului, exploatarea excesivă a unor esențe forestiere, folosirea lemnului drept combustibil (75% din lemnul exploatat în țările în curs de dezvoltare) sau pentru obținerea hârtiei (îndeosebi în țările dezvoltate). În zonele tropicale, despăduririle se fac îndeosebi pentru pășuni (pentru bovine în Brazilia, Argentina, reprezentând 75% din suprafețele defrișate în 1990, în Amazonia), pentru extinderea plantațiilor de palmier pentru ulei (ex. în regiunea Riau din Indonezia), a plantațiilor de acacia sau eucalipt pentru pastă de hârtie, a culturilor, în special de soia (16% din pădurile amazoniene). Sunt incriminate și cauze indirecte: explozia demografică, războaiele (și refugierea populației în păduri), sărăcia, absența reglementărilor, ignoranța, dezinteresul etc. Anual, circa 1 % din păduri sunt afectate de incendii, 35 de milioane de hectare sunt atacate de insecte fitofage. Daune produc și microorganismele patogene, ierbivorele mari,

fenomenele meteorologice extreme (cicloane, furtuni) și seismele, erupțiile vulcanice. În ultimul deceniu, cele mai mari suprafețe despădurite au fost în America de Sud (4 milioane de hectare), Africa (3,4 milioane de hectare) și Oceania. În America de Nord și America Centrală suprafețele despădurite sunt comparabile cu cele din deceniul anterior, pe când în Europa ele au continuat să crească.

FAO, în raportul intitulat "Evaluarea resurselor forestiere mondiale 2010", la care au participat peste 900 de specialiști, din 178 de țări, arată că în deceniul 2000-2010 s-a înregistrat o stagnare a ratei de despădurire pe plan mondial (13 milioane de hectare pe an, ceea ce echivalează cu o suprafață egală cu cea a Angliei și cu suprafața unui teren de fotbal la fiecare două secunde). Deși pare un rezultat pozitiv comparativ cu cele 16 milioane de hectare despădurite anual în deceniul anterior, o analiză corectă a situației relevă faptul că rata despăduririlor s-a menținut ridicată, deoarece atât prin măsuri de plantare a arborilor (plantații forestiere îndeosebi în China, India, SUA, Vietnam), cât și datorită unei expansiuni și regenerări naturale a pădurilor în unele zone, s-au adăugat anual peste 7 milioane de hectare de noi păduri. Regenerările forestiere nu compensează dispariția pădurilor primare, deoarece creșterea arborilor se face lent, iar în cazul plantațiilor forestiere nu se introduc speciile tăiate ci altele, utile în industria agro-alimentară (eucalipt, palmier de ulei, arbore de cauciuc, arbori de cacao, cafea, ceai). Comparativ cu pădurile regenerare natural sau plantațiile forestiere, pădurile primare (de exemplu din Amazonia, bazinul Congo, Indonezia etc.) îndeplinesc servicii ecologice, sociale și economice mult mai importante: au o capacitate mai mare de stocare a carbonului în biomasa forestieră, lemnul mort, litieră și sol (289 gigatone de carbon), cantitate superioară ansamblului de carbon prezent în atmosferă.

**Consecințele despăduririlor** sunt multiple și grave resimțite de peste 900 de milioane de persoane. Expunerea solului la acțiunea vântului și a apei de ploaie înlătură stratul fertil de humus. Prin distrugerea habitatelor este afectată biodiversitatea, cu condamnarea la dispariție a mii de organisme, îndeosebi în zonele tropicale (conform unor estimări, în fiecare zi dispar 72 de specii, iar în fiecare an, peste 26.000, iar circa 10 % din speciile de arbori, deci circa 7.000 de specii sunt în pericol de extincție). Reducerea stocului de carbon din biomasa forestieră cu circa 0,5 gigatone pe an în ultimul deceniu și creșterea cantității de CO<sub>2</sub> din atmosferă, gaz cu efect de seră, a contribuit la modificarea climatului local și global (creșterea valorilor temperaturii, modificarea presiunii atmosferice și deplasarea maselor de aer, cu creșterea frecvenței și intensității cicloanelor).

Perturbarea circuitului apei prin diminuarea evapotranspirației duce la agravarea problemei inundațiilor și creșterea pericolului de secetă. În cazul înlocuirii pădurilor cu culturi agricole are loc o scădere rapidă a fertilității solului, instalarea savanei, apoi deșertificarea. Este afectat modul de viață tradițional al populațiilor, patrimoniul lor cultural, turismul ca principală sursă de venit. În America de Sud (îndeosebi în Brazilia), despăduririle au dus la dispariția unor triburi locale dependente de pădure.

Despăduririle, dar și executarea de canale de irigație, de aducțiune și de transport, de drenare pentru eliminarea excesului de umiditate, crearea de baraje și lacuri de acumulare, lucrările de îndiguire pentru protecția localităților și a terenurilor agricole, utilizarea menajeră și industrială a apei, dereglează circuitul hidrologic. Dereglările au loc la nivelul rețelei de suprafață și a rezervoarelor subterane, a rezervoarelor de apă dulce, ceea ce duce la epuizarea resurselor de apă și deteriorarea calității surselor de apă potabilă.

### **Supraexploatarea pășunilor și deșertificarea**

În zonele aride și semiaride de pe glob, unde trăiesc peste 600 de milioane de oameni, se practică suprapășunatul, care combinat cu seceta îndelungată și cu distrugerea pădurilor a dus și duce la extinderea deșertului (zonă cu o uscăciune aproape absolută, o sărăcie extremă a vegetației, foarte slab populată).

Convenția Națiunilor Unite pentru Combaterea Deșertificării, la care au aderat 194 de țări a definit deșertificarea ca proces de degradare a teritoriului în zonele aride, semiaride și cu umiditate scăzută, rezultat al acțiunii unor factori diferiți, inclusiv variațiile climatice și activitățile umane. Conform Programului Națiunilor Unite pentru Mediu (UNEP), un sfert din uscatul Terrei, din peste 100 de țări, cu un miliard de oameni este afectat de deșertificare, cu reducerea biodiversității și accentuarea procesului de încălzire globală.

În prezent, deșerturile ocupă aproape 7% din suprafața uscatului, cele mai importante zone deșertice fiind: Deșertul Sonoran din nord-vestul Mexicului, care se continuă și în sud-vestul Statelor Unite; Deșertul Atacama din America de Sud, între Anzi și Oceanul Pacific; o largă zonă deșertică ce se întinde de la Oceanul Atlantic până în China (care cuprinde Deșertul Sahara, Deșertul Arabic, zonele deșertice din Iran și fosta Uniune Sovietică, Marele Deșert Indian Thar din Rajasthan, deșerturile Taklamakan și Gobi din China și Mongolia); Deșertul Kalahari din Africa de Sud, cea mai mare parte din Australia. În Africa, 66% din întreaga suprafață este aridă sau semiaridă, iar în America de Nord, 34%.

Conform UNEP, din totalul de 5,2 miliarde de hectare de terenuri situate în zone secetoase pe care se practică agricultura, 69% sunt degradate sau supuse deșertificării, în Africa 73% fiind degradate, iar în America de Nord, 74%. Costurile deșertificării la nivel mondial sunt estimate la 42 de miliarde de dolari anual, dintre care 21 miliarde în Asia, 9 în Africa, 5 în America de Nord, câte 3 în America de Sud și Australia, 1 în Europa.

Principala cauză a deșertificării o constituie activitățile umane (agricultura intensivă cu spălarea și sărăturarea solului prin irigații necorespunzătoare, suprapășunatul, tăierea pădurilor), la care se adaugă seceta, eroziunea solului etc. Au importanță și unii factori sociali și economici (sărăcia, creșterea efectivului populației, distribuția inegală a terenurilor, înlocuirea agriculturii tradiționale cu metode agricole moderne etc.).

Deșertul Sahara, cel mai mare deșert fierbinte de pe Terra, cu o suprafață de 9.400.000 de km<sup>2</sup> este situat în nordul Africii, între Oceanul Atlantic și Marea Roșie, pe teritoriul statelor Maroc, Algeria, Tunisia, Libia, Egipt, Mauritania, Niger, Mali, Ciad și Sudan. Schimbarea climei în Sahara, cu scăderea cantității de precipitații, a început cu circa 4.000 de ani înainte de Hristos. Zona centrală, situată la sud de Algeria (Deșertul Libian), cu o suprafață de 1.600 de km<sup>2</sup> este cea mai aridă. Vântul este puternic, atingând 100 km/oră erodând rocile și reducând vizibilitatea la zero, iar unele dune de nisip ajung la 180 de metri înălțime. Diferența este mare între temperatura diurnă (valorile ajungând adesea la 55<sup>0</sup>C, cu recordul de 58<sup>0</sup>C înregistrat într-o localitate din Libia) și cea nocturnă (adesea 0<sup>0</sup>C). În privința precipitațiilor, jumătate din teritoriul Saharei primește mai puțin de 20 mm anual, iar în rest peste 100 mm. Sahara s-a extins cu 1 milion de Km<sup>2</sup> în ultimii 100 de ani, limita sa sudică coborând cu sute de kilometri.

Sahelul, situat între deșertul Sahara la nord și savana Sudaniană la sud, este o savană tropicală aridă de peste 3.000.000 km<sup>2</sup>, lată de câteva sute până la 1.000 de kilometri, întinsă pe 4.500 de kilometri de la Oceanul Atlantic la vest, până la Marea Roșie la est. Sahelul se întinde pe o parte din teritoriul mai multor țări: Algeria, Burkina Faso, Cap Verde, Ciad, Gambia, Guinea Bissau, Etiopia, Eritrea, Mali, Mauritania, Niger, Nigeria și Senegal, Somalia, Sudan (Tacko & Jens, 2006). Locuitorii se ocupă cu agricultura, creșterea vitelor, pescuitul, comerțul etc. Agricultura este subdezvoltată, total dependentă de nivelul precipitațiilor, cu un nivel redus al imputurilor (fertilizanți), mecanizare absentă, sol fragil, sărac în nutrienți, nisipos. În secolul XX, regiunea Sahel a trecut prin perioade majore de secetă (1910–1916, 1941–1945) și o lungă perioadă cu cantități scăzute de precipitații, în anii 1970 și în majoritatea anilor 1980, apoi cu unele întreruperi și în anii



1990. Valorile anuale ale precipitațiilor în 1983 și 1984 au fost cele mai scăzute înregistrate în istoria regiunii Sahel (Tacko & Jens, 2006). Cantitatea anuală redusă de precipitații (între circa 200 mm în nord și circa 600 mm în sud) (Kandji et al., 2006) este un factor major al vulnerabilității în Sahel, dar transformarea unor mari zone în teritorii sterile, cu deteriorarea solului și a resurseor de apă are o explicație multifactorială fiind rezultatul creșterii populației, tăierii și incendierii pădurilor și tufișurilor pentru obținerea de terenuri necesare agriculturii, suprapășunatul, apoi distrugerea ierburilor perene, astfel că după recoltare, terenul rămâne dezgolit și expus acțiunii erozive a vântului. În urma secetei și foametei din Sahel, din intervalul 1968-1974, au murit 200.000 de oameni și milioane de animale domestice.

Supraexploatarea solului are loc prin practicarea inadecvată și superintensivă a agriculturii, urbanizare, forări petroliere, construirea de căi rutiere și depozite etc. Agricultura intensivă, ce presupune obținerea într-un singur an a mai multor recolte și a unor producții mari prin folosirea pesticidelor și fertilizanților chimici, mecanizarea lucrărilor agricole, a irigațiilor, reprezintă o cale importantă de supraexploatare și deteriorare a solurilor. Deteriorarea apare ca lateritizare, eroziune, salinizare, băltirea apei, compactare, acidifiere, diminuarea rezervelor subterane de apă. Lateritizarea solului se produce prin defrișarea pădurilor din zonele intertropicale în vederea extinderii suprafețelor agricole, alterarea rocilor feldspatice, cu formarea de laterită, alcătuită din hidroxizi de aluminiu și oxizi de fier, care se prezintă ca o crustă roșie sau brună (latin. later = cărămidă).

Eroziunea este un proces de degradare și de transformare a reliefului produs de factori fizici care antrenează particulele solide din substrat (acțiunea mecanică a apei, a vântului, a gheții în deplasare, alternarea înghețului cu dezghețul) sau a unor factori chimici (care modifică compoziția chimică a rocilor prin hidratare, oxidare, oxidoreducere, hidroliză). În procesul de eroziune se disting trei faze: dezagregarea superficială a substratului (rocă, sol), numită "meteorizare", transportul particulelor și depunerea/acumularea materialului transportat. În cazul apei, eroziunea este datorată acțiunii mecanice a picăturilor ce cad pe substrat, a vitezei torenților, a curenților sau a valurilor. Eroziunea produsă de vânt (eoliană) presupune polizarea suprafeței substratului și antrenarea particulelor, eficacitatea acestor procese depinzând de intensitatea și regularitatea vântului și de încărcarea maselor de aer în deplasare cu particule abrazive. În cazul ecosistemelor agricole, vântul este un factor

foarte important de sărăcire a solului, prin înlăturarea stratului superficial fertil.

Rata eroziunii solului a crescut foarte mult prin agricultura intensivă (cu practicarea monoculturii, a mecanizării, prin plantarea la distanță, pe rânduri, prin menținerea solului gol după recoltarea culturilor de primăvară), prin suprapășunat și incendierea resturilor vegetale. Aproximativ 40% din terenurile agricole sunt serios degradate, iar solul distrus se reface foarte greu, estimându-se că 10 mm de sol se refac în 1-4 secole. Conform Națiunilor Unite, o suprafață de sol fertil de mărimea Ucrainei este afectată în fiecare an de secetă, de defrișări și de schimbări climatice. S-a estimat că dacă degradarea solului va continua în ritmul actual, în anul 2025, Africa va putea hrăni doar un sfert din populația continentului.

În Sahel, eroziunea este un mecanism important de degradare, cea produsă de apă, îndeosebi în timpul furtunilor ducând la pierderi anuale de peste 100 de tone la hectar, iar cea eoliană îndeosebi din zonele fără arbori, determinând pierderi suplimentare de 150 de tone. Prin eroziunea produsă de apă și vânt, solul este deci lipsit de partea sa superioară, care conține nutrienții necesari plantelor (Tacko & Jens, 2006).

### **Urbanizarea și industrializarea**

Urbanizarea (construirea de localități cu aglomerări de populație implicată în activități industriale, comerciale, administrative, culturale) a cunoscut o puternică accelerare începând de la mijlocul secolului XX. Din cele 14 milioane de km<sup>2</sup> de terenuri arabile de pe glob, circa 3.000 km<sup>2</sup> sunt ocupați anual prin extinderea orașelor, procesul fiind în continuă creștere.

În 1999, rata urbanizării (proporția locuitorilor unui oraș, din totalul populației țării) a fost de 45% la nivel mondial, 40% în țările în curs de dezvoltare și > 75 % în țările dezvoltate (75% în Franța, 95% în Marea Britanie). Rata de creștere anuală a populației este + 3,5 % în zonele urbane din țările lumii a treia și + 1 % în țările dezvoltate, comparativ cu rata anuală de creștere demografică generală a populației de + 1,6%. Datorită ritmului ridicat de creștere, populația urbană a crescut într-un secol de 10 ori comparativ cu creșterea populației totale. În țările dezvoltate, orașele s-au dezvoltat timp de mai multe secole, în zone comerciale, industriale sau militar strategice, în jurul unor teritorii atractive din punct de vedere cultural și istoric sau religios, a unor porturi, a unor resurse minerale sau energetice. În țările lumii a treia, urbanizarea s-a făcut după anii 50 prin creștere demografică și exod rural din cauza foametei sau malnutriției, sărăciei, războaielor, lipsei serviciilor de bază.

În funcție de numărul de locuitori s-au realizat megapolis (orașe foarte mari) sau megalopolis (megaregiuni, cu concentrarea pe sute de

kilometri a mai multor orașe mari, alăturate prin zonele lor periurbane). Ca număr de locuitori, cele mai mari megalopolisuri sunt: *Indo-Gangetic Plain* (în India, Bangladesh și Pakistan, cu 200 de milioane, format din Karachi, Delhi, Islamabad, Lahore, Kanpur, Kolkata, Varanasi, Dhaka), *Pearl River Delta* (în China, cu 120 de milioane, format din Hong Kong, Shenzhen, Dongguan, Huizhou, Guangzhou, Foshan, Jiangmen, Zhongshan, Zhuhai, Macau), *Blue Banana* (în Europa, cu 90 de milioane, format din Liverpool, Manchester, Birmingham, Londra, Bruxelles, Antwerp, Amsterdam, Rotterdam, Haga, Rhin, Ruhr, Frankfurt am Main, München, Stuttgart, Basel, Zurich, Turin, Milan), *Yangtze River Delta* (în China, cu 88 de milioane, format din Shanghai, Nanjing, Hangzhou, Ningbo, Suzhou, Wuxi, Changzhou, Zhenjiang, Yangzhou, Taizhou, Nantong, Huzhou, Jiaxing, Shaoxing, Zhoushan), *Taiheiyō Belt* (în Japonia, cu 80 de milioane, format din Ibaraki, Saitama, Chiba, Tokyo, Kanagawa, Shizuoka, Aichi, Gifu, Mie, Osaka, Hyogo, Wakayama, Okayama, Hiroshima, Yamaguchi, Kitakyūshū, Fukuoka, Oita), *Great Lakes Megalopolis* (în SUA și Canada, cu 54 de milioane, în jurul Marilor Lacuri și sudul Ontario în Canada, părți din Pennsylvania, New York și Quebec, până în coridoarele Milwaukee–Chicago și Detroit–Toronto, inclusiv Indianapolis, Louisville, Grand Rapids, Cincinnati, Dayton, Columbus, Cleveland, Toledo, Ottawa, Buffalo, Rochester, Pittsburgh, St. Louis și Kansas City), *Northeast Megalopolis* sau *Megalopolis Boston–Washington* (în SUA, cu 50 de milioane, din suburbiile sudice ale Washington D.C. până în suburbiile de la nord de Boston, Massachusetts, care cuprinde districtul Columbia și zone din statele Virginia, Maryland, Delaware, Pennsylvania, New Jersey, New York, Connecticut, Rhode Island, Massachusetts, New Hampshire și Maine).

Impactul produs de urbanizare se datorează înlocuirii ecosistemelor naturale cu ecosisteme urbane, pe suprafețe din ce în ce mai mari (ex. 480 km<sup>2</sup> în Paris, comparativ cu 8 km<sup>2</sup> în urmă cu cinci secole; 400 km<sup>2</sup> în Cairo; 1.000 de kilometri lungime în cazul megalopolisului de la Boston la Washington) și creșterii continue a densității populației (ex. în Cairo, 32.000 de locuitori/km<sup>2</sup> în medie și peste 100.000 de locuitori/km<sup>2</sup> în zonele vechi ale orașului). Acest impact îmbracă mai multe aspecte: afectează climatul local prin alterarea circuitului carbonului, al apei și fluxul de energie. Sunt diminuate suprafețele de sol acoperite de vegetație reducându-se fotosinteza, deci scăzând rata de preluare a carbonului atmosferic de către plante și rata de evaporare. Este împiedicată infiltrarea apei în sol și cresc scurgerile de suprafață. În orașe se consumă cantități enorme de resurse regenerabile și neregenerabile, pentru construcție, întreținere și furnizare de energie, ca și pentru asigurarea necesităților de hrană ale oamenilor. Datorită densității

mari a populației, mijloacelor de transport, este crescut nivelul poluării chimice, termice și biologice a aerului, apei, solului. În parcuri și grădini sunt aclimatizate specii exotice, care devin invazive și le elimină pe cele native.

✓ **Poluarea** reprezintă modificarea componentelor fizico-chimice și biologice ale sistemelor ecologice, prin introducerea poluanților care sunt îndeosebi deșeuri ale activității umane. **Clasificarea poluării** se poate face în funcție de mai multe criterii: după natura sursei, după natura poluantului și după natura substratului asupra căruia poluanții își exercită acțiunea.

După natura sursei, poluarea poate fi naturală (cu emanații vulcanice, praf, polen etc.) și poluare antropogenă (cu diferite substanțe produse de om). După natura poluantului, poluarea poate fi chimică (realizată cu diferite substanțe chimice), fizică (termică, sonoră, radioactivă), biologică (cu diferite organisme care sunt agenți etiologici ai unor boli). După natura substratului asupra căruia își exercită acțiunea se poate vorbi de poluarea aerului, a apei și a solului.

**Poluarea chimică a aerului** (poluarea atmosferică) cuprinde aspecte grave și variate, de la efectul de seră, la deteriorarea stratului de ozon stratosferic, la ploile acide, smog, la poluarea prin pesticide sau prin producția motoarelor autovehiculelor. Emisiile industriale nu cunosc frontiere, afectează suprafețe extinse, fie direct, transportate de vânt, fie indirect, prin modificările climatice. Principalii agenți poluanți din aer sunt gazele și metalele toxice.

Gazele care poluează aerul sunt reprezentate îndeosebi de monoxizi și dioxizi de sulf, azot, carbon ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ). Ele provin din arderea combustibililor fosili, de la motoarele autovehiculelor, din diferite activități industriale și chiar din emanațiile vulcanice.

### **Gazele cu efect de seră**

Prin efect de seră se înțelege schimbarea temperaturii unei planete datorită faptului că are o atmosferă ce conține gaze care au capacitatea de a absorbi și emite radiația solară infraroșie. Unele gaze prezente în atmosfera Terrei asigură echilibrul dintre energia pe care o primește de la Soare și cea pe care o pierde. Astfel, o parte din radiația infraroșie incidentă reflectată de suprafața Pământului este absorbită de aceste gaze, care o emit apoi în toate direcțiile, inclusiv către suprafața Pământului, încălzind-o. Aceste gaze, cunoscute ca „**gaze de seră**” au permis Pământului să fie mai cald cu  $33^{\circ}\text{C}$  decât ar fi fost în absența atmosferei (de la  $-18^{\circ}\text{C}$  la  $+15^{\circ}\text{C}$ ), **efectul de seră natural** făcând astfel posibilă existența vieții.

**Efectul de seră accentuat de activități umane** (arderea combustibililor fosili, a lemnului și a deșeurilor, diferite procese industriale, utilizarea fertilizanților chimici în agricultură, transportul, creșterea animalelor etc.), care au determinat creșterea concentrației gazelor cu efect de seră, a făcut ca o cantitate suplimentară de radiații infraroșii să fie redirectionată către suprafața Pământului și absorbită în troposferă care se încălzește suplimentar ducând la alterarea echilibrului radiativ al Pământului. În timp ce straturile superioare (peste 25 Km până la 70 Km) suferă un proces de răcire, are loc creșterea temperaturii medii globale la suprafața Pământului și creșterea nivelului oceanului planetar. Gazele cu efect de seră (dioxidul de carbon, metanul, protoxidul de azot, hidrofluorocarburi, perfluorocarburi, hexafluorura de sulf) care reprezintă mai puțin de 1% din volumul total de gaze din atmosferă sunt gaze naturale sau sintetice care ajung în atmosferă prin emisii sau sunt produse în urma unor reacții chimice.

### **Dioxidul de carbon (CO<sub>2</sub>)**

Este un gaz incolor, inodor, utilizat de plante în procesul de fotosinteză și eliminat de plante, animale și microorganisme prin procesul de respirație. Rezultă și din acțiunea apei acidifiata asupra rocilor calcaroase, din emisiile vulcanilor activi (peste 40 % din gazele emise, între 130 și 250 de milioane de tone anual), din alte procese geotermale (geyserele, izvoarele fierbinți).

Dioxidul de carbon industrial rezultă din arderea combustibililor fosili (circa 75% din emisiile antropogene de CO<sub>2</sub> în atmosferă în ultimii 20 de ani), din arderea lemnului și a altor materiale vegetale, din procese chimice de fermentație a zahărului pentru producerea băuturilor alcoolice, din descompunerea termică a carbonatului de calciu, din conversia metanului în CO<sub>2</sub>. Defrișarea pădurilor și eroziunea solurilor contribuie de asemenea la creșterea concentrației CO<sub>2</sub>. La nivel global sunt emise anual 22,52 miliarde de tone de CO<sub>2</sub>, pentru 64% dintre aceste emisii fiind responsabile 10 state (SUA, China, Rusia, Japonia, India, Germania, Marea Britanie, Canada, Italia, Franța). Emisiile antropogene de CO<sub>2</sub> sunt de peste 130 de ori mai mari decât cele datorate vulcanilor.

CO<sub>2</sub> este prezent în atmosfera terestră în concentrație medie de 391 ppm per volum sau 591 ppm per masă (valori din aprilie 2010). Concentrația variază în funcție de sezon și de loc, fiind mai mare în ecosistemele urbane și în încăperi. Masa totală a CO<sub>2</sub> atmosferic este  $3,16 \times 10^{15}$  kg (circa 3.000 gigatone). Din 1750 până în 2003, concentrația CO<sub>2</sub> în atmosferă a crescut cu circa 32 % (de la 280 la 376 părți per milion), în principal datorită utilizării combustibililor fosili și schimbărilor în

utilizarea terenurilor. Circa 60 % din această creștere a avut loc după 1959 (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

CO<sub>2</sub> este cel mai important gaz cu efect de seră care absoarbe puternic radiațiile infraroșii (cu o pondere de circa 50% din efectul de seră antropogen). Fitoplanctonul oceanelor și plantele (arborii) preiau CO<sub>2</sub> atmosferic și îl fixează în biomasă (1-2 gigatone anual, aproximativ 20% din emisiile combustibililor fosili), reducând efectul de seră.

#### **Gazul metan (CH<sub>4</sub>)**

Metanul este un gaz care se găsește în stare naturală și se formează prin descompunerea bacteriană a materiei organice în condiții anaerobe. Până în 1970 nu se cunoștea impactul său asupra climatului, iar în 1976 s-a demonstrat că este un gaz cu efect de seră. Din 1750, concentrația de gaz metan din atmosferă a crescut cu 151%, fiind în continuă creștere.

Principalele surse de emisie a metanului în atmosferă sunt: 32% din descompunerea bacteriană a materiei organice în condiții anaerobe (fermentație anaerobă), 21% din metanul fosil, 16% produs de rumegătoare, 12% din deșeurile umane, 10% din oxidarea incompletă a biomasei vegetale, 4% din sedimentele oceanice. Principalele surse antropogene sunt reprezentate de câmpurile de orez, creșterea animalelor, gropile de gunoi, exploatarea și transportul gazelor naturale, minele de cărbuni.

Emisiile prin fermentație anaerobă au loc în zonele umede naturale și artificiale, puțin oxigenate cum ar fi orezăriile și barajele hidroelectrice, în estuarele distrofe și alte zone de acumulare de poluanți organici, mlaștinile, mangrovele tropicale etc. Metanul este principalul constituent al "biogazului" rezultat din fermentația materiilor organice animale sau vegetale în lipsa oxigenului, fiind produs de bacteriile metanogene care trăiesc în mediile anaerobe. Peste 50% din apele de suprafață și peste 80% din apele de profunzime prezintă o rată mare de metan. Metanul fosil reprezintă 90% din "gazul natural" (care scapă în atmosferă în timpul extragerii, transportului, distribuției), dar este prezent și în filioanele de cărbuni din care se eliberează în timpul extracției (amestecul de metan și aer dând „gazul grizu”). Metanul fosil și în mică măsură biogazul se utilizează drept combustibil. Rumegătoarele produc metan în urma digestiei incomplete a hranei (bacteriile din stomacul unei vaci produc zilnic 100-500 de litri).

Metan rezultă din fermentarea deșeurilor umane, din oxidarea incompletă a biomasei vegetale (descompunerea organică a frunzelor moarte din litieră, acumulate în apă, fermentația nămolurilor bogate în materie organică) și din activitatea unor specii de termite. Sedimentele organice sunt reprezentate de hidrați care conțin metan (clatrați) și de anumite soluri din

tundra siberiană și canadiană, care emit metan când crește temperatura. În solul permanent înghețat din regiunile polare (numit permafrost sau pergélisol, care ocupă 25 de milioane de km<sup>2</sup>, deci circa 20% din suprafața mondială) sunt stocate mari cantități de dioxid de carbon și metan (ce provin din depozitele de plante acumulate înainte de ultimele perioade glaciare), gaze ce pot fi eliberate în cazul creșterii temperaturii, accentuând efectul de seră.

În atmosferă, metanul contribuie direct la efectul de seră (absorbind o parte din radiațiile infraroșii emise de Terra și împiedicând astfel reflectarea lor în spațiu), dar și indirect (diminuând capacitatea atmosferei de a oxida alte gaze cu efect de seră, cum sunt freonii precum și prin mărirea cantității de CO<sub>2</sub> când este utilizat drept combustibil). Emisia de metan la nivel global este de 500 Mt/an, trei sferturi din această cantitate având origine antropică. Metanul este responsabil de circa 20 % din încălzirea climatică medie înregistrată de la începutul revoluției industriale, influența sa asupra climatului fiind mai puțin importantă decât a dioxidului de carbon și freonului.

### **Protoxidul de azot (N<sub>2</sub>O)**

Prezent în cantități foarte mici în atmosferă (circa 0.000003%) N<sub>2</sub>O, un gaz incolor, neinflamabil, și-a mărit cantitatea cu circa 0,3% anual, ca rezultat al unor activități umane, astfel că față de anul 1750, nivelul său atmosferic a crescut cu peste 20 %. Sursele antropogene de N<sub>2</sub>O (30% din total) provin din degradarea fertilizanților chimici utilizați în agricultură (de unde ajung în apele curgătoare), din unele industrii, din motoarele autovehiculelor, din tratarea apelor uzate, din arderea biomasei. În mod natural se produce în sol, în mări și oceane (90% din sursele naturale de N<sub>2</sub>O) prin procese de denitrificare și nitrificare bacteriană. O moleculă de N<sub>2</sub>O are un efect de seră de 200-300 de ori mai mare comparativ cu CO<sub>2</sub>.

### **Hexafluorura de sulf (SF<sub>6</sub>)**

Este un gaz incolor, inodor, netoxic și neinflamabil produs în cantitate de circa 8.000 de tone anual, 6.000 fiind folosite ca mediu gazos dielectric în industria electronică, la instalațiile de înaltă tensiune din industria grea, ca gaz de umplere la geamurile cu izolare fonică, la anvelopele automobilelor și la sistemele radar etc. Este gazul cu cel mai înalt potențial de producere a efectului de seră, o tonă poluând atmosfera cât circa 23.900 de tone de CO<sub>2</sub>. Conform Grupului Interguvernamental pentru Schimbări Climatice, pe o perioadă de 100 de ani, SF<sub>6</sub> are un potențial de încălzire globală de 22.800 de ori mai mare decât CO<sub>2</sub> și fiind foarte stabil poate persista în atmosferă un timp îndelungat (800-3.200 de ani).

### **Hydrocarburile halogenate (fluorurate și clorurate)**

Clorofluorocarbonii sunt compuși organici volatili care conțin carbon, clor și fluor. Sunt clorofluorocarboni numiți freoni (CFCs, derivați din metan și etan), hidroclorofluorocarboni (HCFCs, derivați din metan și etan care conțin și hidrogen) și hidrofluorocarbonii (HFC's, derivați din metan, etan, propan și butan), compuși care au diferite denumiri comerciale (Algofrene, Arcton, Asahiflon, Daiflon, Eskimon, FCC, Flon, Flugene, Forane, Fridohna, Frigen, Frigedohn, Genetron, Isceon, Isotron, Kaiser, Kaltron, Khladon, Ledon, Racon, Ucon). Sunt și bromofluorocarboni, bromoclorofluorocarboni numiți haloni, cu formulări similare cu clorofluorocarbonii și hidroclorofluorocarboni, dar care conțin și brom.

Clorofluorocarbonii produși pentru prima dată în 1900 și fabricați la scară industrială începând din 1930 ca agenți de răcire sunt folosiți în sistemele de răcire ale frigiderelor, congelatoarelor și aparatelor de aer condiționat (domestice, comerciale și ale automobilelor), ca propulsori în spray-uri, ca solvenți și produse de spălare a materialelor plastice, a materialelor și componentelor electronice, ca agenți de spumare pentru spume industriale, în medicină ("halotanul" 2-bromo-2-chloro-1,1,1-trifluoroethane utilizat ca anestezic).

Protocolul de la Kyoto, negociat în 1997, a impus unui număr de 37 de țări industrializate să își reducă emisiile de dioxid de carbon (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>), protoxid de azot (N<sub>2</sub>O), hidrofluorcarburi (HFCS), perfluorcarburi (PFCS) și hexafluorura de sulf (SF<sub>6</sub>), gaze cu efect de seră responsabile de încălzirea climei. Grupul Interguvernamental pentru Schimbări Climatice a recomandat extinderea Protocolului la doi noi compuși, triflorura de azot (NF<sub>3</sub>), folosită în industria electronică, la producerea ecranelor de tip LCD și florura de sulfură (SO<sub>2</sub>F<sub>2</sub>), ca insecticid, care deși sunt în concentrații mici în atmosferă, au un potențial ridicat de producere a efectului de seră (la florura de sulfură efectul este de 4.800 de ori mai mare decât cel al dioxidului de carbon).

### **Deteriorarea stratului de ozon**

Ozonul (O<sub>3</sub>), forma alotropică a oxigenului (O<sub>2</sub>), este un gaz toxic de culoare albăstruie (în strat gros), cu miros specific, iritant, prezent în troposferă și în stratosferă (unde are o concentrație maximă la aproximativ 30 Km înălțime, și poartă numele de "pătură de ozon"). În 1983, oamenii de știință ce efectuau studii asupra Antarcticii, au descoperit o zonă în care concentrația de ozon era mai mică cu 30-40 % decât în mod normal. Date satelitare recente au indicat o rarefiere a stratului de ozon și la Cercul Polar de Nord, deasupra Europei.



Încă din 1974 s-a descoperit că ozonul stratosferic este afectat de clorofenocarboni (CFC) și de alte substanțe chimice. Marele dezavantaj al clorofenocarbonilor îl constituie faptul că urcă în straturile superioare ale atmosferei unde sunt descompuși de către radiațiile ultraviolete, iar radicalul Cl eliberat este foarte agresiv chimic. El se atașază unei molecule de ozon, se leagă de unul din atomii de oxigen ai acesteia lăsând liber atomul de oxigen. Acesta se atașază altei molecule de ozon sau unui alt atom de oxigen, astfel că din două molecule de ozon se formează trei molecule de oxigen. Compusul clor-oxigen este instabil chimic și se desface repede. Radicalul Cl rămâne în atmosfera superioară unde catalizează conversia ozonului în oxigen, continuând acțiunea de distrugere pe o perioadă de peste 100 de ani, timp în care distruge mai mult de 100.000 de milioane de molecule de ozon.

Cum ozonul absoarbe radiațiile ultraviolete, transformarea lui în oxigen permite unei cantități mai mari din aceste radiații să ajungă la suprafața Pământului. Rolul ozonului stratosferic este esențial pentru menținerea vieții, el constituind un ecran pentru razele solare ultraviolete, dintre care cele mai periculoase sunt ultravioletele B. La oameni produc arsuri grave în zonele expuse la soare, scăderea eficienței sistemului imunitar, ceea ce duce la creșterea semnificativă a procentului de infecții și cancer al pielii, a procentului de cataracte și orbire. La plante s-a constatat o reducere a dimensiunilor frunzelor, o vulnerabilitate față de dăunători și boli. Asupra vieții marine are efect îndeosebi asupra planctonului, ceea ce duce la scăderea numărului animalelor planctonofage, a peștilor răpitori și păsărilor ihtiofage.

#### **Ploile acide (depunerile acide)**

Ceea ce a fost denumit "ploi acide" (de către Robert Angus Smith încă în 1870) ar trebui să se numească "depuneri acide" pentru că se referă la depuneri umede (ploaie, zăpadă, lapoviță, ceață, rouă) și depuneri uscate (gaze și particule acidifiante) care sunt responsabile de 20-60 % din totalul depunerilor acide.

Acidifierea este produsă de o serie de gaze care provin din surse naturale și antropice. Sursele naturale sunt emisiile vulcanice, activitatea bacteriilor din sol, oxizi de azot produși prin anumite forme de descompuneri biologice terestre sau emiși de oceane, din arderea pădurilor etc. Sursele antropice sunt: SO<sub>2</sub> și NO<sub>x</sub> (rezultați din arderea combustibililor fosili, circulația automobilelor, diferite industrii, care cu picăturile de apă din nori produc acizii sulfuric și azotic); acidul clorhidric (rezultat îndeosebi din incinerarea unor materiale plastice); CO<sub>2</sub> care dizolvat în apă produce

acidul carbonic; amoniacul generat prin activități agricole; acidul fluorhidric etc.

Efectele ploilor acide sunt mai intense asupra solului din zonele montane (unde solurile sunt și așa mai sărace în elemente minerale) și asupra solurilor nisipoase. Depunerile acide afectează toate categoriile de ecosisteme acvatice, deci toate componentele florei și faunei acvatice, efectul cel mai puternic fiind însă asupra lacurilor (producând “moartea lacurilor”). Toate speciile vegetale sunt afectate prin mai multe mecanisme, mai importante fiind diminuarea absorbției nutrienților datorită spălării elementelor minerale din sol, prin perturbarea procesului de fotosinteză datorită descompunerii clorofilei. Însușirea acestor efecte duce la îngălbenirea, înroșirea, necrozarea și căderea frunzelor, scăderea rezistenței față de atacul microorganismelor și al insectelor fitofage și în ultimă instanță moartea plantelor. Sunt puternic afectați arborii și arbuștii (“moartea pădurilor”), cele mai afectate fiind coniferele, deoarece își păstrează frunzele, fiind expuse efectului ploilor acide tot timpul anului, dar și prin faptul că fiind situate la altitudini mai mari sunt mai expuse norilor încărcăți cu picături acide. În cazul animalelor, efectul acidifierii apei este direct și mai puternic asupra speciilor acvatice, pe când la cele terestre efectul este direct pentru speciile care își duc viața în sol și indirect pentru celelalte, care resimt efectul prin intermediul hranei, mai accentuat la fitofagi. La toate animalele, apa acidifiată atacă tegumentul, cuticula, mucoasele, organele respiratorii. Efectele directe și indirecte asupra tuturor organismelor se extind în cascadă la nivelul rețelelor trofice, ducând la reducerea diversității biologice. Depunerile acide afectează clădirile și alte construcții urbane, monumentele istorice, suprafețele metalice, stâncile.

### **Smogului fotochimic**

Smogul (din engleză, smoke = fum + fog = ceață), este un termen dat în 1905 de Henry Antoine Des Voeux în lucrarea “Fog and Smoke,” pentru a desemna amestecul de fum și ceață ce apărea periodic în Londra și alte orașe mari din Europa, poluând atmosfera și diminuând vizibilitatea.

**Smogul clasic** rezultă din condensarea vaporilor de apă din ceață pe particulele în suspensie din atmosferă, în prezența ozonului troposferic. Fumul rezultă în mare măsură din arderea combustibililor fosili și conține dioxid de sulf, praf pe care se condensează vaporii de apă din ceață. Există și cauze naturale (erupțiile vulcanice care emit cantități mari de dioxid de sulf.) care produc fenomene asemănătoare smogului, numite “vog”.

**Smogul fotochimic** este un alt tip de smog detectat în 1950, rezultat din reacțiile chimice ale unei mixturi de substanțe chimice sub acțiunea radiației solare. Mixtura de agenți poluanți formează particule în suspensie

alcătuite din aldehide, oxizi de azot (îndeosebi dioxidul de azot), peroxyacyl nitrați (PAN), ozon troposferic, compuși organici volatili, metale (Pb, Br, Bo), substanțe foarte reactive care se oxidează sub acțiunea radiațiilor solare dând naștere la poluanți secundari, care se combină cu emisiile primare. Oxizii de azot rezultă din arderea combustibililor fosili în industria modernă, din emisiile motoarelor cu combustie internă ale autovehiculelor (resturi de hidrocarburi incomplet arse). Compușii organici volatili rezultă din petrol, din prepararea de vopsele, solvenți, pesticide și din unele surse biogene cum ar fi emisiile unor arbori (pini, citrice).

Smogul fotochimic este prezent în toate marile orașe moderne, îndeosebi din zone cu climat călduros și secetos și cu un număr mare de autovehicule, dar poate fi dus de vânt și în alte zone. Din compoziția smogului, pentru sănătatea umană sunt periculoși îndeosebi ozonul, dioxidul de sulf, dioxidul de azot, monoxidul de carbon. Sunt afectați mai ales copiii, persoanele vârstnice, cele cu probleme cardiace și pulmonare.

Episoade severe de smog au avut loc în secolele XIX și XX. Din cauza Marelui Smog din 1952 din Londra în patru zile au decedat circa 4.000 de persoane și 8.000 în următoarele săptămâni și luni. Incidente cu numeroase decese au avut loc și în SUA, la New York și Los Angeles, în 1948, 1953, 1954, 1963, 1966. Incendierea câmpurilor și a pădurilor face ca smogul să fie un fenomen obișnuit și în sudul Asiei (Indonezia, Sumatra, Kalimantan, Philippine, Malaysia etc.).

Smogul afectează toate categoriile de organisme. La plante este diminuată eficiența procesului de fotosinteză, iar ozonul troposferic pătrunde în frunze prin stomate, atacă țesurile, intensifică procesele oxidative, epuizând rezervele de hrană ale plantelor.

O serie de metale ajunse în atmosferă (Pb, Hg, Zn, Cu, Cd, Mg, Mn, Mo etc.) sunt toxice. Plumbul (Pb), rezultă din arderile motoarelor autovehiculelor (fiind adăugat în benzină ca moderator de explozie) și din întreprinderi industriale. Mercurul (Hg) provine din arderea combustibililor fosili (circa 5.000 de tone anual) și din prelucrarea minereului numit cinabru (circa 10.000 de tone). Ca metal lichid, se poate evapora, poluând aerul, apa și solul.

**Poluarea chimică a solului** se face cu pesticide, fertilizanți agricoli, diferite substanțe chimice rezultate în anumite procese industriale.

Pesticidele sunt substanțe toxice utilizate împotriva diferitelor categorii de organisme considerate dăunătoare. După categoria de dăunători împotriva cărora se utilizează ele pot fi: insecticide (insecte), moluscocide (limacși, melci de livadă), nematocide (nematode), rodenticide, raticide

(rozătoare), fungicide (ciuperci sau fungi), ierbicide (buruieni), algicide (alge) etc.

Fertilizanții agricoli sunt substanțe chimice pe bază de azot, fosfor, potasiu, folosite pentru îmbogățirea solului în elemente minerale necesare plantelor.

**Poluarea chimică** a apei are ca surse depunerile acide, îngrășămintele chimice sau organice, petrolul, diferite substanțe chimice deversate de întreprinderi industriale și complexe zootehnice. Depunerile acide duc la acidifierea apei, cu moartea organismelor acvatice (“moartea lacurilor”). Diferite substanțe chimice (din întreprinderi industriale, din apa de ploaie ce spală îngrășămintele agricole din sol) sau organice (apele din sistemele de canalizare, din complexele zootehnice) produc înmulțirea exagerată a algelor, numită “înflorirea apelor” sau eutrofizare. Acest proces duce la scăderea cantității de oxigen din apă (prin consumarea acestuia în procesul de descompunere a algelor), la moartea animalelor acvatice, la înmulțirea unor bacterii ce produc hidrogen sulfurat. Poluarea apei cu petrol se face mai ales în urma accidentelor petrolierelor, a curățirii acestora (“debalastări”), dar și cu petrol din sonde, rafinării.

**Poluarea fizică** poate fi poluare termică, sonoră și radioactivă.

**Poluarea termică** afectează mai ales apele și are ca surse apa de răcire de la centralele termoelectrice sau atomoelectrice, din diferite industrii. Apa caldă generează un gradient termic; astfel că iarna apa nu îngheață și numeroase specii rămân active, iar vara temperatura este mai mare cu 10-15<sup>0</sup>C, depășind limitele de toleranță ale organismelor ceea ce duce la schimbarea structurii biocenozelor. Este inhibată fotosinteza; se produc fenomene de anoxie; are loc mortalitatea zooplanctonului și a peștilor, scurtarea ciclurilor biologice, micșorarea dimensiunii și a biomasei indivizilor. Se modifică deci structura biotopului și funcționarea biocenozei, deci structura ecosistemului, dar și corelațiile cu ecosistemele adiacente.

**Poluarea sonoră** este îndeosebi rezultatul industrializării, urbanizării, intensificării circulației aeriene, rutiere, executării unor construcții etc. Cele mai importante surse de poluare fonică sunt automobilele, trenurile, avioanele, dar și echipamentele de construcție și cele din fabrici, unele aparate casnice, instrumente muzicale și jucării. Muzica atunci când este ascultată la volum ridicat în căști poate afecta urechea internă. În zonele neantropizate, intensitatea normală a sunetelor este de circa 35 de decibeli. O convorbire are până la 65 - 70 de decibeli, iar

traficul generează sunete de până la 90 de decibeli. La intensitatea de 120-140 de decibeli, sunetul devine nociv pentru oameni.

Chiar și mărilor și oceanelor suferă de pe urma poluării sonore. Operațiuni de exploatare a resurselor aflate pe malul mărilor sau oceanelor, motoarele navelor mari produc sunete puternice care sunt amplificate de apă. Sonarele, folosite pentru depistarea submarinelor sau pentru determinarea adâncimii apei, funcționează pe frecvențe joase care nu sunt recepționate de om dar afectează animalele marine (balenele și delfinii), care folosesc propriul sonar pentru a depista hrana și pentru a se deplasa.

### **Poluarea radioactivă**

Radioactivitatea reprezintă proprietatea izotopilor unor elemente chimice de a emite spontan masă (particule alfa și beta) și energie (radiații gamma). Acești izotopi se numesc izotopi radioactivi sau radioizotopi, radionuclizi, iar radiația emisă de ei, radiație ionizantă. Timpul de înjumătățire a principalelor radioelemente este foarte mare: pentru Uraniu 238 este  $4,5 \cdot 10^9$  ani, pentru Radium 226 este de 1.622 de ani, pentru Thorium 232 este de  $1,4 \cdot 10^{10}$  ani, iar pentru Potasiu 40 este de  $1,2 \cdot 10^9$  ani. Radionuclizii sunt naturali și artificiali.

**Radionuclizii naturali** sunt aduși la suprafață din straturile scoarței terestre prin minerit, arderea cărbunilor, rocile fosfatice necesare producerii îngrășămintelor, apele de zăcământ de la exploatarea petrolului, apele geotermale, unele materiale de construcție.

**Radionuclizii artificiali** sunt produși fie prin activitatea altor nuclizi, fie în urma reacțiilor de fisiune sau de fuziune. Sursele principale de producere a radionuclizilor artificiali sunt: exploziile nucleare efectuate în atmosferă și în subteran (pentru perfecționarea armelor nucleare sau în scop pașnic), accidentele nucleare de la uzinele atomoelectrice și utilizarea radionuclizilor în diferite domenii ale științei și tehnicii (reactori nucleari experimentali și reactori energetici). **Reactorii nucleari experimentali**, de cercetare, sunt utilizați ca trasori radioactivi în medicină pentru diagnostic și tratament, în agricultură, hidrologie, industrie, cu putere mică și influență redusă asupra mediului, atât la funcționarea normală cât și la avarie. **Reactorii energetici**, cu putere medie sau mare au influență redusă asupra mediului în funcționare normală, dar influență mare în caz de avarie. Combustibilul nuclear necesar pentru funcționarea reactorilor este obținut prin extracția și prelucrarea *minereului uranifer*. După conversia în material combustibil nuclear și producția de energie în reactor, materialele fisionabile reconvertibile sunt reprocesate, iar deșeurile radioactive sunt depozitate.

Radionuclizii pot contamina hidrosfera, atmosfera, litosfera și biosfera. Pătrunși în organismele vii, unii radionuclizi (H-3, C-14, Fe-59) au o

metabolizare identică cu a elementelor chimice cărora le aparțin, alții au o metabolizare relativ asemănătoare cu a unor elemente chimice cu care au proprietăți chimice apropiate (Cs-137, Cs-134 asemănător cu K; Sr-89, Sr-90 cu Ca etc.), iar alții (Pu-239, Pu-141, Ce-144 etc.) au o metabolizare redusă, nespecifică, cu posibilități de eliminare rapidă din organism.

Contaminarea plantelor și a animalelor cu radionuclizi se face prin absorbția din aer sau din apă la nivelul suprafețelor biologice (membrana celulelor, suprafața rădăcinilor, tulpinilor, frunzelor, florilor și fructelor la macrofite, tegument la unele animale, tegument și traheobranhii la insecte, branhii la pești, plămâni la reptile, păsări, mamifere etc.) și prin ingestia de hrană și apă contaminate.

În ecosistemele acvatice radionuclizii sunt preluați de plantele submerse prin cuticulă, de animale prin branhii, prin ingestie și mai puțin prin tegument. În ecosistemele terestre, naturale sau antropizate, radionuclizii preluați de plante sunt transmiși consumatorilor primari și de la aceștia circulă în lungul lanțurilor trofice. La om radionuclizii din aer, apă sau sol pătrund pe cale respiratorie, prin inhalarea aerosolilor încărcăți radioactiv din atmosferă, pe cale digestivă, prin ingestia de apă și hrană contaminate și pe cale cutanată, prin tegument. În funcție de doză, radionuclizii produc leziuni cutanate, oculare, manifestări gastrointestinale, hematologice, neuropsihice, sterilitate temporară sau definitivă, neoplasme, malformații congenitale la descendenți, moarte. După moarte, animalele și plantele cedează radionuclizii, care reintră în circuitul materiei prin intermediul detritofagilor și al descompunătorilor.

**Poluarea biologică** presupune pătrunderea în apă, aer, sol, a unor microorganisme patogene (bacterii, ciuperci), a chiștilor de protozoare, ouălor sau larvelor de viermi paraziți care produc boli la om și animale de interes economic.

### **Convenții, summit-uri, protocoale, organisme și organizații internaționale ce reglementează aspecte ale impactului antropic**

**Convenția Ramsar** (Convenția asupra Zonelor Umede), semnată la Ramsar (Iran) a fost adoptată în 1971 sub egida UNESCO și a fost amendată prin Protocolul de la Paris încheiat în 1982. Se referă la zone umede de importanță internațională în special ca habitat al păsărilor acvatice.

**Convenția de la Washington (CITES)** adoptată în 1973 la care au aderat 120 de state, cu scopul de a asigura perpetuarea speciilor periclitate, reglementează comercializarea lor, ținerea în captivitate ca animale de agrement (papagali, maimuțe etc.) sau ca plante ornamentale (cactuși,

orhidee etc.), capturarea și uciderea pentru obținerea unor produse (șerpilor și crocodilii pentru piele, felinele pentru blană, elefanții pentru fildeș etc.). Sub incidența convenției intră 35.000 de specii periclitare din cauza exploatării lor.

**Convenția de la Bonn** adoptată în 1979, reglementare valabilă pe plan mondial, se referă la speciile de animale sălbatice migratoare. Anexele convenției conțin lista speciilor periclitare pe o parte sau pe tot arealul lor, lista speciilor cu un statut nefavorabil de ocrotire și pentru protejarea cărora este necesară elaborarea convențiilor internaționale.

**Convenția de la Berna** (Convenția privind Conservarea Vieții Sălbatice și a Habitadelor Naturale din Europa, adoptată la Berna, în Elveția, în 1979) care a intrat în vigoare în 1982, are ca scop asigurarea conservării și protecției speciilor de plante și animale sălbatice și a habitatelor lor naturale. Convenția a impus obligativitatea protecției unui număr de peste 500 de specii de plante sălbatice și 1.000 de specii de animale. Pentru implementarea Convenției de la Berna în Europa, Consiliul Europei a adoptat Directiva Păsări 79/409 din 1979 referitoare la Conservarea speciilor de păsări care se găsesc în mod natural în sălbăticie pe teritoriul european al statelor membre și Directiva Habitate 92/43/EEC din 1992, pentru Conservarea habitatelor naturale, a faunei și florei sălbatice și a susținut stabilirea unei rețele Europene de arii protejate ("Natura 2000"). Principalele obiective ale Directivei Păsări sunt protecția, managementul și controlul acestor specii și stabilirea regulilor pentru conservarea lor. Această directivă se aplică în cazul păsărilor, ouălor, cuiburilor și habitatelor lor. Directiva Habitate promovează menținerea biodiversității prin solicitarea statelor membre să ia măsuri de menținerea și restaurarea a 220 de habitate naturale și a aproximativ 1.000 de specii sălbatice cuprinse în Anexele Directivei. "Rețeaua Natura 2000" de arii protejate pusă la punct de Uniunea Europeană în 1992 se bazează pe Directiva Păsări și Directiva Habitate.

**Protocolul de la Montreal asupra substanțelor care distrug stratul de ozon**, semnat în 1987, intrat în vigoare în 1989 și ratificat de 196 de state (urmat de revizii la Londra, Nairobi, Copenhaga, Bangkok, Viena, Montreal, Beijing), prevedea reducerea consumului de clorofenocarboni cu 5 % până în 1999, iar prin Amendamentul de la Londra, cu 100 % în anul 2000. Ca urmare a măsurilor luate, concentrațiile de hidrocarburi halogenate nu au mai crescut, din 1996 aflându-se chiar pe o pantă descendentă. Nu s-a pus însă în discuție și protoxidul de azot, care s-a dovedit ulterior a fi principalul gaz ce distruge stratul de ozon.

**Summit-ul Națiunilor Unite de la Rio (Earth Summit)**, din Brazilia, a adoptat în 1992 Declarația de la Rio asupra Mediului și

Dezvoltării, Agenda 21 (plan global de acțiune pentru dezvoltare durabilă), Convenția asupra Diversității Biologice, Principiile Forest, Convenția *Framework* asupra Schimbărilor Climatice. **Convenția de la Rio** are ca scop protecția biodiversității, folosirea durabilă a resurselor de mediu, împărțirea judicioasă a avantajelor obținute din folosirea resurselor genetice, asigurarea resurselor financiare necesare.

**Convenția pentru combaterea deșertificării** (“Convenția Națiunilor Unite pentru Combaterea Deșertificării în țările Expuse unei Secete Serioase și/sau Deșertificării, în mod deosebit din Africa”) a fost adoptat în 1994 și a intrat în vigoare în 1996. Convenția a stabilit o rețea pentru programe naționale, subregionale și regionale pentru a înregistra degradarea zonelor secetoase, incluzând pășunile semiaride și deșerturile.

**Protocolul de la Kyoto** (Japonia) adoptat în 1997 și intrat în vigoare în 2005, a fost semnat și ratificat de 191 de state (în 2010). Conform Protocolului trebuie redusă emisia a patru gaze de seră (dioxid de carbon, metan, protoxidul de azot, hexafluorura de sulf) și a două grupe de gaze (hidrofluorocarboni și perfluorocarboni). Pentru 37 de țări industrializate și Uniunea Europeană, acordul prevede o reducere a emisiilor poluante cu 5,2% în perioada 2008-2012 în comparație cu valorile din 1990.

**Summit-ul de la Johannesburg** (Africa de Sud) din 2002 asupra Dezvoltării Durabile (cunoscut și ca Rio+10) a avut loc la 30 de ani de la Conferința Națiunilor Unite de la Stockholm (Suedia) și la 10 ani de la Conferința Națiunilor Unite asupra Mediului și Dezvoltării (Earth Summit), de la Rio. Summitul a avut misiunea de a atrage atenția asupra și a orienta acțiunile pentru îmbunătățirea vieții oamenilor și conservării resurselor naturale, într-o lume în care are loc creșterea populației, a necesităților pentru hrană, apă, adăpost, salubritate, energie, servicii medicale și securitate economică.

**Organisme și organizații internaționale care se ocupă de conservarea biodiversității:** Uniunea Internațională pentru Conservarea Naturii și a Resurselor sale (U.I.C.N.), Organizația pentru Educație, Știință și Cultură a Națiunilor Unite (U.N.E.S.C.O.), Fondul Mondial de Ocrotire a Naturii (W.W.F.), Consiliul Internațional pentru Ocrotirea Păsărilor (C.I.P.O.), Comisia Internațională a Parcurilor Naționale, Federația Internațională a Tineretului pentru Studiul și Conservarea Naturii (I.Y.F.), Centrul Regional de Protecția Mediului pentru Europa Centrală și de Est (R.E.C.), Consorțiul Parteneriatului de Mediu pentru Europa Centrală, Greenpeace etc.



## BIBLIOGRAFIE

1. CEBALLOS G., GARCÍA A., EHRLICH P. R., 2010, *The Sixth Extinction Crisis Loss of Animal Populations and Species*, Journal of Cosmology, 8: 1821-1831.
2. CHAPMAN A., 2006, *Numbers of Living Species in Australia and the World*. Report for the Department of the Environment and Heritage, Canberra, Australia. Available from: [environment.gov.au/biodiversity/abrs/publications/other/species-numbers/](http://www.environment.gov.au/biodiversity/abrs/publications/other/species-numbers/). HYPERLINK "http://www" <http://www>. (updated April 2007)
3. EHRLICH P. R., WILSON E.O., 1991, Biodiversity studies: Science and policy. *Science*, 253, 758-762.
4. ERWIN T. L., 1982, *Tropical forests: their richness in Coleoptera and other arthropod species.*, *Coleopterists Bulletin*, 36: 74-75.
5. GENOVESI P., SHINE C., 2003, *European Strategy on Invasive Alien Species*, Council of Europe, Strasbourg, France.
6. HULME P. E., 2007, *Biological Invasions in Europe: Drivers, Pressures, States, Impacts and Responses*, *Environmental Science and Technology*, **25**: 56-80.
7. KANDJI S. T., VERCHOT L., MACKENSEN J., 2006, *Climate Change and Variability in the Sahel Region: Impacts and Adaptation Strategies in the Agricultural Sector*, World Agroforestry Centre, Transforming lives and landscapes, UNEP.
8. KOH LIAN PIH, 2004, *Species Coextinctions and the Biodiversity Crisis*, *Science*, **305** (5690): 1632-1634
9. LEAKEY R., LEWIN R., 1997, *La sixième extinction*, *Evolution et catastrophes*, Edit. Flammarion, ISBN 2-08-210032-4
10. MCNEELEY J. A., MOONEY H. A., NEVILLE L. E., SCHEI P., WAAGE J. K., 2001, *A Global Strategy on Invasive Alien Species*, IUCN, Gland, Switzerland.
11. OLDEN J. D., LEROY POFF N., DOUGLAS M. R., DOUGLAS M. E., FAUSCH K. D., 2004, *Ecological and evolutionary consequences of biotic homogenization*, *Trends in Ecology & Evolution*, **19** (1): 18-24.
12. PYŠEK P., HULME PH. E., NENTWIG W, 2009, Glossary of the Main Technical Terms Used in the Handbook, DAISIE Handbook of Alien Species in Europe, 2009, Springer Science- Business Media B. V, Chapter 14, 375-378.

13. RAHBEEK C., COLWELL R. K., 2011, *Biodiversity: Species loss revisited*, Nature, **473**, 288-289 doi:10.1038/473288a.
14. REAKA-KUDLA MARJORIE L., 1997, *The global biodiversity of coral reefs: A comparison with rainforests*. In: Reaka-Kudla, M. L., D. E. Wilson, and E. O. Wilson (eds.), Biodiversity II, Chapter 7: Understanding and Protecting Our Natural Resources, 83-108. Joseph Henry/National Academy Press, Washington, D. C.
15. RÎȘNOVEANU GETA, TEODORESCU IRINA, 2009, *Invazia biologică și evoluția speciilor*, Volumul Conferinței Naționale de Ecologie” ECOLOGIE ȘI EVOLUȚIONISM: Origine, Dezvoltare și Perspective, Conferință dedicată sărbătoririi bicentenarului nașterii savantului britanic Charles Darwin – fondatorul Teoriei evoluției speciilor prin selecție naturală, pg. 21-30, Editura Ars Docendi, ISBN: 978-973 558 507 5.
16. TACKO S., JENS L., 2006, *Climate Change and Variability in the Sahel Region: Impacts and Adaptation Strategies in the Agricultural Sector*, World Agroforestry Centre, Transforming lives and landscapes, UNEP.
17. THOMAS C. D., CAMERON ALISON, GREEN R. E., BAKKENES M., BEAUMONT J. LINDA, COLLINGHAM C., YVONNE, ERASMUS B. F. N., FERREIRA DE SIQUEIRA M., GRAINGER A., HANNAH L., HUGHES L., HUNTLEY B., VAN JAARVELD A. S., MIDGLEY G. F., MILES L., ORTEGA-HUERTA M. A., PETERSON T., PHILLIPS O. L., WILLIAMS S. E. 2004, *Extinction risk from climate change*, Nature, **427**, 145-148. doi:10.1038/nature02121.
18. TEODORESCU IRINA, RÎȘNOVEANU GETA, TOMA DIANA, 2009, *Efectele modificărilor climatice globale asupra biodiversității și sănătății umane*, Natura, Biologie, Seria III, **51** (2): 35-51.
19. TEODORESCU IRINA, MANOLE T., IAMANDEI MARIA, VĂDINEANU A., 2005, *Main alien/invasive Nematoda and Acarina species in Romania*, Revue Roumaine de Biologie, serie Biologie animale, **49** (1-2):, 91-97.
20. TEODORESCU IRINA, MANOLE T., IAMANDEI MARIA, 2006, *Alien/invasive insect species in Romania*, Romanian Journal of Biology-Zoology, **51** (1-2): 43-61.
21. TEODORESCU IRINA, MATEI AURORA, 2010, *Native and alien arthropods in several greenhouses (Bucharest area)*, Romanian Journal of Biology-Zoology, **55** (1): 31–42.

22. TEODORESCU IRINA, 2009, *Avantajele și dezavantajele pătrunderii/introducerii speciilor străine (non indigene)*, Natura, Biologie, Seria III, **51** (1): 15-31.
23. VĂDINEANU A., 1998, *Dezvoltarea Durabilă*, Editura Universității din București.
24. \*\*\* *100 of the World's Worst Invasive Alien Species*, Global Invasive Species Database (<http://www.issg.org/database>)
25. \*\*\* Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats, Bern Convention Group of Experts on the Conservation of Invertebrates, National reports, Kongsvoll, Norway, (23-25 may 2008).
26. \*\*\* Recueil OEPP de réglementation phytosanitaire, 1998-2009
27. \*\*\* Bern Convention Group of Experts on Invasive Alien Species, Implementation of recommendations, National reports and Contributions on the Invasive Alien Species, Brijuni, Croatia (5-7 May 2009).
28. DAISIE Handbook of Alien Species in Europe, 2009, Springer Science- Business Media B. V.
29. <http://www.elwatan.com/Les-effets-de-l-urbanisation-dans> Les effets de l'urbanisation dans le monde.
30. <http://www.7sur7.be/7s7/fr/1742/Sciences/article/detail/1228001/2011/02/25/Le-degel-du-pergelisol-Une-bombe-a-retardement.dhtml>.
31. <http://gcmd.nasa.gov/Resources/FAQs/N2O.html>.
32. [http://objectifbrevet.free.fr/corriges/cor\\_the\\_cor01.htm](http://objectifbrevet.free.fr/corriges/cor_the_cor01.htm) Une capitale trop vite grandee 35000 habitants au km<sup>2</sup>: Le Caire étouffe.
33. <http://solveclimateneews.com/news/20110110/nitrous-oxide-greenhouse-gas-three-times-higher-rivers-ipcc-estimates>.
34. [http://unfccc.int/kyoto\\_protocol/items/2830.php](http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php).
35. <http://www.angelfire.com/mac/egmatthews/worldinfo/africa/sahel.html>.
36. <http://www.arkive.org/news/20091103-2009-iucn-red-list-of-threatened-species.html>.
37. <http://www.arkive.org/news/20101027-IUCN-study-confirms-vertebrate-extinction-crisis.html>.
38. [http://www.coe.int/t/dg4/cultureheritage/nature/bern/default\\_en.asp](http://www.coe.int/t/dg4/cultureheritage/nature/bern/default_en.asp)
39. <http://www.daisie.se/> DAISIE project.

40. <http://www.eden-foundation.org/project/desertif.html> Desertification - a threat to the Sahel 1994.
41. [http://www.eoearth.org/article/United\\_Nations\\_Conference\\_on\\_Environment\\_and\\_Development\\_\(UNCED\),\\_Rio\\_de\\_Janeiro,\\_Brazil](http://www.eoearth.org/article/United_Nations_Conference_on_Environment_and_Development_(UNCED),_Rio_de_Janeiro,_Brazil).
42. [http://www.eoearth.org/article/World\\_Summit\\_on\\_Sustainable\\_Development\\_\(WSSD\),\\_Johannesburg,\\_South\\_Africa](http://www.eoearth.org/article/World_Summit_on_Sustainable_Development_(WSSD),_Johannesburg,_South_Africa).
43. <http://www.epa.gov/nitrousoxide/sources.html>.
44. <http://www.global-greenhouse-warming.com/greenhouse-gas.html>.
45. <http://www.invasivespeciesinfo.gov/> *The Importance of Biodiversity*, National Invasive Species Information Center.
46. <http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-syr.htm> Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat-GIEC / Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC.
47. <http://www.iucnredlist.org/>. IUCN Red List of Threatened Species (IUCN 2008).
48. <http://www.iucnredlist.org/news/the-fight-against-invasives>.
49. [http://www.johannesburgsummit.org/html/basic\\_info/basicinfo.html](http://www.johannesburgsummit.org/html/basic_info/basicinfo.html).
50. [http://www.keepschool.com/cours-fiche-fiche\\_breal\\_1\\_urbanisation\\_dans\\_le\\_monde.html](http://www.keepschool.com/cours-fiche-fiche_breal_1_urbanisation_dans_le_monde.html) L'idée essentielle.
51. <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>.
52. <http://www.sustainable-scale.org/ConceptualFramework/UnderstandingScale/MeasuringScale/MillenniumEcosystemAssessment.aspx>.
53. <http://www.un.org/ecosocdev/geninfo/sustdev/desert.htm>.
54. <http://www.volubilis-feurs.com/maroc/desert-sahara.php>.
55. <http://www.worldsummit2002.org/index.htm?http://www.worldsummit2002.org/guide/unced.htm>.
56. IUCN Red List, <http://www.iucn.org/media/materials/releases/?4143/Extinction-crisis-continues-apace>.
57. IUCN, 2000, *Guidelines for the Prevention of Biodiversity Loss Caused by Alien Invasive Species*, IUCN, Gland, Switzerland.
58. Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC.
59. Millennium Ecosystem Assessment: Ecosystems and Human Well-being-A framework for assessment. <http://www.wri.org/publication/millennium-ecosystem-assessment-ecosystems-and-human-well-being-framework-assessmen>.

# EFECTELE DIRECTE ȘI INDIRECTE, SINERGICE, CUMULATIVE, PRINCIPALE ȘI SECUNDARE ALE DEȘEURILOR MENAJERE ASUPRA CAPITALULUI NATURAL

Mihaela (Rădeanu) STOICA<sup>2</sup>

**Abstract:** *The article deals with waste management according to the systemic ecology. The article argues that studies on integrated waste management for a city, county, region had a key role in developing a sustainable waste management. Their main purpose is to present waste flows and their management options. The case illustrates the fact that at present, given the new developments, objectives and directions in waste management, new technologies should be considered. Technological options that would achieve objectives and targets must be feasible for the characteristics of Romania and the region, to be not too complex in order to be easily implemented.*

**Cuvinte cheie:** *deșeu, sistem socio-economic, depozitare, reciclare, incinerare, dezvoltare durabilă.*

## Introducere

Organizarea structurală spațio-temporală și funcționarea sistemului socio-economic s-au modificat continuu în sensul extinderii spațiale și a creșterii complexității, a densității fluxurilor de materiale și energetice. Acest metabolism al sistemului socio-economic este asociat cu fenomene de transformare a fluxurilor de materiale și energetice și producere a deșeurilor.

Conceptul de dezvoltare durabilă are ca punct de plecare probleme economice, sociale, de protecția mediului și de dezvoltare instituțională. Aceste arii sunt recunoscute ca fiind interdependente și deci soluționarea unei probleme nu este suficientă, ci doar o profundă înțelegere a complexelor legături între ele poate aduce o rezolvare.

Pe de altă parte, abordarea dezvoltării durabile implică două obiective principale: calitatea capitalului natural (definită, în general ca o componentă a calității vieții) trebuie să fie durabilă și economia (definită ca ansamblul activităților antropice) trebuie să se dezvolte. Din aceste obiective

---

<sup>2</sup>Drd. Mihaela (Rădeanu) Stoica, *Facultatea de Biologie, Universitatea București*

rezultă că îmbunătățirea legăturii dintre mediu și economie poate contribui direct la obiectivul final al dezvoltării durabile.

Privită pe termen lung, noua abordare urmărește nu numai reducerea presiunilor asupra mediului la un nivel acceptabil dar, totodată, menținerea stocurilor de resurse naturale și disponibilitatea acestora pentru generațiile viitoare. Apare astfel o nouă dimensiune a integrării problemelor de mediu în dezvoltarea economico-socială.

Îmbunătățirea legăturilor dintre economie și mediu se poate realiza prin politici de integrare, la baza cărora stau două criterii importante:

- recunoașterea și definirea elementelor cheie ale interdependenței economie-mediu,
- valorificarea simultană a oportunităților pentru realizarea obiectivelor de mediu și a celor economice.

În prezent deșeurile reprezintă o consecință importantă a modului de viață modern, caracterizat prin consumuri ridicate de materii prime și energie, rezultând un volum important de produse, considerate deșeuri (ex. ambalaje, deșeurile electrice și electronice).

### **Rezultate și discuții:**

Formele de presiune exercitate de relațiile dintre sistemele socio-economice și celelalte componente ale ierarhiei de sisteme ecologice pot fi evidențiate după cum urmează.

*Dezvoltarea la scară spațio-temporară a sistemelor socio-economice* prin transformarea sistemelor ecologice terestre, acvatice, continentale, diferite ecosisteme a căror funcții sunt controlate de specia umană.

Ponderea categoriilor și tipurilor majore de sisteme ecologice continentale ce funcționau în regim natural sau seminatural s-a redus în foarte mare măsură. Estimările efectuate au arătat că aproximativ 80% din zona inundabilă a cursului inferior al Dunării a fost transformat în perioada 1960-1988 în teren arabil<sup>3</sup>.

Scoaterea din circuitul natural sau economic a terenurilor pentru depozitele de deșeuri este un proces ce poate fi considerat temporar, dar care în termenii conceptului de “dezvoltare durabilă”, se întinde pe durata a cel puțin două generații dacă se însumează perioadele de amenajare (1-3 ani), exploatare (15-30 ani), refacere ecologică și postmonitorizare (15-20 ani).

---

<sup>3</sup> Sursa « Dezvoltarea durabilă – mecanisme și instrumente » Vădineanu și colab.1998

*Supraexploatarea resurselor naturale*, pentru satisfacerea cerințelor de hrană a populațiilor a căror efectiv creștea exponențial și pentru a alimenta cu materii prime și energie sistemele de producție și metabolismul sistemului socio-economic.

Acest factor de presiune se manifestă prin: modificarea ponderii ecosistemelor forestiere din structura sistemelor ecologice nu numai prin transformarea acestora în terenuri agricole ci și prin supraexploatarea masei lemnoase; utilizarea intensivă a resurselor de apă afectuând circuitele hidrogeologice, astfel în zonele terestre unde volumul precipitațiilor este foarte redus nivelul resurselor de apă de suprafață și subterane nu acoperă volumul minim necesar pentru a se realiza o dezvoltare durabilă; multiplicarea ratelor de exploatare a resurselor regenerabile și neregenerabile de materii prime minerale și energie ducând la apariția pericolului de epuizare a depozitelor de materii minerale.

*Introducerea unor specii străine* în structura sistemelor ecologice cu scopuri diferite cum ar fi cele legate de asigurarea resurselor alimentare, materiale de construcții, plante ornamentale, animale de companie. Unele dintre acestea au avut o dinamică necontrolată care în final au dus la eliminarea sau periclitarea unor specii autohtone.

*Poluarea* caracterizează metabolismul sistemelor socio-economice prin procesarea și producerea de bunuri și servicii, procese cuplate pentru transferul de masă, energie și informații care au ca finalitate producerea de resturi (deșeuri) sub diferite forme lichide, gazoase, solide.

Diferitele bunuri generate în diferitele lanțuri de producție sunt folosite de către beneficiari pe perioada ciclului lor de viață, iar apoi sunt doar în mică măsură reutilizate sau reciclate, ceea mai mare parte ajungând deșeu solid eliminat în final prin depozitare.

Dezvoltarea urbană și industrială din ultimele decenii, apariția marilor aglomerări municipale, dar și situația economico-socială a societății au avut ca rezultat, printre altele, creșterea cantităților de deșeuri, acumulându-se astfel volume mari de reziduuri în zonele aferente depozitării acestora. Capacitățile insuficiente pentru colectarea și transportul deșeurilor menajere au determinat apariția de zone municipale sau perimunicipale în care se stochează deșeuri, punând în pericol sănătatea populației și calitatea mediului și afectând în mod negativ peisajul.

Generarea deșeurilor urmează, de obicei, tendințele de consum și de producție. De exemplu, generarea deșeurilor menajere (cantitate/locuitor) crește odată cu creșterea nivelului de trai.

Creșterea producției economice, de asemenea, conduce la generarea de cantități mai mari de deșuri. Dar deșeurile mai sunt și rezultatul gestionării ineficiente a energiei și materialelor în procesele de producție.

În prezent, în UE deșeurile municipale sunt eliminate prin depozite de deșuri (49%), incinerare (18%), reciclare și compostare (33%). În noile state membre s-au făcut eforturi majore și investiții pentru a se realiza alinierea la acquis-ul comunitar, situația evoluează rapid, dar încă modalitatea dominantă de eliminare a deșeurilor o constituie tot depozitele de deșuri. Există discrepanțe mari între statele membre, variind de la cele care au reciclare (10% depozitare de deșuri, 25% recuperarea de energie, și 65% reciclare) până la cele care realizează un management al deșeurilor bazat pe depozitare (depozitarea deșeurilor în proporție de 90%, 10% reciclarea și recuperarea de energie).

Politica europeană în domeniul deșeurilor se bazează pe un concept cunoscut sub numele de ierarhia deșeurilor. Acest lucru înseamnă faptul că, în mod ideal ierarhizarea etapelor de gestionare a deșeurilor ar avea la bază o prevenire a apariției acestora, iar cele care nu pot fi prevenite ar trebui să fie re-utilizate, reciclate și recuperate cât mai mult posibil astfel încât depozitarea de deșuri să fie utilizată cât mai puțin.

Ciclul de viață al unui produs acoperă toate etapele, de la extracția resurselor naturale, proiectarea, producerea, asamblarea, vânzarea, distribuția și consumul, până la eliminarea lui ca deșeu. În același timp, implică diferiți actori: proiectanți, industrie, magazine, consumatori.

Efectul asupra capitalului natural este legat de toate bunurile și serviciile din economie și poate să apară în toate stadiile ciclurilor de viață, așa cum este ilustrat și în Fig. 1.

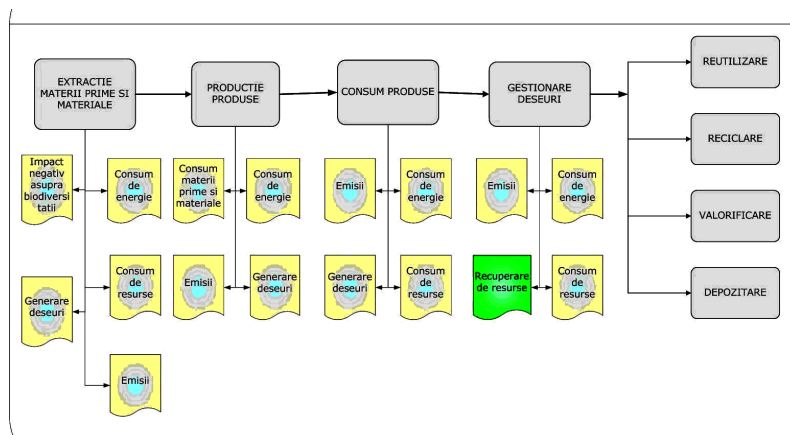


Fig.1. Efecte asupra capitalului natural pe parcursul ciclului de viață a produselor



Activitatea socio-economică, producția și consumul de bunuri și servicii, dar și activitățile cu scopuri noneconomice au un rezultat negativ asupra capitalului natural prin utilizarea necorespunzătoare a resurselor naturale și generarea de deșeuri din procesele de producție și consum.

Degradarea solului este o problema, datorită intensificării activităților determinate de sistemul socio-economic, cum sunt: practici agricole inadecvate, activități industriale, turism, extinderea teritoriului urban și industrializarea, lucrări de construcții, depozite de deșeuri. Degradarea solului are impact asupra cantității apei și aerului, asupra biodiversității și schimbărilor climatice. De asemenea, calitatea necorespunzătoare a solului poate pune în pericol sănătatea populației prin afectarea siguranței hranei și a alimentelor.

Depozitarea deșeurilor biodegradabile produce emisii de metan, gaz cu efect de seră și contribuie la încălzirea globală.

În general, ca urmare a lipsei de amenajări și a exploatarea deficitară, depozitele de deșeuri se numără printre zonele recunoscute ca generatoare de risc pentru mediu și sănătatea publică.

Principalele forme de risc determinate de depozitele de deșeuri orășenești, conform percepției populației, sunt: modificări de peisaj și disconfort vizual, poluarea aerului, poluarea apelor de suprafață, modificări ale fertilității solurilor și ale compoziției biocenozelor pe terenurile învecinate.

Poluarea aerului cu mirosuri neplăcute și cu suspensii antrenate de vânt este deosebit de evidentă în zona depozitelor de deșeuri menajere actuale, în care nu se practică exploatarea pe celule și acoperirea cu materiale inerte.

Depozitele neimpermeabilizate de deșeuri constituie deseori sursa poluării apelor subterane cu nitrați și nitriți, dar și cu alte elemente poluante. Atât infiltrațiile din depozite, cât și apele scurse pe versanți influențează calitatea solurilor adiacente, fapt ce se reflectă asupra folosinței acestora.

În România depozitarea reprezintă principala opțiune de eliminare a deșeurilor menajere. Din totalul deșeurilor menajere generate, aproximativ 95% sunt depozitate în fiecare an. În fiecare localitate urbană există cel puțin un depozit pentru deșeuri.

Aceste depozite sunt neconforme determinând o serie de probleme de mediu cum ar fi cele legate de levigatul produs, gazul de depozit, inexistența impermeabilității.

Principalii vectori poluanți, generați în timpul proceselor fizico-chimice de descompunere și degradare biologică a materiilor organice conținute în deșeurile menajere, sunt biogazul și levigatul.

Reziduurile menajere din rampele de depozitare sunt sediul unor procese microbiene intense de fermentare aerobă și anaerobă, procese ce au ca finalitate transformarea materiilor organice în produse gazoase ce poartă denumirea de biogaz. Acesta este format din 60% metan și 40% bioxid de carbon la care se mai adaugă și cantități mici de azot, hidrogen sulfurat și altele. Degajat în mediu produce atât o poluare olfactivă cât și un adaus de gaze cu efect de seră, fiind o sursă energetică nevalorificată.

Umiditatea proprie a deșeurilor menajere împreună cu apa de ploaie care străbate masa deșeurilor menajere și se încarcă cu elemente chimice solubile (cloruri, sulfuri, nitrați, amoniac, bicarbonat de sodiu, potasiu, fier și magneziu) devenind astfel un factor puternic poluant pentru sol, pânza freatică și de suprafață.

Principalele forme de risc pentru sănătatea publică asociate cu gestiunea deșeurilor, sunt legate de: prezența agenților patogeni în deșeuri; condiții care favorizează transmiterea lor la om; poluarea chimică și bacteriologică.

Colectarea, manipularea și eliminarea deșeurilor reprezintă pentru personalul muncitor implicat în aceste activități o sursă de riscuri suplimentare de natură accidentală, respective răni prin contactul cu corpuri tăioase, prin aprinderea deșeurilor sau datorită exploziei gazelor de fermentație. Muncitorii de la salubritate și persoanele care sortează materialele reciclabile sunt supuse riscului de a se îmbolnăvi.

Un alt aspect negativ privind gestionarea deșeurilor doar prin depozitare este acela că multe materiale reciclabile și utile sunt aruncate împreună cu cele nereciclabile, fiind amestecate și contaminate din punct de vedere chimic și biologic, recuperarea lor devenind dificilă.

## **CONCLUZII**

Presiunea tot mai puternică asupra resurselor ca urmare a creșterii demografice și a dezvoltării economice, a impactul negativ al deșeurilor industriale și menajere asupra calității capitalului natural obligă, pe de o parte, la găsirea de soluții care să conserve accesul generațiilor viitoare la resursele de care vor avea nevoie și, pe de altă parte, la dezvoltarea unor sisteme eficiente de prevenire, reutilizare, reciclare, recuperare de energie și eliminare prin incinerare sau depozitare.

Diminuarea volumului deșeurilor prin prevenire, ca element cheie al politicii integrate de produs corelat cu măsuri de colectare și reciclare a deșeurilor, constituie o prioritate.

Prin derogare de la dispozițiile articolului 6 alineatul (1) litera (b) din Directiva 94/62/CE, România este obligată să atingă obiectivul global de

recuperare sau incinerare în instalațiile de incinerare a deșeurilor cu recuperare de energie la 31 decembrie 2013 în conformitate cu următoarele obiective intermediare:

- 53% din masă în anul 2011
- 57% în anul 2012.

Ca acțiuni specifice la nivelul Uniunii sunt prevăzute:

- inventarierea substanțelor cu risc ridicat și sensibilizarea producătorilor în direcția colectării, tratării și reciclării deșeurilor rezultate;
- stimularea consumatorilor să aleagă produse folosind materiale recuperabile, mai puțin generatoare de deșeuri;
- favorizarea dezvoltării piețelor pentru materiale reciclabile;
- definirea și promovarea unei strategii comunitare de reciclare;
- definirea și aplicarea de măsuri specifice în cadrul unei politici integrate de produs, în direcția promovării eco-produselor și eco-tehnologiilor.

Adoptarea principiului durabilității cere ca toate politicile să fie elaborate și aplicate în funcție de impactul economic, social și de mediu. În plus, internaționalizarea economiilor ridică o serie de exigențe în aplicarea acestui principiu nu doar în politicile interne, ci și în relațiile de cooperare externă. Prin urmare, din perspectiva acestei abordări integrate, este de dorit ca durabilitatea să devină un catalizator al deciziilor politice interne și externe, al acțiunilor economice și al opiniei publice pentru a promova atât noi reforme structurale, instituționale, cât și modificarea comportamentelor de producție și de consum.

Aplicarea principiului dezvoltării durabile ar presupune adoptarea unor reforme structurale și instituționale care să permită coerența internă și externă a politicilor și asigurarea convergenței obiectivelor economice, sociale și politice din cadrul unui proiect.

Cele mai importante măsuri ce ar trebui luate în această direcție sunt:

- reglementarea unui sistem de instrumente economice care să asigure integrarea obiectivelor sociale și de protecție a mediului în politicile economice (prețuri, drepturi de proprietate, taxe, drepturi de emisie negociabile, subvenții, acorduri negociabile);
- reconsiderarea procesului decizional, pentru a permite o largă participare a societății civile și a factorilor de decizie la diverse niveluri; crearea și dezvoltarea unui sistem de informare asupra consecințelor unor politici și acțiuni pentru a facilita inversarea tendințelor actuale, non-durabile;
- dezvoltarea piețelor bunurilor publice și a bunurilor și serviciilor

- ecologice;
- dezvoltarea cercetării în direcția tehnologiilor, folosind mai puține resurse naturale, mai puțin poluante, cu riscuri reduse pentru mediu și pentru individ;
- dezvoltarea unui sistem de educație și de formare/comunicare care să creeze premisele unui dialog social, a unui proces decizional transparent în condițiile unei responsabilități individuale și colective și a unei evoluții spre durabilitate în comportamentele de consum și de producție; aplicarea orizontală a criteriilor durabilității, asupra tuturor politicilor economice;
- dezvoltarea unui sistem de indicatori care să permită o evaluare periodică, eficace a durabilității politicilor și acțiunilor.

## BIBLIOGRAFIE

1. BOLD O. V., MĂRĂCINEANU G. A.– *”Depozitarea, tratarea și reciclarea deșeurilor și materialelor”*, Editura Matrix Rom, București 2004, pag. 9 – 42.
2. BULARDA GH., BULARDA D., CATRINESCU TH. – *”Reziduuri menajere, stradale și industriale”*, Editura Tehnică, București 1992 ;
3. CEAUȘU, I. – *„Dicționar enciclopedic managerial. Enciclopedia managerială”*, vol 2, Editura Academică de Management, București, 2000.
4. CHIRIAC V. – *Tratarea și valorificarea reziduurilor*, Editura Agrosilvică, București 1968.
5. COȘEA M., NASTOVICI L. – *„Management afacerilor”*, Ed. Lux Libris, Brașov, 2000.
6. COȘEA M., NASTOVICI L. – *„Politici microeconomice de evaluare a riscului”*, Ed. Lux Libris, Brașov, 2000.
7. FEHER G. – *”Evacuarea și valorificarea rezidurilor menajere”*, Editura Tehnică, București 1982.
8. IONESCU C. S. – *”Depozite de deșeuri”*, Editura HGA, București 2000.
9. NEGREI C. – *”Bazele economiei Mediului”*, Editura Didactică și Pedagogică, București 1996, pag.72 – 101.
10. ROJANSCHI V., BRAN F. – *”Politici și strategii de mediu”*, Editura Economică, București 2002.
11. VĂDINEANU A., – *”Managementul dezvoltării O abordare*

- ecosistemică*”, Editura Ars Docendi, București 2004.
12. VĂDINEANU A., TESTIBAN PREDA M. – „*Dezvoltarea durabilă – mecanisme și instrumente*”, vol.II, Editura Universității București 1999, pag. 280 – 297.
  13. Revista – Salubritatea, Editată de Asociația Română de Salubritate, an I, nr.4/2002, pag. 3 – 5, 15 – 19, 35, 36.
  14. Revista – Salubritatea, Editată de Asociația Română de Salubritate, nr.2 (22) /2007, pag. 3 – 6.
  15. Revista – Salubritatea, Editată de Asociația Română de Salubritate, nr.4 (24) /2007, pag. 20 -23.
  16. Raport ANPM privind starea factorilor de mediu în anul 2010.
  17. Strategia Națională de Gestionare a Deșeurilor.
  18. Studiu privind revizuirea Strategiei și a Planului Național de Gestionare a Deșeurilor ținând cont de prevederile Strategiei Europene de Reciclare a Deșeurilor și modul de abordare a gestiunii deșeurilor la nivel european - executant: Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Protecția Mediului – ICIM București, beneficiar: Ministerul Mediului și Dezvoltării Durabile, contract: 3422/2007.

# BIODIVERSITATEA ÎN JUDEȚUL GIURGIU

Angela BUCUR<sup>4</sup>

Județul Giurgiu este situat în partea de sud a țării, în cadrul mării unități geografice – Câmpia Română și este străbătut de paralela 43°53' latitudine nordică și meridianul 25°59' longitudine estică.

Relieful județului este format din 5 unități principale ale Câmpiei Române: Burnaș, Vlăsia, Găvanu-Burdea, Titu și Lunca Dunării. Lunca Dunării care are lățimi ce pot atinge în unele locuri 10 km, este transformată în teren agricol.

Altitudinea maximă este 136 m deasupra nivelului mării (satul Cartojani), iar cea minimă este de 12 m în lunca Dunării.

Clima este de tip temperat continental, punându-și amprenta asupra florei și faunei.

Contrastele termice de la vară la iarnă, care sunt cele mai mari din țară, caracterizează climatul continental din această zonă. Temperatura medie anuală, este de 11,5°C; în ianuarie media termică oscilează între -5,4°C și 1,5°C, iar în lunile iulie, august depășește 23°C. Cea mai scăzută temperatură a fost înregistrată la 6 februarie 1954 (-30,2°C), iar cea mai ridicată temperatură a fost în 2001 (43,5°C). Radiația solară depășește 125kcal/cm<sup>2</sup>, determinând peste 60 de zile tropicale în cursul anului.

Precipitațiile medii anuale de tip continental ating cota de 500-600 mm și au o mare variabilitate în timp. Uscăciunea și seceta sunt prezente aproape tot timpul anului.

Frecvența, durata și intensitatea maselor de aer diferă de la o direcție la alta. Crivățul bate iarna, dinspre N-E, Austrul bate dinspre S sau S-V, Băltărețul bate dinspre S-E spre N-V.

Aceste condiții favorizează existența diverselor habitate.

Habitatele sunt caracteristice zonei de câmpie, silvostepii și adăpostesc o mare varietate de specii de plante și animale sălbatice, diversitatea mare a acestora fiind explicată prin varietatea și abundența hranei.

Multe din aceste habitate necesită un regim strict de protecție, atât la nivel național cât și european.

---

<sup>4</sup> Prof. Grupul Școlar Naval „Viceamiral Ioan Bălănescu” Giurgiu

Pe teritoriul județului Giurgiu se găsesc păduri de stejari seculari cu ulm și plop negru și pe alocuri frasin, carpen, tufărișuri de foioase, zăvoaie de salcie alba și plop alb, dar și plante caracteristice zonelor umede.

Județ	Numar habitate de interes național	Numar habitate de interes comunitar	Suprafață totală ( ha )
Giurgiu	16	16	14590,56

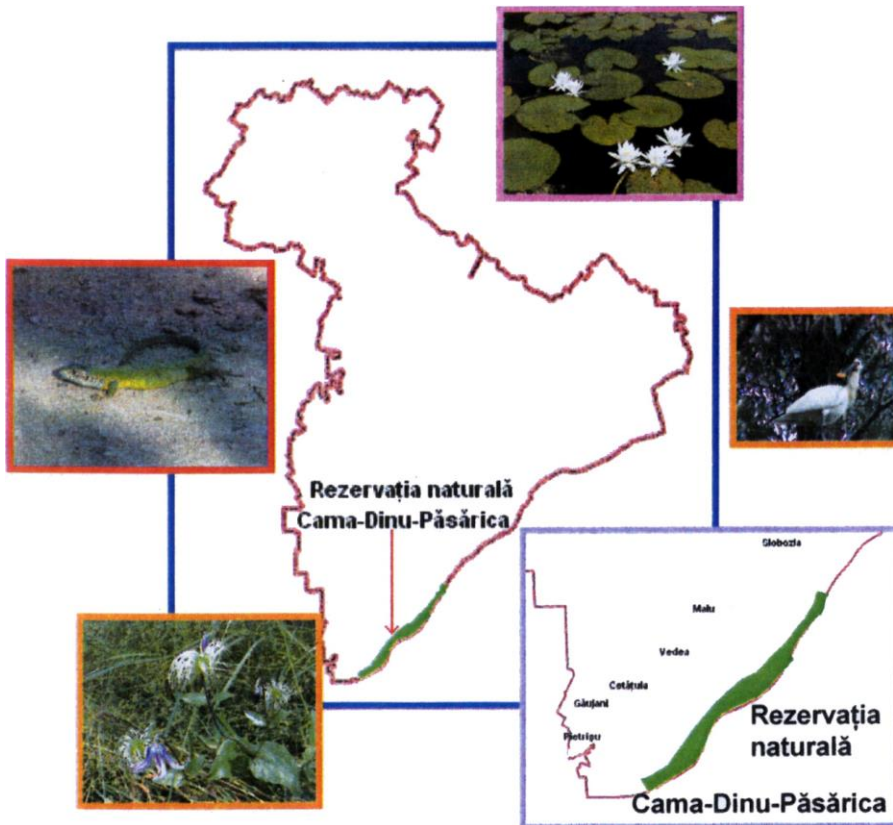
*Habitat de interes comunitar și de interes național*

Nr. Crt.	Denumire habitat	Suprafață (ha)
1.	Pajiști și mlaștini sărăturate panonice;	1 266,30
2.	Ape stătătoare, oligotrofe până la mezotrofe cu vegetație din Littorelletea uniflorae și/sau din Isoeto-Nanojuncetea;	253,26
3.	Lacuri eutrofe naturale cu vegetație tip Magnopotamion sau Hydrocharition;	253,26
4.	Lacuri distrofice și iazuri;	1 013,04
5.	Cursuri de apă din zonele de câmpie până la cele montane cu vegetație din Ranunculion fluitantis și Callitriche- Batrachion;	253,26
6.	Râuri cu maluri nămolose cu vegetație de Chenopodion rubri și Bidention	253,26
7.	Tufărișuri de foioase ponto-sarmatice;	126,63
8.	Comunități de lizieră cu ierburi înalte higrofile de la nivelul câmpiilor până la cel montan și alpin	253,26
9.	Păduri subatlantice și medioeuropene de stejar sau stejar cu carpen din Carpiniorel betuli;	126,63
10.	Păduri aluviale cu Alnus glutinosa și Fraxinus excelsior (Alno-Padion, Alnion incanae, Salicion albae);	199,33
11.	Păduri ripariene mixte cu Quercus robur, Ulmus laevis, Fraxinus excelsior sau Fraxinus angustifolia, din lungul marilor râuri (Ulmenion minoris)	7,59
12.	Vegetație de silvostepă eurosiberiană cu Quercus spp.	1 013,04
13.	Păduri balcano-panonice de cer și gorun	4 135,08
14.	Păduri dacice de stejar și carpen;	4 537,16
15.	Vegetație forestieră ponto-sarmatică cu stejar pufos	2,53
16.	Zăvoaie cu Salix alba și Populus alba;	896,93

Speciile de flora de interes comunitar existente pe teritoriul județului Giurgiu sunt: trifoișul de baltă, capul sarpelui, ouăle popii. În județ nu au fost identificate specii de flora sălbatică de interes național.

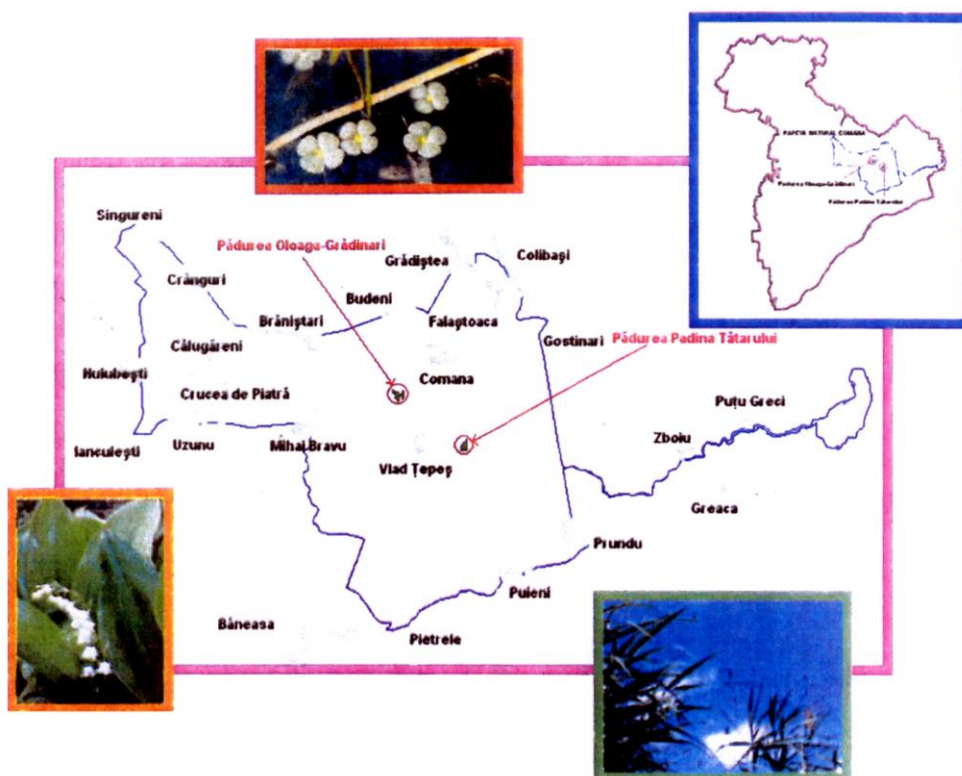
Nr. crt.	Denumire științifică	Denumire populară
1.	<i>Himantoglossum caprinum</i>	Ouăle popii
2.	<i>Echium ruscicum</i>	Capul șarpelui
3.	<i>Marsilea quadrifolia</i>	Trifoiș de baltă

În rezervația Cama-Dinu-Păsărica se remarcă unele specii rare ca ghiocelul de baltă, nufărul alb și otrățelul de baltă.



În Parcul natural Comana, domină pădurile de tei. La adăpostul copacilor cresc licheni, ciuperci și adevărate oceane de verdeață și pajiști cu mare diversitate biologică. Pădurea Padina Tătarului este rezervație naturală pentru ocrotirea bujorului românesc. Aici trăiesc și speciile ocrotite de ghimpe lăcrămioară, stânjeneț și urzică.





Fauna sălbatică este bine reprezentată de numeroase nevertebrate, specii de pești, amfibieni, reptile, păsări și mamifere caracteristice zonei de câmpie. Datorită faptului ca multe dintre aceste specii sunt amenințate cu dispariția, au fost desemnate arii naturale protejate care au drept scop ocrotirea acestora.

Rezervația naturală Cama-Dinu-Păsărică adăpostește, potrivit studiilor științifice, un număr de câteva mii de specii din fauna sălbatică. Aici se întâlnește cea mai mare colonie de stârci și cormorani din regiune. De asemenea Balta Comana este habitat în special pentru speciile acvatice, cum sunt rața roșie, gâsca cu gât roșu, egreta mare, egreta mică, lișița.

Numărul total de specii de faună de interes comunitar în județul Giurgiu sunt 93, iar cele de interes național 16.

Județ	Număr specii faună de interes național	Număr specii faună de interes comunitar
GIURGIU	16	93

*Specii de faună sălbatică de interes național*

Nr. crt.	Denumire științifică	Denumire populară
1.	<i>Leuciscus borysthenicus</i>	Clean
2.	<i>Falco tinunculus</i>	Vânturel roșu
3.	<i>Falco subbuteo</i>	Șoimul rândunelelor
4.	<i>Upupa epops</i>	Pupăză
5.	<i>Motacilla alba</i>	Codobatură albă
6.	<i>Motacilla flava</i>	Codobatură galbenă
7.	<i>Sitta europaea</i>	Țiclean
8.	<i>Oriolus oriolus</i>	Grangur
9.	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	Botgros
10.	<i>Vulpes vulpes</i>	Vulpe roșie
11.	<i>Ondatra zibethica</i>	Bizam
12.	<i>Capreolus capreolus</i>	Căprioară
13.	<i>Cervus elaphus</i>	Cerb roșu
14.	<i>Dama dama</i>	Cerb lopătar
15.	<i>Sus scrofa</i>	Mistreț
16.	<i>Lepus europaeus</i>	Iepure de câmp

În județul Giurgiu există cinci specii de păsări declarate monumente ale naturii - egreta mare, egreta mică, pelicanul comun, pelicanul creț și piciorongul.

Pentru asigurarea măsurilor speciale de ocrotire și conservare a habitatelor, speciilor de flora și faună sălbatică, pe teritoriul județului Giurgiu sau instituit mai multe categorii de arii naturale protejate după cum urmează:

- arii de interes național,
- arii de interes comunitar,
- arii de interes județean sau local

Aceste zone protejate sunt prezentate în tabelul următor, datele fiind preluate din Raportul de Mediu din anul 2009 al Agenției pentru Protecția Mediului Giurgiu.

**Situația ariilor protejate la nivelul județului Giurgiu**

<b>Nr. crt.</b>	<b>Categorie arie protejată</b>	<b>Denumire arie naturală protejată</b>	<b>Suprafața (ha)</b>	<b>Act normativ prin care suprafața a fost protejată</b>
1	Arii naturale protejate de interes național	Parcul Natural Comana	24963	HG 2151/2004
2	Rezervație naturală	Pădurea Oloaga-Grădinari	248	L 5/2000
3		Pădurea Padina Tătarului	230	
4		Pădurea Manafu	28	
5		Rezervația Tesila	52,5	
6		Rezervația naturală Carna-Dimu-Păsărică	2400	
7		Arii naturale Protejate De interes comunitar, situri Natura 2000	Comana	
8	Arie de protecție speciala Avifaunistică-SPA	Dunăre-Olenița	5951,1	
9		Ostrovu Lung Gostinu	2488,5	
10		Vedea Dunăre	22874,4	
11		Comana	25326	
12		Sit de importanță comunitară-SCI	Gura Vedei-Seica-Slobozia	5813
13	Arie protejată de interes local	Lunca Mijlocie a Argeșului	3635	ORD. 1964/2007
14		Pădurea Bolintin	4761	
15		Stejer Secular „Muma Pădurii” ( Monument la Naturii ) Comana	-	

Deteriorarea mediului care are influență asupra florei și faunei este cauzată de tehnologiile vechi poluante și existența mai multor automobile. În ultimii ani s-a constatat în județul Giurgiu o tendință de îmbunătățire a calității aerului. Astfel au scăzut concentrațiile de monoxid de carbon, de dioxid de sulf și dioxid de azot, dar și de plumb.

Din cauza defrișărilor s-a intensificat fenomenul de secetă excesivă și de lungă durată, eroziunea solului, alunecările de teren și inundațiile.

Există pericolul ca pădurea, cel mai bogat ecosistem, să fie puternic sărăcită sub raportul diversității biologice cu consecințe grave ecologice, economice și sociale.

În județul Giurgiu suprafețele fondului forestier au scăzut în anul 2009 față de anul 2005.

#### Evoluția suprafețelor de fond forestier

Esența	SUPRAFAȚĂ ( ha )				
	2005	2006	2007	2008	2009
Rășinoase	216	216	214	214	207
Foioase	36800	34734	34388	32688	35764
<b>TOTAL</b>	<b>37016</b>	<b>34950</b>	<b>34602</b>	<b>32904</b>	<b>35971</b>

Sursa Direcția Silvică Giurgiu

Creșterea cantității de oxigen din aer prin împăduriri, reducerea cantității de dioxid de carbon, reglarea debitului râurilor, stăvilirea eroziunii și prin aceasta reducerea încărcării apelor cu aluviuni, îndulcirea climatului asigură posibilități de menținere și a dezvoltării florei și faunei din județul Giurgiu.

#### **BIBLIOGRAFIE**

1. ANDREI M., 1997, Morfologia generală a plantelor, Editura Enciclopedică, București.
2. BOTNARIUC N., VĂDINEANU A., 1982, Ecologie, Editura Didactică și Pedagogică, București.
3. DONIȚĂ N., POPESCU A., PAUCĂ-COMĂNESCU M., MIHĂILESCU S, BIRIȘ I.A., 2005, Habitatele din România, Editura Tehnică Silvică, București.
4. MOHAN GH., ARDELEAN A., 2006, Parcuri și rezervații naturale în România, Editura Victor & Victor, București.
5. Raport de mediu județul Giurgiu, 2009.

# MISTERELE PLANTELOR VS. TERAPIILE NATURISTE

**Motto:**

„Plantele sunt cele care vindecă uneori, răsfășă adesea, alină întotdeauna”

Hipocrate

## Rodica MOHAN

Tendința actuală în medicină este reîntoarcerea la terapiile naturiste, care se bazează pe filozofia antică a lui Hipocrate (medic grec din Kos 460 î.Hr.) cât și pe adevărul medicului elvețian Paracelsus (1493-1541) care susținea că „arta vindecării vine de la natură, nu de la medici”.

În întreaga lume, fitoterapeuții abordează mai nou sănătatea ca pe un echilibru al organismului realizat din îmbinarea unei bune stări mentale cu ambientul, dieta și un anumit stil de viață recomandat pacienților.

*Medicina naturistă modernă* se bazează pe abordarea practicilor din America de Nord și de

Sud, cu remediile din Africa și metodele din medicina tradițională chinezească și cea ayurvedică. Aceste tradiții străvechi de mii de ani susțin că ființa umană ar trebui să trăiască în conformitate cu regulile naturii, adică în echilibru și armonie. Chinezii folosesc fitoterapia, îmbinată cu masaj, diete, acupunctură și exerciții de vindecare de tip qi gong.

*Practica ayurvedică* (indiană) are același scop de redresare al echilibrului corporal. Și ei recurg din vechime la fitoterapie și diete, completate însă de meditații și yoga. Se știe că ayurveda vine de la cuvântul sanscrit „știința de a trăi” și arată că sănătatea aparține individului, iar medicul doar ghidează pacientul spre ce trebuie să facă. Organismul în condiții optime se reface singur, conform fenomenului „placebo” indus printr-o gândire pozitivă.

*Fitoterapia* este atât o artă, cât și o știință, care combină secole de tradiție cu metode de cercetare moderne. Astăzi, se cunoaște că efectele sinergice se realizează prin combinația de constituenți activi dintr-o plantă care este mai puternică decât componentele individuale luate separat.

*Fitochimia*, oferă informații despre substanțele chimice conținute de plante. De reținut despre FLAVANOIDE că au proprietăți antioxidante (cele din păducel, castanul sălbatic și ginkgo). ULEIURILE ESENȚIALE au

acțiune antispastică, antimicrobiană, dar și efecte benefice asupra stării mentale și emoționale (ex: lavandă, mentă, busuioc).

*Glucosinolații* au proprietăți antiinfecțioase dar și anticercigene (ex: varza albă, varza de Bruxelles, brocoli).

*Fitoestrogenii* tratează bolile sistemului reproducător feminin și reduc riscul apariției cancerului de sân (ex: izoflavonele din trifoiul roșu, semințele de in, unele cereale).

Ghidul plantelor străvechi folosit de secole ne dezvăluie secretele celor mai populare și utilizate plante.

1. **„Planta nemuririi”** (*Aloe vera* sin. *Aloe barbadensis* - **Aloeaceae**) era folosită de Cleopatra în poțiuni ei de înfrumusețarea tenului, atenuând ridurile. Are și efect cicatrizant, vindecă arsurile, eczemele, psoriazisul, ulcerările.

2. **Brahmi** (*Bacopa monnieri* - **Scrophulariaceae**) este o plantă tropicală care îmbunătățește funcția cerebrală și capacitatea de memorare. Are numele zeului hindus Brahma fiind utilizată încă de acum 500 de ani în cazuri de anxietate, de epuizare psihică, pentru o mai bună concentrare.

3. **Iarba de cositor** (*Equisetum arvense* - **Equisetaceae**) este urmașa pădurilor străvechi de coada-calului uriașe, care trăiau pe vremea dinozaurilor. Astăzi planta este mult mai mică, bogată în dioxid de siliciu, fiind folosită pentru curățarea și lustruirea vaselor de cositor. Tulpinile conțin și particule de aur, fiind folosită ca „radar” de către căutătorii de metale prețioase care se găsesc din abundență în țara noastră.

4. **„Planta divinității”** (*Achillea millefolium* - **Asteraceae**) Iarba soldaților, cea mai veche plantă medicinală din lume. În China era folosită pentru consultarea divinității, considerată o plantă cu proprietăți magice. Ahile se pare că s-a vindecat rapid folosind rădăcina acestei plante. Se utiliza în bătălii pentru că rănilor se vindecau mult mai repede, calma durerile, oprea sângerările. Iar varietățile hibride au valoare ornamentală, pot fi folosite și în parfumerie.

5. **Iarba sacră a druizilor** (*Filipendula ulmaria* - **Rosaceae**) Crețușca este planta preferată a Reginei Elisabeta I care o presăra în dormitor ca un covor viu pentru mirosul ei deosebit. Puțini cunosc însă că în 1838 chimistul german Felix Hoffman de la compania Bayer a extras salicina din care prin sinteză s-a obținut mai târziu aspirina.

6. **„Copacul zeului Apollo”** (*Laurus nobilis* - **Lauraceae**) Dafinul, copacul mereu verde, este între mit și istorie. Legenda spune, că zeii au transformat-o pe nimfa Daphne într-un dafin, pentru a o scăpa de insistențele lui Apollo, zeul soarelui, care s-a îndrăgostit de frumoasa nimfă. În vechime se credea că dafinul aduce noroc și sănătate, că alungă forțele

malefice, tunetele și fulgerele. În antichitate uscarea dafinilor prezicea o mare nenorocire (ciumă, cotropiri, războaie). Romanii purtau o coroană din frunze de dafin pentru a-și celebra victoriile, numele arborelui vine de la cuvântul latinesc laus ce înseamnă „laudă”.

7. **„Aurul fecioarei” (*Calendula officinalis*)** Gălbenelele, au fost botezate așa în Evul Mediu în onoarea Fecioarei Maria și erau folosite la prepararea unor supe, care se spunea că înalță spiritul. În India florile decorau altarele templelor hinduse. Florile se folosesc în cazul arsurilor, râielor, atât sub formă de alifie, creme cât și sub formă de uleiuri. Au proprietăți cicatrizante și antiinflamatorii fiind folosite și în ulcerul stomacal sau duodenal și regresia nodulilor limfatici.

8. **„Planta lui Confucius” (*Zingiber officinale* - **Zingiberaceae**)** Ghimbirul, cu gustul picant-iute, era folosit de filozofii chinezi în toate mâncărurile. Astăzi rizomii sunt folosiți atât în bucătăria asiatică, africană cât și în cea europeană. Are o gamă largă de utilități culinare de la supe, salate, prăjituri sau murat. Bucătăria japoneză întrebuințează mugurii și tulpinile fragede. Scoțienii produc berea sau vinul de ghimbir, uneori în amestec cu whisky. În medicină, combate grețurile, răul de mare, indigestia, artritele și reumatismul.

9. **„Arborele pagodelor” (*Ginkgo biloba* - **Ginkgoaceae**)** Specie fosilă, datând din perioada triasică. Frunzele acestui arbore, are efecte antioxidante, antiinflamatorii. Stimulează circulația și ameliorează multe boli printre care pierderea memoriei, demența și boala Alzheimer.

10. **Ginseng (*Panax ginseng* - **Araliaceae**)** Rădăcinile de Ginseng coreean sunt folosite în medicina chineză de cel puțin 5000 de ani, în sensul că ameliorează reacții organice la stres, oboseală, convalescență. Ginsengul siberian, indian, american au rol și în tratarea diabetului, tensiunii și a infecțiilor respiratorii. Bogată în fier poate combate anemia, insomnia și are efecte de fortificare a sistemului imunitar.

11. **„Elixirul tinereții” (*Centella asiatica* - **Apiaceae**)** Gotu Kola, planta folosită în medicina ayurvedică, ca stimulent în formarea de colagen și reîntinerirea pielii. Este un tonic neuropsihic eficient, ajută la ameliorarea memoriei și reduce anxietatea. Această plantă este legată de numele botanistului chinez Li Chung Yon care a avut o longevitate remarcabilă. Medicina tradițională chinezească îi recunoaște puterea de întârziere a senilității și de cicatrizare a rănilor.

12. **„Darul lui Dumnezeu” (*Jasminum officinale* - **Oleaceae**)** Iasomia este emblema florală a Indoneziei, Filipinelor și Pakistanului, numele plantei vine din persană de la „yasmin”. Se utilizează rădăcina și

florile, din care se extrage un ulei esențial foarte apreciat în industria parfumurilor dar și în aromoterapie ca antidepresiv și relaxant.

13. **Lemn-dulce** (*Glycyrrhiza glabra* - **Papilionaceae**) Cunoscut încă din anul 1305, de pe vremea regelui Edward I, care impune taxe pe importatul acestei plante din Spania, Grecia, Turcia. Cu banii obținuți se pare că englezii au reparat London Bridge. Rădăcinile și stolonii au întrebuințări în bolile respiratorii, tuse, bronșite. Împăratul Napoleon, folosea bomboane multicolore, după rețeta englezească care avea la bază rădăcini de lemn-dulce. Se folosește în tratarea ulcerului gastric și a stresului.

14. **Macul** (*Papaver sp.* - **Papaveraceae**) Diferite specii de maci sunt cultivate de acum 5000 de ani, fiind simbolul zeiței pământului și al lui Ceres, zeița recoltelor. Cel mai discutat este macul de grădină (*Papaver somniferum*) numit și macul de opiu. Din latexul obținut din capsulele necoapte ale acestei specii se obține opiu sursa unor analgezice ca morfina, codeina, heroina, papaverina. Opiul dă dependență și are efecte adverse serioase.

Folosit în medicina are proprietăți calmante, relaxante folosit în insomnii. Paradoxal, micuțele semințe de mac, sunt ingrediente inofensive în preparatele culinare (cozonacuri, covrigi) cu mare popularitate în prăjituri, sosuri, în special în bucătăria evreiască, germană sau indiană.

15. „**Simbolul păcii**” (*Olea europaea* - **Oleaceae**) Măslinul își revendică numele de la grecescul „elaio” care înseamnă „ulei” ca și latinescul „olea”. Legenda biblică spune că pe arca lui Noe s-a întors porumbelul purtând în cioc o crenguță de măslin, care vestea sfârșitul potopului.

16. **Simbolul păcii** (*Myrtus communis* - **Myrtaceae**) Simbol al păcii în Vechiul Testament, mirtul a fost și simbolul victoriilor în Roma și Grecia antică. Impletit alături de frunzele de dafin, forma coroanelor oferite învingătorilor la Jocurile Olimpice. Mirtul era sacru, adorat de zeița Venus, fiind prezent și astăzi în buchetele miresei. Se utilizează în aromatizarea cărnii, sosuri, lichioruri. Fructele și florile se folosesc la ceaiuri, deserturi, dressing-uri.

*Mirtul de ceară* (*Myrica cerifera*) este o rudă îndepărtată, din a căror fructe se obține ceara utilizată la obținerea lumânărilor și a săpunului.

17. **Floarea pasiunii** (*Passiflora incarnata* - **Pasifloraceae**) Pentru misionarii spanioli ajunși în America de Sud, această floare simboliza patimile lui Iisus, de aici și denumirea „**floarea pasiunii**”. Frunzele au utilizări medicale în caz de tensiune nervoasă și stres, insomnie, calmarea durerilor de cap, calmarea durerilor digestive. Utilizările culinare se axează



pe semințele și pulpa fructelor coaptecăre au o aromă diferită, fiind ingrediente de bază în salate, deserturi, jeleuri, băuturi. Cocktail-ul Hurricane este preparat din sirop de fructul pasiunii cu rom și cu suc de lămâie verde.

18. **Absint (*Artemisia absinthium* - Asteraceae)** Pelinul, are numele zeiței vânătorii, Artemis, la vechii greci. Multe specii au un efect negativ asupra altora inhibând creșterea lor. Partea aeriană a plantei are utilizări medicale în tratarea paraziților intestinali, a balonărilor, ameliorarea febrei, efect de stimulare digestivă și oprește sângerarea nazală.

19. **Piperul (*Piper spp.* - Piperaceae)** Cea mai veche mirodenie adusă din Orient (peste 1000 de specii tropicale). În trecut folosit ca monedă de schimb. Însuși regele hunilor Attila, a dat aur în schimbul a 1360 kg de piper, astfel fiind răscumpărată libertatea Romei (în 408).

20. **Rodia (*Punica granatum* - Lythraceae)** Simbol al fertilității, rodia apare în picturile din mormintele egiptene. Se crede că mărul care a tentat-o pe Eva în grădina raiului, ar fi fost de fapt, o rodie. Crește în zona Orientului Mijlociu și denumirea latină veche a fructului „malum granatum”- se traduce prin „măr cu multe semințe”. Extractul din fructe și semințe are efect antioxidant și antiinflamator, acțiune anticancerigenă. Stimulează sistemul imunitar.

21. **Roua mării (Lamiaceae)** Este planta simbol al prieteniei și amintirilor (utilizată din vechime pentru apa de colonie atât de căutată de europeni alături de mirt și lavandă). Utilizări medicale: stimulent al circulației sangvine, combate oboseala, depresile, stimulează memoria.



*Calendula*



*Papaver somniferum*



*Jasminium officinale*



*Ginkgo biloba*



*Panax ginseng*



*Passiflora incarnata*



*Filipendula ulmaria*

## *II. Referate științifice*

### **CONCEPTUL DE CELULĂ ÎN ETAPA BIOLOGIEI MOLECULARE**

**Marin ANDREI<sup>\*</sup>, Liliana Cristina SOARE<sup>\*\*</sup>**

**Abstract:** *the authors extend the cell concept to all the structures that contain nucleic acids and are protected by a coating; other cell components are considered secondary.*

**Key words:** *celoid.*

Materia vie (viul) este alcătuită din totalitatea organismelor din Univers, iar unitatea elementară structurală și funcțională a viului este reprezentată de celulă (lat. *cella*, dim. *cellula*, celulă mică). Pornind de la teoria sistemelor și a cercetărilor în domeniul biologiei moleculare, conceptul de celulă s-a lărgit evident.

Celula trebuie interpretată din două puncte de vedere: 1. ca sistem biologic integrativ, alcătuit din mai multe entități între care există cel puțin o relație între ele însele și cu mediul de viață (intrări-ieșiri de substanță și energie), așa cum este cazul organismelor unicelulare; 2. ca sistem biologic dependent atunci când reprezintă o parte componentă a unui sistem mai larg sau mai complex, cum este țesutul în cazul organismelor pluricelulare.

Orice entitate poate fi un sistem, iar orice sistem poate fi o entitate dintr-un sistem mai larg sau mai complex. Prin urmare, nicio entitate nu este un element absolut simplu.

I. Bontîș (1979) aduce câteva obiecții definiției date sistemului de către savantul biolog L. von Bertalamffy (1956) și propune o definiție mult mai cuprinzătoare: „prin sistem se înțelege o mulțime de entități între care există cel puțin o relație“ (de subordonare sau supraordonare). Când apar mai multe relații sistemele se diversifică (cazul organismelor pluricelulare). Atunci când intervine o singură relație putem avea mai multe tipuri de sisteme: de identitate sau echivalență, de contradicție, de subordonare (dependență) de supraordonare ș.a.

Atunci când entitățile sunt esențiale și între ele există o relație de ordine (organizare) vorbim de o structură (cazul țesuturilor). Dacă ne

---

<sup>\*</sup> Prof.dr., Facultatea de Biologie, București

<sup>\*\*</sup> Lect.dr., Facultatea de Științe, Universitatea din Pitești

referim la virusuri atunci intervine o singură relație (legătură), cea de subordonare a celulei parazitată de către virus, respectiv de supraordonare a virusului în raport cu celula parazitată. Rezultă de aici că virusurile pot fi interpretate ca entități de nivel molecular, strict dependente.

Componenta esențială a virusurilor o constituie acizii nucleici, ADN-ul sau ARN-ul care reprezintă de fapt, cromozomi virali (G. Zarnea, 1983), genomul sau nucleoidul viral. Cu ajutorul acestora, virusurile au păstrat esența caracterelor viului, aceea de a-și lăsa urmași asemănători lor, chiar dacă reproducerea lor este lăsată în întregime pe seama celulei parazitată.

Fiind sisteme mult mai mici decât cea mai mică celulă, de cât plastidele sau mitocondriile care se pot autoreproduce autonom, grație acizilor nucleici din genomul lor, virusurile și-au pierdut capacitatea de autoreproducere obligând prin parazitism absolut, celula parazitată, să execute acest lucru cu propriile echipamente. Dacă un corp inert pătrunde într-o celulă vie, aceasta nu îl va putea multiplica pentru că fiind lipsit de acizi nucleici va fi lipsit și de afinitatea de a se combina; corpul inert și celula în care acesta a pătruns nu au nimic în comun, nu au nicio atracție unul față de altul.

Sunt virusurile entități vii? Există în acest sens două puncte de vedere susținute de mari personalități în materie; unul dintre ele susține că virusurile sunt nevii, deoarece (printre altele) viul se manifestă numai la nivel celular, iar virusurile există la nivel molecular, acelular, celălalt punct de vedere susține contrariul.

Pe baza unor argumente din literatura de specialitate, la dispoziția tuturor, ne exprimăm adevărul la caracterul celor ce susțin caracterul de organisme simplificate, care și-au păstrat doar minimum necesar multiplicării lor și considerăm ca esențială, pentru caracterizarea viului, capacitatea acelei structuri de a-și lăsa urmași direct sau indirect (prin intermediul unei structuri vii).

Dacă vom face o comparație între tipurile de entități aparținând celor două mari categorii de organisme (procariote și eucariote) și virusuri (Fig. 1.), vom constata ca elemente comune, următoarele:

1. genomul alcătuit din aceiași acizi nucleici;
2. acizii nucleici virali conțin, ca și în cazul pro- și eucariotelor informația genetică necesară pentru propria multiplicare și, pentru biosinteza unor substanțe complexe;
3. program genetic propriu în ADN și memorie în ARN,
4. membrana celulară, învelișul viral, capsida virală cu rol de protecție ș.a. reprezintă o altă componentă comună a organismelor vii.

În general, acizii nucleici reprezintă entități esențiale, deoarece ele exprimă unități informaționale, necesare, generale și stabile ale proceselor vitale. Între acizii nucleici caracteristici organismelor vii și cei ai virusurilor există relații de afinitate. Fiecare bază azotată posedă forțe de atracție către o bază complementară cu care formează pereche. Prin extindere, pornind de la acest adevăr, considerăm că toate entitățile purtătoare de acizi nucleici (inclusiv virusurile) aparțin viului și ca urmare au organizare celulară.

Pentru că virusurile sunt organisme nanometrice, propunem ca celula virală să fie numită *celoid* (lat. *cella*, dim. *cellula*, celulă mică; gr. *eidos*, asemănător), iar genomul viral alcătuit din ADN sau ARN, *nucleoid* (lat. *nucleus*, nucleu mică; gr. *eidos*, asemănător), ca și în cazul procariotelor (Fig. 1.).

Conform acestui punct de vedere, celula este unitatea informațională a organismelor vii, capabilă de a-și lăsa urmași prin intermediul acizilor nucleici.

Alte definiții aparținând biologiei celulare, în care sunt excluse virusurile, sunt redate în continuare; se va vedea faptul că ele au același conținut, datorită perioadei în care au fost elaborate.

Virchow Rudolf (1858)

„Celula este ultimul element morfologic al tuturor corpurilor vii și noi nu avem dreptul să căutăm activitatea vitală reală în afara ei.“

M. Schleiden și Th. Schwann (1870) în teoria celulară:

1. „celulele sunt unități elementare ale vieții;
2. celulele diferitelor organisme sunt omoloage în ceea ce privește structura lor;
3. înmulțirea celulelor are loc pornindu-se de la o celulă inițială;
4. organismul pluricelular constituie un ansamblu de celule complex, reunind într-un întreg sistemul eterogen de țesuturi și organe conexate între ele prin multiple procese de reglare intercelulară.“

M. Schleiden (1870)

„Fiecare celulă duce o viață dublă: una autonomă, cu dezvoltarea sa proprie și alte mediată, în măsura în care a devenit parte integrantă a unei plante.“

Th. Schwann (1874)

„Fiecare celulă este un cetățean“. „Animalele cu formele lor variate se nasc, de asemenea numai din celule cu totul analoage celor ale plantelor.“

Cl. Bernand (1896)

„Protoplasma este agentul manifestațiunilor vitale ale celulei.“

E. Haeckel (1909)

„Nucleul și protoplasma, nucleul intern și protoplasma externă, iată singurele părți esențiale ale unei adevărate celule. Restul este secundar, accesoriu.“

Ch. Sherrington (1940)

„Ca o componentă a corpului, celula nu este numai o unitate demarcată vizibil, ci și o unitate de viață concentrată asupra ei înșiși. Ea își duce viața proprie... . Celula este o unitate de viață, iar viața noastră, care la rândul ei este o viață unitară, este alcătuită numai din vieți celulare.“

E. Schrodinger (1950)

„ ... astfel, o celulă a corpului meu este, în medie, doar al 50-lea sau al 60-lea descendent al ovulului care am fost.“

C.N. Hinshelwood (1956)

„Anumite procese de adaptare sunt reversibile și confirmă astfel părerea după care, celula poate să treacă prin modificări cu caracter de adaptare, prin autoreglare dinamică.“

P. Weisz (1963)

„În ultimă analiză deci, cea mai mică unitate a eredității trebuie considerată celula ca întreg.“

Fr. Jacob (1970)

„Așadar, celula este cea căreia trebuie să i se atribuie proprietățile viului.“

„Celula este aceea care asigură contiunuitatea viului.“

„Celula este față de moleculă ceea ce molecula este față de atom: un nivel superior de integrare.“

„Cel mai neînsemnat organism, cea mai mică celulă, cea mai neînsemnată moleculă proteică este rezultatul unei experimentări care a continuat fără răgaz timp de două miliarde de ani.“

M. Ionescu Varo (1976)

„Celula, ca numitor comun al materiei vii, are caracter informațional și finalizat, caracter istoric, însușirea de integralitate, cu funcții care se desfășoară după un program.“

M. Andrei (1973)

„Celula poate fi definită ca unitatea morfologică și funcțională a materiei vii de a-și duce viața independent sau în complexe de interdependență. Din punct de vedere cibernetic (sistemic sau organizatoric) celula reprezintă un sistem biologic deschis în care constituenții săi uniți prin conexiuni inverse funcționează ca mecanisme care se autoreglează în așa fel încât între ei se realizează un echilibru dinamic, determinând în ultimă instanță economisirea resurselor proprii, utilizarea maximă și optimă a resurselor mediului, autoconservarea și autoreproducerea.“

„O celulă reprezintă un sistem biologic atunci când este echivalentă cu un singur organism, așa cum este cazul plantelor inferioare unicelulare, de sine stătătoare dacă este vorba de o celulă a unui țesut este evident că nici ea nici țesutul din care face parte nici organul sau complexul de organe, nu sunt echivalente cu organismul întreg. Ea reprezintă în acest caz, doar o parte componentă – un subsistem – al unui sistem mai complex: țesutul – organul – organismul.“

I. Diclescu (1978)

„Nivelul de organizare celular reprezintă structura cea mai simplă de organizare a lumii vii și de aceea forma cea mai generală.“

M. Andrei (1978)

Definește celule ca „unitatea morfologică și funcțională a materiei vii capabilă de a-și duce viața independent (plante unicelulare) sau în complexe celulare interdependente (plante pluricelulare). Din punct de vedere sistemic, celula reprezintă un sistem biologic deschis în care componentele sale unite prin conexiuni inverse funcționează ca mecanisme ce se autoreglează în așa fel încât între ele se realizează un echilibru dinamic, determinând în ultimă instanță autoconservarea, autodezvoltarea și autoreproducerea.“

R.J.F. Taylor (1979)

„Celula eucariotă este un multiplu al celulei procariote.“

Ionescu-Varo Mircea și colab. (1981)

„Celula este unitatea de structură fundamentală a materiei vii în cadrul căreia aceasta există.“



G. Zarnea (1983)

„Cele mai simple entități vii și în același timp unitatea fundamentală care stă la baza organizării tuturor sistemelor biologice este celula.“

G. Zarnea (1983)

„Celula eucariotă, mai complexă decât cea procariotă este unitatea de structură a tuturor celorlalte animale, a plantelor vasculare, a briofitelor, a fungilor, a grupurilor de alge.“

Ilie Diclescu și colab. (1983)

„Unități elementare de organizare a materiei vii, aflate în relații de echilibru cu mediul înconjurător, cu capacitate de autoreglare și de adaptare la variațiile condițiilor de mediu.“

„Celula este un sistem extrem de complex de specii de molecule heterogene.“

„Celula este unitatea elementară a lumii vii, produs al unei îndelungate evoluții, cu o ordine internă complexă ce-i conferă capacitatea de creștere, dezvoltare și reproducere, precum și cu organizare dinamică aflată în relații de echilibru cu mediul înconjurător.“

Gheorghe Benga (1985)

„Considerând celula ca sistem biologic deschis prezintă însușirile generale ale sistemelor biologice ca însușiri ale celulelor: caracter istoric, informațional, cu program, echilibru dinamic, autoreglare, heterogenitate și integralitate.“

Teofil Crăciun și Luana-Leonora Crăciun (1989)

„Celula este o unitate de construcție, de organizare a materiei vii, a oricărui organism viu.“

William H. Telfer și Donald Kennedy (1986)

„Celula este unitatea structurală și funcțională de bază la toate organismele.“

M. Andrei (1987)

„Celula asigură conservarea unor structuri preexistente.“

M. Andrei și colab. (1999, 2001, 2002)

„Ținând seama de însușirile sistemelor biologice din care face parte și celula definesc celula ca un sistem sau subsistem viu, universal cu caracter informațional, cu capacități de autoreglare și autoconservare în care se desfășoară procese vitale cu caracter finalizat.“

„Întregim definiția anterioară cu următoarea formulare: celula este un sistem/subsistem biologic (deschis), cu caracter istoric, informațional și unitar în stare de echilibru dinamic, cu capacități de autoreglare și autoconservare în care se desfășoară procese vitale cu caracter finalizat.“

Toma Constantin și Mihaela Niță (2000)

„Celula este unitatea morfo-funcțională elementară a tuturor organismelor procariote și eucariote. Ea reprezintă un prim nivel de organizare a materiei vii, dotat cu capacități de autoreglare, autoconservare și autoreproducere.“

Martin A. Elisabeth și colab. (2005)

„Celula este unitatea morfo-funcțională a tuturor organismelor vii, care se poate reproduce exact.“

M. Andrei și colab. (2009)

„Celula – unitatea structurală, funcțională și informațională care intră în alcătuirea organismelor procariote și eucariote, uni- și pluricelulare.“

Toma Constantin (2009)

„Cea mai mică formă de organizare a materiei vii, capabilă de a îndeplini funcțiile necesare menținerii stării vii: metabolism, creștere, reproducere.“

Am lansat o provocare la care așteptăm alte definiții și alte puncte de vedere cu privire la conceptul de viu și de celulă în etapa biologiei moleculare.

Pe baza celor menționate extindem conceptul de celulă la toate structurile înzestrate cu acizi nucleici, protejate de un înveliș, celelalte componente ale celulei clasice le socotim ca accesorii, secundare.

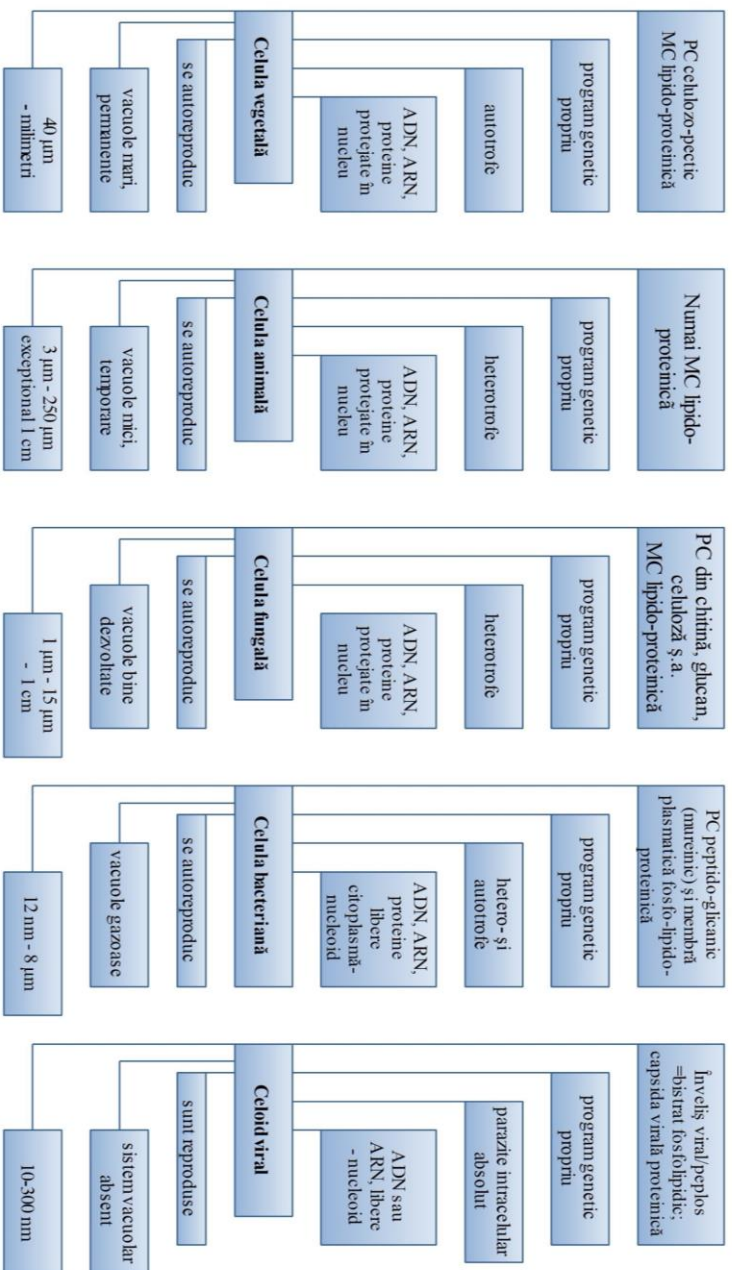


Fig. 1. Caracteresle esențiale, discriminatorii dintre tipurile de celule în lumea vie: PC-perete celular, MC-membrană ctioplasmatică, 1 μm=1/1000 mm=10<sup>-5</sup> mm; 1 mm=1/1000 μm=10<sup>-6</sup> mm.

## BIBLIOGRAFIE

1. ANDREI M., 1978. Anatomia plantelor. Edit. Did. și Ped., București.
2. ANDREI M., DOBRE C.M., SOARE C., PASCALE G., PREDAN G.M.I., 2009. Dicționar de biologie clasică și actuală. Edit. VictorBVictor.
3. CRĂCIUN T., CRĂCIUN L.L., 1988. Dicționar de Biologie, Edit. Albatros, București.
4. DICULESCU I. ONICESCU D., BENGHA GH., POPESCU L.M., 1983. Biologie celulară. Edit. Did. și Ped., București.
5. IVĂNESCU L., ZAMFIRACHE M.M., 2010. Profesorul Constantin Toma la a 75-a aniversare. Edit Graphys, Iași.
6. IONESCU VARO M., DUMITRIU GH, DELIU C., 1981. Biologie celulară. Edit. Did. și Ped., Martin A.E., ș.a., 2005. Oxford dicționar de medicină. Ediția a 6-a, Edit. Bic All.
7. MIHAESCU GR. 2000. Microbiologie generală și virologie. Edit. Univ. București.
8. TĂNASE C., MITITIUC M., 2001 Micologie. Edit. Univ. Al.I. Cuza, Iași.
9. TOMA C., NIȚĂ M., 2000. celula vegetală. Edit. Univ. Al.I. Cuza, Iași.
10. TOMA C., 2002. Strategii evolutive în regnul vegetal. Edit. Univ. Al.I. Cuza, Iași.
11. WILLIAM T.H., KENNEDY D., 1986. Biologia organismelor. Edit. Șt. și Encicl., București.
12. ZARNEA G., MIHĂESCU Gr, 1977. Virologie generală. Edit. Univ. București.
13. ZARNEA G., 1983. Tratat de microbiologie generală, vol I., Edit. Acad. R.S.R.

# MICROBIOLOGIA ȘI NANOTEHNOLOGIILE (DE LA MICROBIOLOGIE LA NANOMICROBIOLOGIE?)

Ioan ARDELEAN\*

**Abstract:** *This contribution shows the interplay between Microbiology and Nanotechnologies with special emphasis on different ultrastructural components of microbial cells as nanostructures (flagellum, S- layers, ATP-ase etc.) of interest for Nanobiotechnologies as well as of the use of intact microbial cells for nanoparticle biosynthesis and the study of biocompatibility/ cytotoxicity of different nanoparticles. The relationship between Microbiology and Nanotechnologies is discussed with respect to the (emerging) field of nanomicrobiology, and its fundamental and social significance.*

**Key words:** *microorganisms, nanotechnology, microbial nanostructures, biological nanomotors, nanomicrobiology*

## 1. Introducere

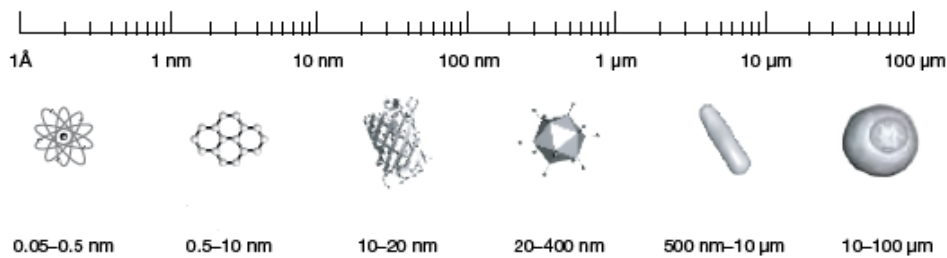
Este practic unanim acceptat faptul că inițierea dezvoltării nanotehnologiilor moderne are ca dată oficială de naștere anul 1959 atunci când celebrul laureat al Premiului Nobel pentru Fizică Profesorul Richard Feynman, într-o prelegere deschizătoare de noi orizonturi a emis predicția conform căreia în viitor omul va fi capabil să manipuleze materia la scară atomică. Savantul spunea: „Principiile Fizicii, atât cât le pot eu înțelege, nu argumentează împotriva posibilității de manevrare atom cu atom a obiectelor. Nu este nici o încercare de încălcare a vreunei legi; este ceva care, în principiu, poate fi realizat; nu s-a realizat în practică, deoarece noi suntem prea mari” (Faymann, 1959). (*“The principles of physics, as far as I can see, do not speak against the possibility of maneuvering things atom by atom. It is not an attempt to violate any laws; it is something, in principle, that can be done; but in practice, it has not been done because we are too big”*).

Obiectele fizice din jurul nostru sunt caracterizate de dimensiuni foarte diferite, de la cele nanometrice (1nm=  $10^{-9}$  m) la cele foarte mari; astfel, din punct de vedere al dimensiunilor fizice ființa umană este mai apropiată de înălțimea Everestului (ceva mai puțin de  $10^4$  m) decât de dimensiunea structurilor ce fac obiectul nanotehnologiilor ( $10^{-9}$  m-  $10^{-7}$  m)!

---

\* Institutul de Biologie București (Academia Română); Universitatea Ovidius, Constanța

În figura următoare sunt reprezentate diferite tipuri de structuri, nevii sau vii, și scala lor de mărime.



**Fig. 1. Reprezentarea schematică (în scală logaritmică de mărime) a diferitelor structuri:** atomi (0,05 și 0,5nm), molecule de coloranți (0,5nm-10nm), proteine tipice (10-20 nm), particule virale mature (20-400nm), bacterii tipice (500nm-10.000nm) și celula eucariotă tipică (10.000-100.000nm)

Termenul de nanotehnologie a fost definit pentru prima oară în anul 1974 de către Norio Taniguchi care spunea următoarele: Nano-tehnologia constă în primul rând în procesarea, separarea, consolidarea și deformarea atom cu atom sau moleculă cu moleculă a materialelor ("*Nano-technology mainly consists of the processing of, separation, consolidation, and deformation of materials by one atom or one molecule*"). De la acea dată au evoluat mai multe definiții ale termenului, care nu fac obiectul acestei prezentări; în mod esențial au fost incluse ca obiecte de studiu și utilizare pentru nanotehnologie cele care au una dintre dimensiuni mai mică de 100nm.

Impactul nanotehnologiilor asupra diferitelor alte științe și societății umane în ansamblul său este ilustrat cu claritate de către Mihail Rocco: "cercetările recente la scala nanometrică efectuată asupra sistemelor biologice a creat unul dintre cele mai dinamice domenii ale științei și tehnologiei, domeniu aflat la confluența științelor fizice, ingineriei moleculare, biotehnologiei și medicinei. Acest domeniu include o mai bună înțelegere atât a sistemelor vii cât și a sistemelor capabile de gândire, a proceselor biotehnologice revoluționare, a sintezei de noi medicamente și a administrării lor cu precizie și în mod exclusiv către organul țintă, a medicinei regenerative și ingineriei neuromorfe precum și dezvoltarea unui mediu înconjurător sănătos" (Rocco 2003).

Dezvoltarea microbiologiei (ca și a biologiei, în general) a beneficiat întotdeauna de utilizarea unor instrumente științifice dezvoltate de către alte științe, în primul rând de fizică și chimie. Contribuția fundamentală a fizicii și a chimiei la dezvoltarea științei la nivel nanometric și a nanotehnologiilor

nu putea să rămână fără un impact semnificativ asupra microbiologiei și a biologiei în ansamblul său. Istoric vorbind, primul tip de interacțiune dintre nanotehnologie și microbiologie a avut loc în secolul XX și l-a constituit folosirea ca instrumente de cercetare pentru microbiologie a unor instrumente sofisticate care permit realizarea unor imagini mărite de zeci sau sute de milioane de ori ale unor obiecte naturale. Astfel, inventarea în 1981 a microscopului de baleaj a permis omului vizualizarea pentru prima dată a imaginii atomilor; acest tip de microscop, pentru care inventatorii săi au primit Premiul Nobel în 1986, a fost și este intens folosit atât pentru studiul structurilor lipsite de viață cât și pentru studiul structurii celulelor și organismelor. Exact în anul în care descoperirea microscopului de baleaj era recompensată cu Premiul Nobel, o altă descoperire științifică esențială pentru dezvoltarea nanotehnologiilor și a nanobiotehnologiilor suscită atenția oamenilor de știință: microscopul de forță atomică care are câteva avantaje comparativ cu microscopul de baleaj. Astfel, microscopul de forță atomică permite vizualizarea atomilor din substanțe care nu conduc curentul electric, permite determinarea forțelor de interacțiune dintre două corpuri de dimensiuni nanometrice, având și posibilitatea de a muta cu precizie pe o suprafață obiecte de dimensiuni nanometrice, inclusiv atomi. Pe baza acestei ultime capacități, în anul 1989, 35 de atomi de xenon au fost mutați unul câte unul și dispuși în mod ordonat pe o suprafață scriindu-se inițialele „IBM „. Folosirea microscopului de forță atomică în cercetările de microbiologie cunoaște o dezvoltare explozivă în ultimii aproximativ 20 de ani, dezvoltare care a permis investigarea celulelor procariote și eucariote în stare deshidratată, dar și vii, în mediu lichid, direcții de cercetare care constituie una dintre principalele componente ale nanobiotehnologiilor actuale.

În acest context, este important pentru formarea generațiilor foarte tinere care acum sunt pe băncile școlii, să știe că microbiologia, biologia în ansamblul său este o știință de foarte mare importanță fundamentală și aplicativă pentru omenire, inclusiv în domeniul aflat în dezvoltare explozivă al nanotehnologiilor în care, împreună cu Științele Fizice și Chimice, Științele Biologice au contribuții esențiale pentru propria lor dezvoltare și pentru dezvoltarea celorlalte domenii.

Nanotehnologia ca știință are o istorie recentă, dar este de remarcant faptul că în istoria omenirii s-au produs obiecte de artă sau arme ale căror proprietăți deosebite știm astăzi că sunt datorate existenței unor structuri cu dimensiuni nanometrice în produsele respective. Un exemplu celebru este constituit de către cupa lui Lycurgus, care datează din secolul IV î.e.n. fiind opera unor meșteri sticlari romani. Aceștia au descoperit pe baze empirice,

fără a înțelege mecanismul concret, faptul că obiectele fabricate din sticlă pot fi colorate în roșu prin adăugarea controlată a unor metale prețioase în sticla aflată în stare topită. Culoarea acestei cupe este roșie în lumina transmisă și verde în lumina reflectată (Fig. 2.) ceea ce, încă din acele timpuri și până în zilele noastre, a contribuit la valoarea artistică, istorică și comercială a acestui tip de produse.



**Fig. 2. Cupa lui Lycurgus în lumină transmisă (imagine roșie) și în lumină reflectată (imagine verde)**

Cercetări minuțioase din secolul XX au evidențiat pe baze științifice și cu claritate faptul că aceste proprietăți optice sunt determinate de prezența nanoparticulelor de aur sau de argint în sticlă. Perfecționarea pe baze empirice a tehnicii de producere a unor asemenea obiecte de artă a avut loc în evul mediu, confecționarea vitraliilor bazându-se pe introducerea, mult mai reproductibilă acum în evul mediu decât în antichitate tocmai datorită dezvoltării meșteșugului respectiv, a unor metale prețioase sub formă de nanoparticule de diferite dimensiuni care determinau și culori diferite ale vitraliului respectiv. Tot în secolul XX s-a demonstrat că în structura spadelor de Damasc intră componente nanometrice esențiale pentru calitățile mecanice ale acestor arme redutabile, a căror confecționare era evident ținută secret; meșterii respectivi, chiar dacă nu aveau o explicație științifică pentru cauza calității spadelor produse, știau să păstreze secretul



modului concret de a fabrica și finisa arma respectivă. Și exemplele de obiecte clasice ce conțin nanoparticule ar putea continua.

La ora actuală, chiar în viața omului obișnuit există multe obiecte accesibile spre cumpărare în magazine, care conțin în componența lor particule de dimensiuni nanometrice. În figura următoare sunt prezentate câteva dintre aceste produse.



**Fig. 3. Obiecte de uz curent care conțin nanoparticule:** emulsii de uz cosmetic care conțin nanoparticule de aur (așa cum se vede în imaginea din mijloc, nanoparticule de aur cu dimensiuni diferite, produc suspensii de culori diferite) sau bandaje de uz sanitar impregnate cu nanoparticule de argint

Dezvoltarea nanotehnologiilor în prezent ca și în viitor nu este lipsită de pericole potențiale. Astfel, potențialul citotoxic al diferitelor tipuri de nanoparticule poate crea amenințări la adresa diferitelor tipuri de organisme sensibile la asemenea nanoparticule, care ar putea cuprinde chiar și omul. Toxicitatea asupra unor organisme din mediile naturale ar putea contribui la dezechilibre ecologice în structura și funcționarea unor ecosisteme, cu efecte nebanuite la ora actuală asupra altor ecosisteme.

În plus, ținând cont că în istoria omenirii progresele tehnologice și științifice au fost exploatate mai întâi în domeniul militar, este foarte posibil ca citotoxicitatea nanoparticulelor să fie abordată sistematic de către state

democrate, dictatoriale sau de către organizații teroriste pentru dezvoltarea de noi arme de distrugere în masă, care să „țintească” exclusiv populația umană. Dezvoltarea unor nanostructuri capabile de autoasamblare și autoreparare ar putea conduce la dezvoltarea de către om a unor asemenea sisteme - cu dimensiuni fizice diferite - dar bazate pe nanostructuri - dotate cu capacitatea de automultiplicare / multiplicare independentă de intervenția omului. Asemenea sisteme ar putea conține nanocomponente sintetizate de către celule vii, integrate cu alte tipuri de componente, dar partea cea mai interesantă științific este mimarea/preluarea/utilizarea programelor genetice ale diferitelor celule sau ființe, pentru construirea de programe care să controleze sistemele / obiectele construite cu nanostructuri.

Asemenea sisteme ar fi benefice pentru activități în medii ostile, inclusiv pentru explorarea și exploatarea resurselor altor corpuri cerești, dar și pentru activități militare. Asemenea sisteme ar putea deveni, totuși, o amenințare pentru omenire; ceea ce la ora actuală face subiectul unor pelicule cinematografice *horror SF*, putând deveni în viitorul nu foarte îndepărtat o realitate *horror*. (Este de reamintit fraza celebră a unui gânditor de acum 4 secole care realiza faptul că cea mai eficientă armată de pe planeta noastră ar fi aceea ai cărei soldați ar fi invizibili datorită dimensiunilor lor foarte mici „*Nor do I doubt if the most formidable armies ever heere upon earth is a sort of soldiers who for their smallness are not visible.*” Sir William Perry, on microbes, 1640).

## **2. Microbiologia și nanotehnologiile**

Interconexiunea complexă dintre microbiologie și nanotehnologie care are loc în perioada actuală este și rezultatul contribuției microbiologiei la dezvoltarea cunoașterii umane precum și al tezaurului natural care îl constituie microorganismele. Aceste organisme de dimensiuni microscopice (în sens biologic) oferă modele naturale de nanostructuri funcționale și de programe biologice ce controlează procese importante precum creșterea și multiplicarea celulară, propagarea în timp și spațiu, autoasamblarea unor nanostructuri [(macro)molecule de exemplu], reglarea proceselor biochimice complexe organizate în căi catabolice, anabolice, amfibolice etc.

Fără a face aici o istorie a microbiologiei se cuvine să reamintim totuși cititorilor noștri care constituie un public educat și avizat faptul că microbiologia a fost un participant esențial în trei dintre Revoluțiile Științifice care au marcat istoria științei în secolul trecut: revoluția biologiei moleculare, revoluția biotehnologică și revoluția în Filogenia moleculară, participare care îi permite în prezent să fie un participant activ la

dezvoltarea nanotehnologiei. Succint, se cuvine a ne reaminti împreună câteva dintre caracteristicile esențiale ale acestor trei revoluții științifice.

Emergența și dezvoltarea biologiei moleculare este rezultatul activității inteligente a unor specialiști cu studii de bază în diferite domenii ale științei care prin utilizarea unor metode complexe, unele inventate chiar de ei, într-o ambianță interdisciplinară, au permis pătrunderea cunoașterii umane în substratul material și înțelegerea determinismului la nivel molecular a unor caractere fenotipice, înțelegerea la nivel molecular a structurii moleculelor de acizi nucleici, a replicării acestora, a transcrierii și traducerii informației genetice, precum și a altor funcții ale diferitelor tipuri de acizi nucleici. În acest context, Biologia a interacționat activ împreună cu Fizica și Chimia la nivel conceptual și la nivelul obiectelor de studiu și al metodelor de studiu.

Microbiologia a oferit material de studiu esențial pentru emergența și dezvoltarea biologiei moleculare, începând cu pneumococul utilizat de către Griffiths în experimentele sale de mare frumusețe logică publicate în 1928, și de către Avery și colab. (1944). Deasemena diferitele tulpini bacteriene defective în sinteza unui sau mai multor aminoacizi, sau incapabile de a utiliza un anumit glucid (tulpini mutante obținute prin tehnicile geneticii clasice, dar care folosite într-un cadru conceptual și metodologic inovator) au permis progrese esențiale în cunoașterea la nivel molecular a reglării biosintezei proteinelor, al schimbului de material genetic și a altor procese biologice fundamentale.

Dezvoltarea biologiei moleculare a condus, printre altele, și la identificarea și izolarea unor molecule necunoscute anterior, așa cum sunt de exemplu enzimele de restricție care permit clivarea moleculelor de ADN la situsuri specifice. Aceste enzime au devenit instrumente de dimensiuni moleculare care au început a fi folosite *in vitro* de către oamenii de știință pentru a obține anumite fragmente de ADN, pentru a le studia structura primară, interacția cu alte molecule de ADN. Introducerea acestor molecule de ADN modificate genetic în celule procariote și selectarea acelor celule în care molecule de ADN modificate genetic sunt folosite pentru transcriere și traducere a deschis posibilitatea, printre altele, a folosirii bacteriilor modificate genetic pentru producerea de substanțe utile omului, pe care bacteria respectivă nu le producea în mod natural. Modificarea genetică a unor tulpini de *Escherichia coli*, fiecare tulpină fiind modificată genetic în sensul dobândirii capacității de a sintetiza una dintre cele două catene de aminoacizi care compun molecula de insulină activă a condus la dezvoltarea primei biotehnologii moderne, biotehnologie bazată pe utilizarea conștientă a biologiei moleculare. Biotehnologiile moderne (sau simplu

biotehnologiile) constituie o altă revoluție științifică majoră a secolului XX, ca urmare a mariajului, confluenței microbiologiei industriale (dar și altor discipline biologice) cu biologia moleculară, cu participarea la fel de importantă a altor domenii ale științei și tehnologiei.

Sistemele de clasificare filogenetică, dezvoltate pe fundamentul biologiei moleculare, se bazează pe analize chimice la nivel molecular care caută drumul evoluției filogenetice de miliarde de ani a procariotelor, organismelor în general, în structura actuală a unor macromolecule (acizi nucleici, proteine etc.) care intră în compoziția chimică a viului. În clasificarea filogenetică, accentul este pus pe moleculele care fie poartă informația genetică (ADN) fie sunt rezultatul transcrierii (diferite tipuri de ARN) și traducerii informației genetice (diferite tipuri de proteine). Pornind de la ipoteza că aceste molecule conțin informație referitoare la istoria filogenetică a organismului respectiv, s-a propus analiza și compararea acestora la diferite tulpini și specii pentru a se stabili legăturile filogenetice între tulpinile și speciile respective. Astfel, începând cu anii 80 ai secolului XX, tehnici de biologie moleculară au permis analizarea minuțioasă a diferitelor tipuri de molecule ceea ce a deschis calea unei adevărate clasificări filogenetice. Astfel, prin studiul structurii primare a ARN ribozomal 16S provenind de la 40 de specii bacteriene ce aparțineau, conform taxonomiei tradiționale, la 18 genuri, în anul 1975, Carl Woese a arătat că cele 40 de specii sunt grupate în două grupuri semnificativ diferite unul de celălalt. Continuând aceste cercetări, Woese a demonstrat că bacteriile din taxonomia tradițională pot fi clasificate în două grupuri diferite; unul pe care l-a denumit al bacteriilor adevărate și altul denumit inițial al archaeobacteriilor (1977) apoi, 13 ani mai târziu, au fost redenumite *Archaea*, pentru a scoate în evidență faptul că aceste procariote nu sunt bacterii (1990). Microorganismele din Domeniul *Archaea*, deși din punct de vedere structural sunt procariote la fel ca și microorganismele din Domeniul *Bacteria*, din punct de vedere al unor caractere moleculare, sunt deosebite atât de bacterii cât și de eucariote. Deosebiri moleculare vizează printre altele structura primară a moleculei de ARN ribozomal, structura ARN-polimerazei precum și diferențe referitoare și la alte molecule și procese.

Dezvoltarea tuturor acestor cercetări la nivel molecular a revoluționat taxonomia întregii lumi vii, viziunea aproape unanim împărtășită de către specialiști consideră că organismele sunt împărțite în trei mari Domenii: *Bacteria*, *Archaea* și *Eucarya*.

Cercetările în domeniul filogeniei și clasificării moleculare sunt în plină dezvoltare, iar acumularea datelor moleculare odată cu secvențierea unui număr tot mai mare de genoame va permite în viitor compararea la

nivel molecular a unui număr mult mai mare de specii procariote și eucariote, inclusiv validarea suplimentară și dezvoltarea sistemului actual de clasificare filogenetică care este bazat pe existența a trei Domenii: *Bacteria*, *Archaea* și *Eucarya*.

Contribuția esențială a microbiologiei la aceste trei revoluții științifice, extrem de succint reamintite în rândurile anterioare, este importantă nu doar pentru istoria științei și tehnologiei din secolul XX, dar și pentru potențialul științific cu care microbiologia interacționează puternic și fecund cu actuala revoluție în nanotehnologie.

Înțelegerea la nivel molecular a relațiilor structură-funcție în lumea vie a vizat toate aspecte esențiale ale viului, inclusiv metabolismul, creșterea și diferențierea celulară, etc. Astfel, începând cu deceniile VI și VII ale secolului XX majoritatea covârșitoare a principalelor cercetări revoluționare în Biologie pe plan internațional vizau înțelegerea la nivel molecular a viului, dar fără posibilitatea tehnică de a studia sau controla fiecare moleculă în parte. În ultimii 20 de ani, odată cu dezvoltarea nanotehnologiilor a devenit însă posibil studiul fiecărei molecule în parte, ceea ce constituie specificul studiilor la nivel nanometric, existând autori consacrați care vorbesc despre emergența la ora actuală a unei noi științe – nano (micro)biologia (a se vedea mai jos).

La această interacțiune cu nanotehnologia, microbiologia mai participă și cu tezaurul său natural, constituită de microorganismele însele. Astfel, microorganismele, ca și celulele macroorganismelor de altfel, oferă nenumărate exemple de nanostructuri de origine biologică precum și de modele de inspirație în ceea ce privește asamblarea structurală și funcțională a nanostructurilor de origine biologică, funcționarea lor la nivel subcelular, celular, și populațional, precum și propagarea lor în spațiu și timp, inclusiv evoluția biologică.

Practic toate componentele ultrastructurale ale unei celule procariote se încadrează în definiția unanim acceptată de nanomaterial, având măcar una (dacă nu cumva chiar toate cele trei dimensiuni) de ordinul nanometrilor, dar nu mai mult de 100nm. Evident, nu este aici locul să prezentăm ultrastructura celulei procariote, cititorii având acces la tratate sau manuale universitare care le pot reîmprospăta aceste cunoștințe științifice (de exemplu Zarnea 1983,1984,1986; Bîlbîie și Pozsgî 1984,1985; Buiuc și Neagu, 2008). Se cuvine, totuși, să scoatem în evidență caracteristica de nanostructuri funcționale măcar a unora dintre componentele ultrastructurale ale celulei procariote, selectând câteva dintre acele componente care au captat mai mult atenția și activitatea profesională a diferitelor tipuri de cercetători ce lucrează în domeniul nanotehnologiei și

al nanobiotehnologiei. Dintre acestea vom prezenta succint doar nanomotoarele moleculare (flagelul, ATP- sintetaza, proteina RecA) precum și straturile S care se găsesc la suprafața celulei multor procariote arheene și la unele bacterii, iar în subcapitolul următor sunt prezentate succint câteva dintre semnificațiile aplicative în nanobiotehnologie ale unor nanostructuri ale celulei procariote.

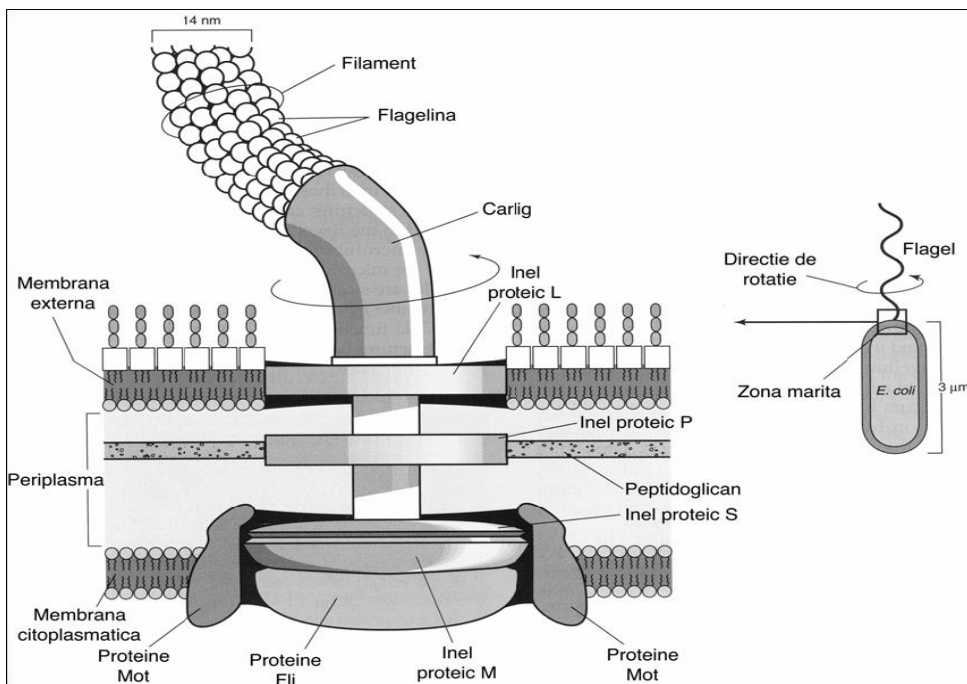
Flagelul bacterian este componentul ultrastructural al celulei procariote cel mai intens studiat de către echipele de cercetare interdisciplinare active în nanotehnologie. Flagelul are rol în locomoție acționând ca o elice pentru celula procariotă deoarece execută rotații complete (360 grade), cu o frecvență cuprinsă la diferite specii între 200-1000 rotații/min. În cursul funcționării sale, energia chimică procesată prin metabolismul energetic este convertită în energie mecanică de rotație, fiind încadrat în categoria nanomotoarelor biologice circulare, oferind nanotehnologiei un exemplu funcțional de motor la nivel nanometric.

Flagelul este alcătuit din trei structuri principale: corpul bazal, articulația sau cârligul și filamentul extracelular. În ansamblul său, flagelul se ancorează în membrana plasmatică, străbate peretele celular (Gram-pozitiv sau Gram-negativ) și glicocalixul, fiind vizibil în mediul înconjurător al bacteriei ca filamentul helical extracelular (Fig.4.).

Principalul rol biologic al flagelului este asigurarea motilității bacteriilor. Mecanismul precis prin care se realizează mișcarea flagelului este în curs de descifrare. Corpusculul bazal este porțiunea cea mai importantă pentru realizarea rotațiilor deoarece funcționează ca un motor rotativ. Cuplul de forțe de torsiune care determină de fapt rotația axului ia naștere între discul M, cu rol de rotor, și discul S, cu rol de stator. Motorul flagelare se rotește cu 270 rotații/secundă la *E. coli* și cu 1.100 rotații/secundă la *Vibrio alginolyticus*. Mecanismul intim care pune în mișcare de rotație bastonașul, cârligul și filamentul extracelular nu este pe deplin elucidat. Rotația flagelului are loc cu consum de energie din partea celulei, sursa de energie fiind gradientul de protoni generat în cursul metabolismului.

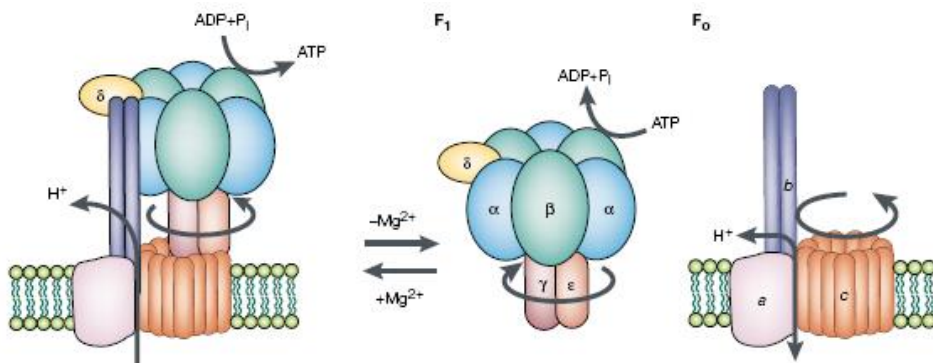
Mecanismul intim care pune în mișcare de rotație bastonașul, cârligul și filamentul extracelular nu este pe deplin elucidat. Rotația flagelului are loc cu consum de energie din partea celulei, sursa de energie fiind gradientul de protoni generat în cursul metabolismului. În condiții fiziologice, la exteriorul membranei plasmatică concentrația protonilor este mai mare decât pe fața internă a membranei plasmatică. Se consideră că, trecerea protonilor de la exterior la interior prin proteinele Mot conduce la imprimarea unei mișcări de rotație a flagelului; s-a calculat că pentru o

rotație completă (360 grade) a flagelului este nevoie de trecerea prin proteinele Mot a 1000 de protoni. Consumul energetic pentru rotația flagelului este semnificativ pentru celula bacteriană, dar avantajele oferite de deplasarea activă și controlată a celulei procariote sunt și ele semnificative. Viteza de deplasare a bacteriei cu ajutorul flagelului este de 20.000-80.000 nm/s, astfel încât într-o secundă o bacterie se deplasează pe o distanță care este de 40 de ori mai mare decât lungimea ei. Pentru comparație, ghepardul parcurge într-o secundă de trei ori lungimea corpului său, și face aceasta pentru perioade scurte (câteva minute) comparativ cu o bacterie cu flagel, bacterie care pare să fie în continuă mișcare. Acest tip de cercetări demonstrează eficiența acestui nanomotor biologic, stimulând specialiștii în nanotehnologie pentru construirea de nanomotoare cu performanțe similare fie din proteine native, fie din proteine modificate genetic, fie din componente de altă natură chimică, dar care să funcționeze pe aceleași principii.



**Fig. 4. Reprezentarea schematică a ultrastructurii flagelului și a ancorării sale în peretele celular și în membrana plasmatică la bacteria Gram-negativă *Escherichia coli*.** (Disponerea flagelilor la *Escherichia coli* este peritrihe dar, în această imagine este prezentat, pentru simplitate, doar un singur flagel. Atunci când flagelul se rotește în sens antiorar -așa cum este prezentat în figură- bacteria se deplasează în linie dreaptă (după Madigan și colab., 1997)

Un alt tip de nanomotor circular este reprezentat de către ATP sintetaza (Fig.5.), complex enzimatic implicat în principal în conversia forței proton motoare generate în cursul fotosintezei oxigenice sau anoxigenice, a respirației aerobe sau anaerobe, sau în cursul funcționării bacteriorodopsinei (și a moleculelor asemănătoare ei, precum proteorhodopsina) în energia folosită pentru sinteza moleculei de ATP dintr-o moleculă de ADP și fosfat anorganic.



**Fig. 5. Reprezentarea schematică a complexului molecular ATP sintetază** format din cele două componente multiproteice ( $F_0$  și  $F_1$ ) care se pot asambla reversibil în funcție de concentrația ionilor de calciu. În cursul funcționării sale, forța protonmotoare este folosită pentru sinteza de ATP care este intim dependentă de activitatea de motor circular a complexului molecular (figurată succint în imagine printr-o săgeată cu sensul invers acelor de ceasornic)

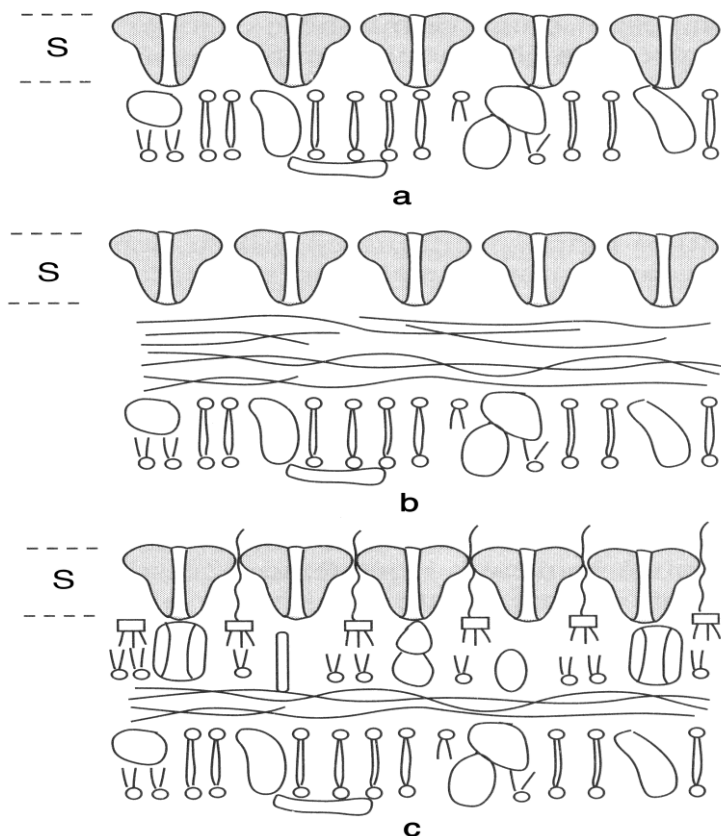
În procariote (dar și eucariote) se găsesc și nano-motoare liniare, care realizează lucru mecanic în sens liniar. Proteina RecA este o proteină ce poate exista ca moleculă izolată (situație în care NU este activă) sau ca oligomer – sub formă de proteină filamentoasă (spiralată) care este atașată de molecula de ADN monocatenară, formând astfel o nucleoproteină. Această alipire a mai multor monomeri de proteina Rec A la molecula de ADN constituie o etapă esențială în activarea biochimică a proteinei RecA. În esență, activitatea de nanomotor liniar a proteinei Rec A constă în lucrul mecanic necesar deplasării sale de-a lungul moleculei de ADN și a alinierii față în față a două catene de ADN în zonele lor de omologie, participând la catalizarea schimbului de fragmente de ADN la nivelul situsurilor omoloage. În cursul acestui proces se realizează și hidroliza ATP, energia eliberată în cursul acestei reacții fiind folosită printr-un mecanism în curs de elucidare pentru deplasarea moleculei de RecA și răsucirea



moleculii de ADN, care constituie esența activității motorii a proteinei RecA. Activitatea de nanomotor liniar a proteinei RecA, acum de interes și pentru nanotehnologie, este esențială pentru semnificația biologică a acestei enzime, ea fiind implicată în următoarele procese biologice esențiale pentru viața celulei procariote: recombinația omologă; repararea prin recombinație a ADN; mutageneza dependentă de procesul reparator și activarea sistemului reparator inductibil al ADN lezat structural (așa numitul sistem SOS).

Straturile S sunt rețele cristaline bidimensionale, compuse dintr-un singur tip de moleculă, proteină (sau glicoproteină), dispuse la suprafața (de unde și denumirea de straturi S) celulei procariote (Fig. 6.). Straturile S se găsesc la multe dintre procariotele aparținând Domeniului *Bacteria* și aproape la toate procariotele aparținând Domeniului *Archaea*. Moleculele de proteină sau glicoproteină se asociază între ele prin legături fizice formând rețele cristaline bidimensionale. Aceste rețele au o grosime cuprinsă, la diferite specii, între 5-25 nm și acoperă în întregime celula procariotă. Datorită naturii cristaline, straturile S au pori cu morfologie și mărime identică la o anumită specie; porii sunt în domeniul 2.8 nm. Straturile S sunt materiale de dimensiuni nanometrice, constituite prin autoasamblare, care îndeplinesc anumite funcții pentru celula procariotă, dar sunt importante și pentru construirea de către om a unor dispozitive la nivel nanometric. Funcțiile straturilor S sunt corelate, în principal, cu protecția mecanică și chimică a celulei. S-a calculat că, un procariot cu un timp de generație scurt (20 minute) trebuie să sintetizeze într-o secundă aproximativ 500 de copii ale proteinei (glicoproteinei), pentru a-și acoperi suprafața celulară cu stratul S.

Dezvoltarea microbiologiei precum și caracteristicile microorganismelor au determinat în ultimii ani o interrelație din ce în ce mai intensă și biunivocă, între microorganisme și nanotehnologii ceea ce a condus la dezvoltarea nanobiotehnologiilor; unele dintre realizările importante ale acestui nou domeniu fiind prezentate succint în continuare.



**Fig. 6. Reprezentarea schematică a dispunerii spațiale a stratul S la diferite tipuri de procariote din Domeniul *Bacteria* și *Archaea***  
 a) la microorganismele archaeene lipsite de perete celular, stratul S este singurul component celular ce acoperă membrana plasmatică; b) în cazul bacteriilor Gram-pozitive și la microorganismele archaeene cu perete celular, stratul S este situat la suprafața peretelui celular; c) la bacteriile Gram-negative stratul S este situat la suprafața externă a membranei externe (după Messner și Sleytr, din Leclerc și colab., 1995, modificat)

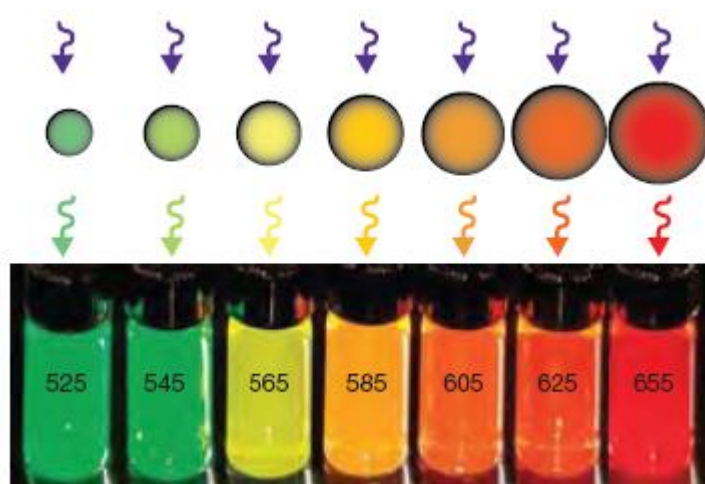
### 3. Implicarea microorganismelor în nanobiotehnologii

Acest domeniu de cercetare este în plină dezvoltare, în cele ce urmează putând găsi doar câteva dintre cele mai importante direcții.

Folosirea procariotelor ca model pentru studiile de biocompatibilitate /biotoxicitate ale diferitelor tipuri de nanoparticule/nanomateriale sintetizate de către om prin procedee strict fizico-chimice.

Obținerea de către om prin procedee abiotice a unor nanomateriale fie nude, fie modificate prin legarea unor molecule cu reactivitate chimică

deja bine cunoscută (anticorpi, grupări funcționale reactive chimic, antibiotice etc.) și răspândirea utilizării acestora necesită studii aprofundate referitoare la interacția acestor nanostructuri cu diferite tipuri de celule, inclusiv determinarea biocompatibilității sau al potențialului citotoxic al acestora. Diferitele tipuri de procariote constituie un material de studiu interesant și în acest sens, ca modele oarecum simplificate ale celulei eucariote, care vizează identificarea cu precizie a acelor nanostructuri care sunt toxice pentru diferitele tipuri de celule, inclusiv celule și țesuturi umane. Citotoxicitatea directă asupra procariotelor este importantă atât pentru dezvoltarea unor noi protocoale de cercetare a structurii și funcției procariotelor cât și pentru evitarea unor posibile catastrofe ecologice determinate de eliberarea accidentală a unor nanostructuri care ar afecta specific / preponderent procariotele din mediile naturale. În acest sens sunt folosite diferite tipuri de nanoparticule, cum ar fi doturile cuantice. Acestea au o structură complexă și proprietăți speciale, inclusiv capacitatea de a emite lumină fluorescentă a cărei lungime de undă depinde de dimensiunile acestor nanoparticule; nanoparticule de dimensiuni mai mici emit fluorescență cu lungime de undă mai mică decât fluorescența emisă de nanoparticule cu aceeași compoziție chimică, dar de dimensiuni mai mari (Fig. 7.).



**Fig. 7. Imaginea în fluorescență a unor suspensii de doturi cuantice de dimensiuni nanometrice diferite, care iradiate cu același tip de lumină, emit fluorescență cu lungimi de undă diferite**

Obținerea diferitelor tipuri de nanomateriale/nanoparticule prin reducerea de către procariote sau subsisteme ale acestora a unor săruri de

aur, argint, fier etc. este o direcție importantă în bionanotehnologie. Microorganismele sunt capabile să realizeze procese de biomineralizare, în cursul cărora se realizează obținerea unor minerale, sub formă amorfă sau de nanoparticule mai mult sau mai puțin omogene sub aspectul dimensiunilor și proprietăților. Un exemplu semnificativ pentru microbiologie și pentru bionanotehnologie este constituit de către acele bacterii acvatică care sintetizează intracelular nanostructuri denumite magnetosomi (Fig.8.). Magnetosomii sunt cristale de magnetită ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) sau greigită ( $\text{Fe}_3\text{S}_4$ ), înconjurate de o membrană fosfolipidică. Datorită magnetosomilor aceste bacterii manifestă capacitatea de orientare și migrare de-a lungul liniilor câmpului geomagnetic, de unde denumirea dată acestor procariote de bacterii magnetotactice. Principala semnificație biologică a magnetosomilor este considerată a consta în orientarea deplasării active a acestor bacterii pentru ocuparea acelor microzone cu condiții optime pentru creșterea și multiplicarea lor în medii naturale. Aparte de semnificația biologică a magnetosomilor, aceștia sunt de mare interes pentru cercetările de nanobiotehnologie deoarece proprietățile lor sunt superioare nanoparticulelor magnetice sintetizate de către om prin procedee abiotice. Aceste proprietăți permit utilizarea magnetosomilor cu succes pentru imobilizarea unor substanțe biologice active la suprafața lor (enzime, anticorpi, alte medicamente etc.), pentru obținerea unor agenți de contrast de mare rezoluție în investigațiile medicale, pentru distrugerea controlată și specifică a tumorilor etc.. Cercetări intense sunt depuse pentru cultivarea bacteriilor magnetotactice în condiții controlate (temperatură, valoare de pH, concentrație a sursei de fier etc.) și pentru obținerea unor cantități cât mai mari de magnetosomi. În acest sens, tot ca o ilustrare expresivă a întrepătrunderii dintre microbiologie și nanotehnologie, este obținerea nanocristalelor de magnetită ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) sau greigită ( $\text{Fe}_3\text{S}_4$ ) *in vitro* prin utilizarea ca matriță moleculară a unor proteine izolate din membrana magnetosomilor, care și *in vivo* sunt implicate în controlul biologic al sintezei magnetosomilor.

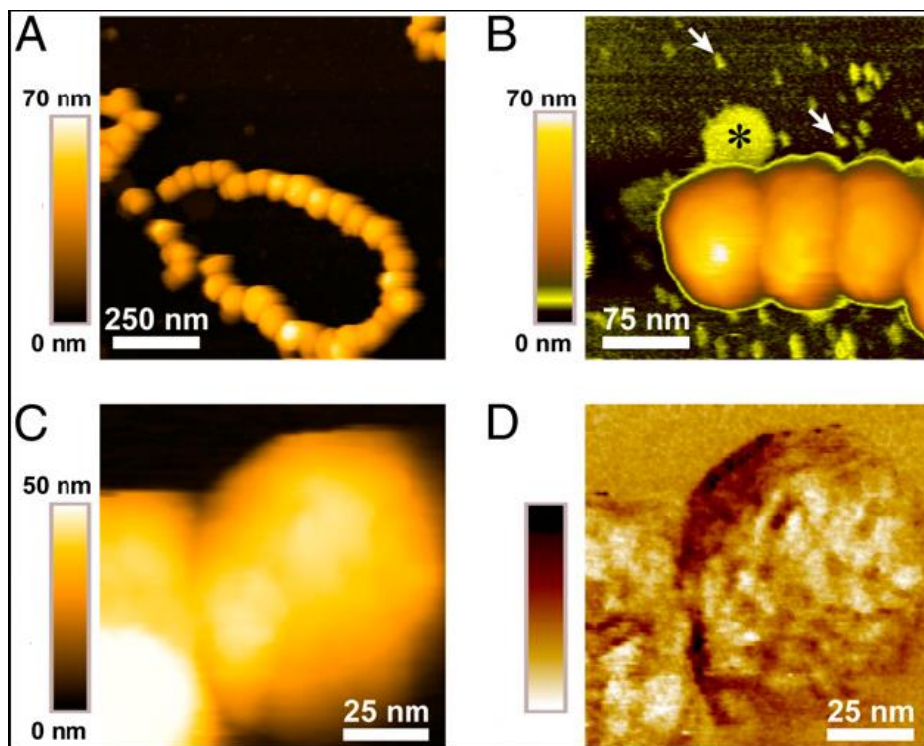
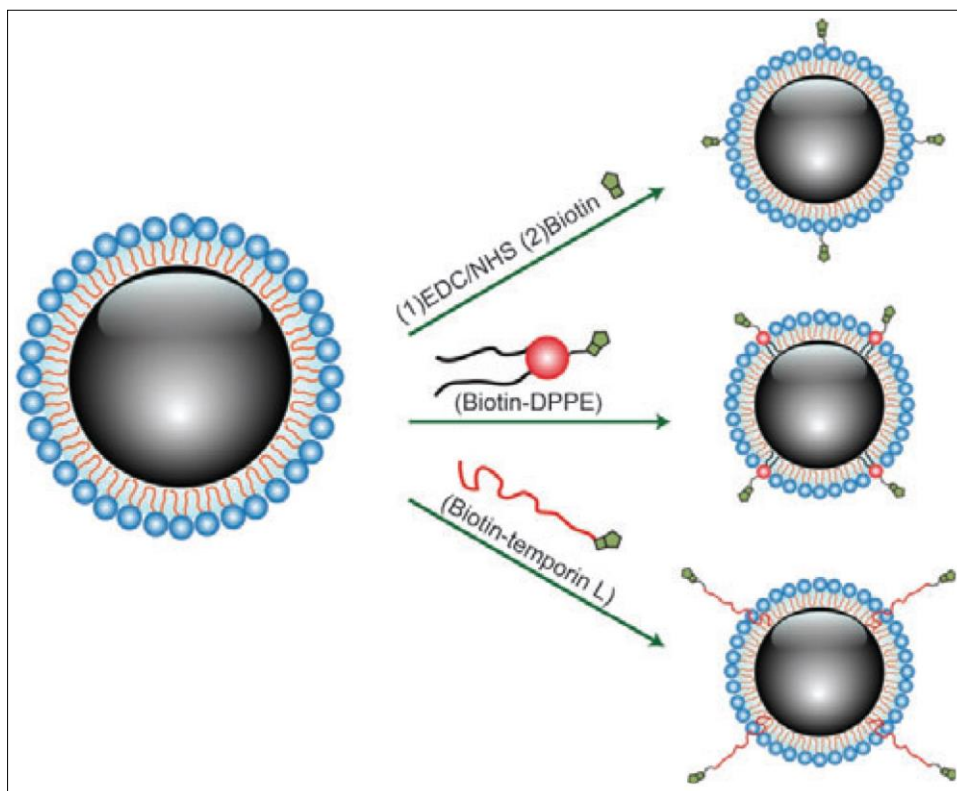


Fig. 8. Imagini ale magnetosomilor obținute prin microscopie de forță atomică

Magnetosomii pot fi modificați chimic prin legarea covalentă la suprafața lor a unor substanțe reactive diferite (Fig. 9.). Funcționalizarea suprafeței magnetosomilor prin legare covalentă a unor molecule reactive chimic permite folosirea acestor nanoparticule magnetice pentru marcarea anumitor celule țintă, vizualizarea lor sau transportul direcționat și cu mare precizie al unor medicamente.



**Fig. 9. Ilustrarea schematică a modificării controlate a suprafeței magnetosomilor prin legarea covalentă a unor molecule diferite (după Xie și colab., 2009)**

În ultimul deceniu s-au intensificat studiile care pun în evidență capacitatea multor microorganisme de a reduce ionii unor metale (de exemplu, aur, argint) cu producere de nanoparticule formate din dispunerea mai mult sau mai puțin ordonată la scala atomică a atomilor respectivi. Astfel, cianobacteriile atunci când în mediul ambiental sau în condiții experimentale de laborator vin în contact cu săruri de aur sau de argint sunt capabile să reducă ionii de aur sau de argint cu depunerea la suprafața celulei sau în interiorul citoplasmei a unor nanoparticule de aur sau argint. Capacitatea cianobacteriilor, ca și a unor bacterii heterotrofe de a produce nanoparticule de aur sau argint este de interes nu doar ca fenomen „pur” biologic cât și din punct de vedere bionanotehologic și geologic, vizând implicarea microorganismelor în producerea controlată a diferitelor tipuri de nanoparticule precum și implicarea microorganismelor în circuitul biogeochimic al aurului și argintului, inclusiv posibilul rol în formarea

zăcămintelor de aur și argint. Biomineralizarea diferitelor elemente chimice este realizată și de alte tipuri de procariote și eucariote, fiind unul dintre cele mai promițătoare domenii de convergență ale microbiologiei și nanotehnologiilor în bionanotehnologie.

Unele microorganisme sintetizează straturi S care au multiple aplicații în bionanotehnologii. Astfel, straturile S izolate prin procedee specifice din diferite surse biologice au capacitatea să se asambleze *in vitro* în rețele cristaline monomoleculare, identice ca porozitate, unitate morfologică și simetrie cu cele din celulele intacte din care au fost obținute. După izolare proteina stratului S este capabilă de autoasamblare ceea ce deschide noi perspective în bionanotehnologie. Reconstituirea straturilor S prin autoasamblarea pe anumite suprafețe a moleculelor (glico)proteice identice este importantă pentru producerea de membrane de ultrafiltrare, pentru imobilizarea unor molecule funcționale, dar și pentru alte aplicații. Astfel, straturile S izolate din *Bacillus stearothermophilus* și reconstituite permit obținerea de membrane de ultrafiltrare foarte specifice care permit trecerea anhidrazei carbonice (moleculă cu masa moleculară de 30.000 daltoni și următoarele dimensiuni 4.1x4.1x4,7nm cubi), dar nu permit trecerea ovalbuminei (masă moleculară de 43.000 daltoni și dimensiuni 4.5nm ).

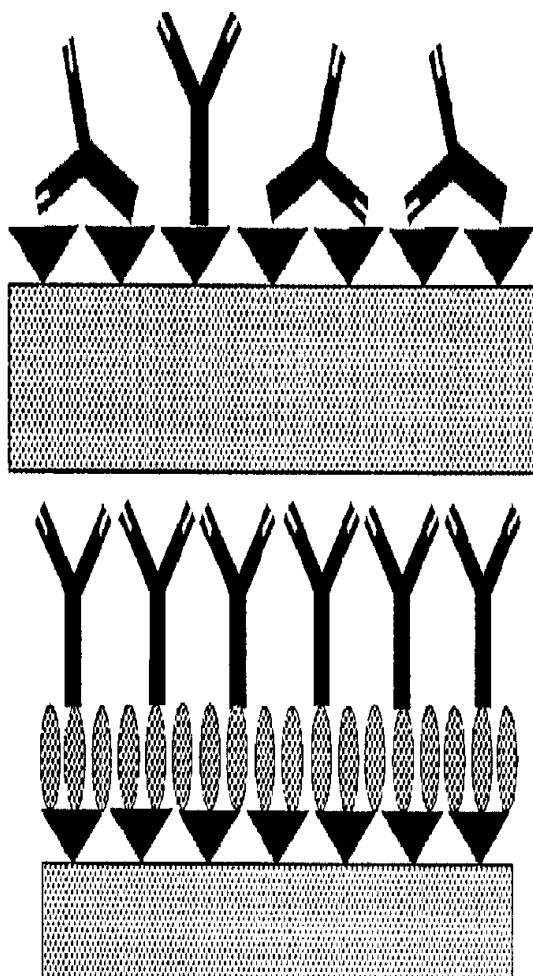
De asemenea, straturile S pot fi folosite ca matrice pentru imobilizarea prin legături covalente a unor molecule funcționale cum ar fi enzimele. De exemplu, invertaza a fost imobilizată (1mg proteina/1mg strat S) pe strat S obținut din *Thermus thermohydrosulfuricus* L111-69, cu păstrarea a 70% din activitatea enzimatică a moleculelor enzimatică neimobilizate. Imobilizarea unor anticorpi s-a făcut fie direct la suprafața stratului S reconstituit fie prin utilizarea unor molecule intermediare, în acest din urmă caz orientarea și dispunerea moleculelor de anticorpi fiind foarte ordonate și reproductibile, astfel încât și calitățile analitice (determinarea cantitativă a titrului de anticorpi, de exemplu) sunt superioare (Fig. 10.).

Straturi S mai sunt folosite pentru obținerea unor rețele metalice de nanoparticule prin precipitarea chimică a metalelor în porii stratului S.

Construirea de către om a unor (nano)dispozitive care să mimeze unele componente ultrastructurale ale procariotelor (membrană plasmatică, tilacoide, flagel, ATP sintetaza etc.).

Este una dintre cele mai prolifere direcții de cercetare în bionanotehnologia actuală, de mare anvergură intelectuală, financiară și organizatorică, care a obținut realizări foarte importante, dintre care unele chiar spectaculoase. Dintre acestea sunt prezentate acum doar câteva

cititorului interesat suplimentar putând consulta bibliografia selectivă sau surse similare.



**Fig. 10. Reprezentarea schematică a imobilizării moleculelor de anticorpi la suprafața straturilor S reconstituite; imobilizarea directă (imaginea din stânga) conduce la acoperirea mai puțin omogenă a suprafeței, și la dispunerea moleculelor de anticorpi în diferite poziții. Imobilizarea prin folosirea unei molecule intermediare (imaginea din dreapta) conduce la acoperirea și orientarea uniformă a moleculelor de anticorpi, dispozitivul de ansamblu având proprietăți analitice superioare în această situație (Sara și colab. 2005)**

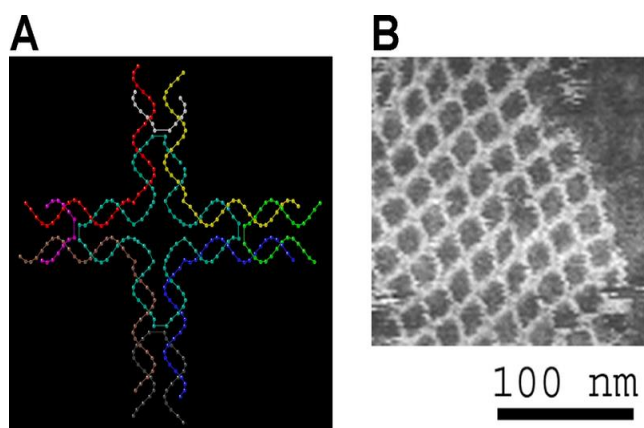


Astfel unul dintre nanodispozitivele recent realizate (2009) având ca model flagelul bacterian este de dimensiuni comparabile cu acesta și este de natură anorganică. Nanodispozitivul are un „cap” magnetic care permite controlarea cu precizie nanometrică a mișcării în spațiul tridimensional a nanodispozitivului sub influența unui câmp electromagnetic indus de trei perechi de magneți. Aparte de interesul fundamental, nanodispozitivul este de mare interes pentru viitoare aplicații biomedicale în domeniul nanochirurgiei, chirurgiei realizate cu precizie nanometrică sau al deplasării controlate a unor substanțe bioactive de interes clinic.

Tot în scopul realizării unor deplasări orientate cu mare precizie în câmp magnetic, s-a recurs la utilizarea unor protozoare vii (ciliatul *Tetrahymena pyriformis*). Utilizând funcția lor de nutriție, s-au introdus în interiorul celulei nanoparticule de magnetită care au permis ca celula în ansamblul său să poată fi controlată de un câmp magnetic extern, aplicat artificial de către experimentator. Această posibilitate de ghidare a ciliatului de către om este cuplată cu capacitatea naturală a acestui microorganism de a se deplasa activ prin utilizarea cililor. Celula individuală astfel magnetizată artificial este un candidat important în domeniul microbioroboților care ar putea fi folosiți pentru transportul de mare precizie al unor substanțe utile sau pentru asamblarea controlată la nivel nanometric a unor nanocomponente / nanostructuri.

În domeniul autoasamblării pentru obținerea controlată și predictibilă de nanostructuri ordonate foarte importante sunt cercetările care utilizează fragmente moleculare de ADN. Datorită cunoștințelor la nivel molecular referitoare la structura primară, secundară, terțiară și cuaternară a diferitelor molecule de acizi nucleici a devenit posibilă construirea controlată de către om a unor nanostructuri ordonate de mare interes pentru nanotehnologie. Astfel, prin folosirea specificității de legare prin legături de hidrogen a unei baze azotate de pe o moleculă monocatenară de ADN s-au construit/obținut nanostructuri de ADN ordonate (Fig.11.).

În plus de aceste nanostructuri statice, Seeman și colaboratorii au dezvoltat nanostructuri dinamice de ADN care, sub control uman, pot fi folosite pentru realizarea de lucru mecanic controlabil la nivel nanometric, unul dintre principalele obiective ale oricărei nanotehnologii.



**Fig. 11. Utilizarea moleculelor de ADN pentru obținerea unor nanostructuri ordonate.**  
**A- Modelul grafic de legare ordonată a moleculelor componente și imaginea**  
**microscopică a unei asemenea nanostructuri realizate în laborator prin experimente**  
*in vitro*

### **De la microbiologie la nanomicrobiologie ?**

Utilizarea instrumentelor și protoalelor dezvoltate de către fizicieni și chimiști, a condus la posibilitatea cercetării în detaliu a fiecărei celule individuale, ceea ce a permis conturarea unui nou domeniu al microbiologiei, anume microbiologia fiecărei celule individuale (**single cell microbiology**), care este în strânsă corelație cu ceea ce cercetătorii importanți au început de câțiva ani să numească prin termenul de **Nanomicrobiologie**.

Această noțiune de nanomicrobiologie este folosită explicit de către unii membri ai comunității științifice internaționale pentru a desemna un nou domeniu de activitate care constă în explorarea microorganismelor la scala nanometrică (Dufrenes, 2007) sau în confluența cercetării biologice cu nanotehnologiile (precum nanodispozitive, nanoparticule sau diferitele tipuri de fenomene specifice proceselor ce au loc la dimensiuni nanometrice) (N.C.Cady, 2009)

Rămâne de văzut în viitor dacă asistăm acum la apariția unei noi științe de sine stătătoare, NANOBIOLOGIA/ NANOMICROBIOLOGIA sau dacă microbiologia (biologia în ansamblul său) va incorpora această nouă dimensiune în structura sa, tot mai complexă. Indiferent de care va fi răspunsul la această întrebare (care nu trebuie să devină retorică) esențial este că și comunitatea științifică din țara noastră să participe/contribuie la investigarea microorganismelor (ca și a celulelor macroorganismelor)

inclusiv la nivelul fiecărei celule individualizată, la nivel nanometric, în conexiune cu metodologiile specifice biologiei celulare și moleculare care au revoluționat biologia în secolul XX, constituind în continuare motoare extrem de puternice pentru progresul microbiologiei, biologiei în general și al interacțiunii acestora cu societatea umană și mediul ambiant.

## CONCLUZII

Cercetările în domeniul bionanotehnologiei esențiale pentru accelerarea dezvoltării societății umane, necesită existența unei comunități științifice performante care să fi contribuit la vremea respectivă la revoluțiile științifice ale propriului domeniu de activitate (Fizică, Chimie, Biologie) sau măcar să le fi asimilat între timp, a unor programe naționale/internaționale coerente și a unei finanțări continue pe măsura performanțelor anterioare și a obiectivelor propuse spre realizare. Pe plan internațional, sub aspect financiar - organizatoric anul 2000 constituie lansarea în SUA a Inițiativei Naționale pentru Nanotehnologie (National Nanotechnology Initiative) urmată de lansarea unor programe similare ca obiective în țări din Europa, în Japonia. În România, intenții similare au condus din anul 2000 la posibilitatea finanțării unor asemenea cercetări în cadrul unor Programe finanțate de către Guvernul României, iar la ora actuală 2010/2011 este în plină derulare Proiectul NANOPROSPECT (Nanotehnologii în România: studiu prospectiv) care își propune să analizeze temeinic potențialul pentru aplicații și pentru colaborare internațională, propunând o «strategie» în domeniul nanotehnologiilor, corelată cu cea a Uniunii Europene.

## Bibliografie

1. ARDELEAN I., MOISESCU C., IGNAT M., CONSTANTIN M., VIRGOLICI M.(2009) *Magnetospirillum gryphiswaldense*: fundamentals and applications. *Biotechnol. & Biotechnol. Eq.*, 23(2): 751-754.
2. ARDELEAN I., IGNAT M ., MOISESCU C., 2007 Magnetotactic Bacteria and Their Significance for P Systems and Nanoactuators. *In Proceedings of the Fifth Brainstorming Week on Membrane Computing, Sevilla (Spain)* ,ISBN 978-84-611-6766-0 pp. 21-32.
3. ALSTEENS D., ETIENNE D., et al (2007) Nanomicrobiology *Nanoscale Res Lett* (2007) 2:365–372.
4. BÎLBÎIE, V., POZSGI, N., 1984 (sub redacția) *Bacteriologie Medicală* vol I.

5. BÎLBÎIE, V., POZSGI, N., 1985 (sub redacția) *Bacteriologie Medicală* vol II.
6. BOTNARIUC, N., 1976, *Concepția și metoda sistemică în biologia generală*. Ed. Acad. RSR.
7. BUIUIC, D., NEGUȚ, M., 2008, *Tratat de microbiologie clinică*. Ed II, Editura Medicală București.
8. DAMIAN, V., ARDELEAN, I., ARMĂȘELU, A., APOSTOL, D. 2010. Fourier transform spectra of quantum dots. ROMOPTO 2009: Ninth Conference on Optics: Micro- to Nanophotonics II. Edited by Vlad, Valentin I. Proceedings of the SPIE, Volume 7469, Nanophotonics and Quantum Optics pp. 74690E-74690E-6 (2009)(ON LINE 2010).
9. DREXLER K.E. (1986) Engines of Creation.
10. DOROBANTU LS, BHATTACHARJEE S, FOGHT JM, GRAY MR. (2008) Atomic force microscopy measurement of heterogeneity in bacterial surface hydrophobicity. *Langmuir* 24, 4944- 4951.
11. DUFRENE YF: Using nanotechniques to explore microbial surfaces. *Nat Rev Microbiol* 2, 451–460 (2004b).
12. DELCEA M., R. KRASSTEV, T. GUTBERLET, D. PUM, U. B. SLEYTR , J. L. TOCA-HERRERA, (2008) Thermal stability, mechanical properties and water content of bacterial protein layers recrystallized on polyelectrolyte multilayers *Soft Matter*, 2008, **4**, 1414-1421.
13. DELCEA M, N. MADABOOSI, A. M. YASHCHENOK, P. SUBEDI, D. V VOLODKIN, B. G DE GEEST, H. MÖHWALD, A. G. SKIRTACH (2011) Anisotropic multicompartement micro- and nanocapsules produced via embedding into biocompatible PLL/HA films. *Chem Commun* 47(7):2098-100.
14. R. FEYNMAN, “There’s Plenty of room at the bottom: An invitation to enter a new field of physics,” *Engineering and Science*, Feb. 1960, <http://www.zyvex.com/nanotech/feynman.html>.
15. M. FOCSAN, I.I. ARDELEAN C CRACIUN AND S. ASTILEAN. Photosynthetic and Respiratory – Driven Gold Nanoparticles Synthesis by the cyanobacterium *Synechocystis* sp. PCC 6803, trimis spre publicare.
16. FORTINA, P., KRICKA, L., J., SURREY, S., GRODZINSKI, P. Nanobiotechnology: the promise and reality of new approaches to molecular recognition. *Trends. Biotechnol.*, 2005;23:168–173.
17. GOULD SJ (1996) Planet of the bacteria, *Washington Post Horizon*, vol. 119, p 344.

18. HEAD, I., M., SAUNDERS, J., R., & Pickup, R., W., 1998, Microbial evolution, diversity, and ecology: a decade of ribosomal RNA analysis of uncultivated microorganisms. *Microb. Ecol.* 35, 1–21.
19. LOGOFATU P.C., ARDELEAN I., APOSTOL D., IORDACHE I., BOJAN M., MOISESCU C., IONITA B., 2008. Determination of the magnetic moment and geometrical dimensions of the magnetotactic bacteria using an optical scattering methods, *J. Appl. Phys.*, 103: 094911 – 094916.
20. MOISESCU C. , S. BONNEVILLE, D. TOBLER, I. ARDELEAN AND L. G. BENNING (2008) Controlled biomineralization of magnetite (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) by *Magnetospirillum gryphiswaldense*. *Mineralogical Magazine*, 72, 1:333–336.
21. IGANT, M., ZARNESCU G., SOLDAN S., I. ARDELEAN, C. MOISESCU 2007 Magneto-mechanic model of the magnetotactic bacteria. Applications in the microacuator field. *Journal of Optoelectronics and advanced materials* 9, 4:1169-1171.
22. IGNAT M, I. ARDELEAN (2004) Distinct nano-biological structure : magnetotactic bacteria. Models and applications in the electromechanical nano-actuation *Romanian Journal of Physics*, vol.49, nr.10-11, 835-848.
23. PODAR, M., KELLER, M. AND HUGHENHOLTZ, P. 2009, Single cell whole genome amplification of uncultivated organisms. *Microbiol. Monogr.*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
24. IGNAT M, I.I. ARDELEAN, G. ZĂRNESCU, SEBASTIAN SOLTAN (2006) *Actionări electromecanice neconvenționale*. Ed Electra 200p.
25. NUSSINOV R., ALEMAN S., (2006) Nanobiology: from physics and engineering to biology. *Phys. Biol.* 3.
26. ZHANG L., J. J. ABBOTT, L. DONG, B. E. KRATOCHVIL, D. BELL' B.J. NELSON (2009) Artificial bacterial flagella: Fabrication and magnetic control *Appl. Phys. Lett.* 94, 064107 (2009); doi:10.1063/1.3079655.
27. D. H. KIM, U. KEI et al. Artificial magnetotactic motion control of *Tetrahymena pyriformis* using ferromagnetic nanoparticles: A tool for fabrication of microbiorobots *Appl. Phys. Lett.* 97, 173702 (2010); doi:10.1063/1.3497275.
28. ROCCO M.C. 2003 Nanotechnology: convergence with modern biology and medicine *Current Opinion in Biotechnology*, 14:337-343.
30. SARA M, PUM D, SCHUSTER B, SLEYTR UB (2005) S-layers as patterning elements for application in nanobiotechnology. *J Nanosci Nanotechnol* 5:1939-1953.

31. SCHAECHTER M (2003) Integrative microbiology—the third Golden Age. *J Biosci* 28:149-154.
32. VĂCĂROIU C., ENACHE M., GARTNER M., POPESCU G., ANASTASESCU M., BREZEANU A., TODOROVA N., GIANNAKOPOULOU T., TRAPALIS C., DUMITRU L., 2009. The effect of thermal treatment on antibacterial properties of nanostructured TiO<sub>2</sub>(N) films illuminated with visible light, *World J. Microbiol. Biotechnol.*, 25 (1): 27-31.
33. ZARNEA, G., 1983, *Tratat de Microbiologie Generala* , vol. I., Ed. Acad. Rom.
34. ZARNEA, G., 1984, *Tratat de Microbiologie Generala* , vol. II., Ed. Acad. Rom.
35. ZARNEA, G., 1986 , *Tratat de Microbiologie Generala* , vol. III., Ed. Acad. Rom.
36. ZARNEA, G., 1994, *Tratat de Microbiologie Generala*, vol. V., Ed. Acad. Rom.
37. ZARNEA G., 2001. Microorganismele.....un exercițiu de admirație.....Prezentare orală Școala de vară „Realizări și perspective în Biologie”, Pitești 2001, 3-8 septembrie.
38. WOESE, C., R.; KANDLER, O., WHEELIS, L., 1990, Towards a natural system of organisms: proposal for the domains Archaea, Bacteria and Eucarya. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* 87, 4576-4579.
39. WOESE, C., R., 2004, *A New Biology for a New Century*, *Microbiol. Mol. Biol. Rev.*, 2, 173–186.
40. <http://www.imt.ro/NANOPROSPECT/index.htm>.
41. [www.etp-nanomedicine.eu/public](http://www.etp-nanomedicine.eu/public).

# TERRAFORMAREA: PRIMUL PAS SPRE COLONIZAREA SPAȚIULUI EXTRATERESTRU

Dan Răzvan POPOVICIU\*

**Abstract:** *Terraforming means creating an open biosphere, fully habitable for humans, on a sterile planet, as a prerequisite for the full colonization of the Solar System. The paper presents the main methods proposed by specialists for making Mars habitable and evolving a self-sustaining biosphere. It also investigates the possibility of terraforming Venus and other celestial bodies.*

**Key words:** *terraforming, ecopoiesis, biosphere, Mars, Venus, Jovian satellites.*

## 1. Introducere

Zborurile spațiale au deschis noi orizonturi în fața umanității. Unul dintre principalele obiective pe termen lung ale programelor spațiale îl reprezintă colonizarea diverselor corpuri cerești din sistemul solar (un vis care ar putea deveni necesitate din cauza creșterii demografice accelerate). Totuși, niciuna dintre planetele cunoscute nu prezintă condițiile necesare susținerii unei populații umane semnificative, altfel decât în costisitoare incinte închise, cu atmosferă controlată.

Soluția acestei probleme o reprezintă terraformarea. Apărut pentru prima dată în literatura SF a anilor '40, acest concept a început să atragă atenția oamenilor de știință. Fogg definește terraformarea drept “...un proces de inginerie planetară, ținând la ameliorarea capacității unui mediu planetar extraterestru de a susține viața. Scopul final al terraformării ar fi acela de a crea o biosferă planetară deschisă, îndeplinind toate funcțiile biosferei terestre – fiind complet habitabilă pentru ființele umane” (Fogg, 1998).

Un concept înrudit este *ecopoieza*, “...crearea unei biosfere deschise, anaerobe, pe suprafața unei planete sterile. Astfel, ea poate reprezenta un scop în sine sau poate fi etapa inițială a unui proces mai îndelungat de terraformare.” (Haynes, cit. de Fogg, 1998).

Astfel, terraformarea unui corp ceresc ar avea două etape: pregătirea mediului planetar pentru colonizarea anumitor forme de viață terestre (prin mijloace de natură fizico-chimică) și edificarea unei biosfere care să permită

---

\* Universitatea “Ovidius” Constanța

instalarea populației umane (în principal prin generarea unei cantități suficiente de oxigen atmosferic).

Principalele ținte luate în considerare pentru procese de terraformare sunt planetele Marte și Venus, corpuri relativ similare Pământului și situate la distanțe convenabile față de Soare. Cea mai facilă, luând în considerare nivelul științific și tehnologic actual al omenirii, ar fi terraformarea planetei Marte.

## **2. Ecopoieza marțiană: metode propuse**

Marte este o planetă telurică, de dimensiuni mai mici decât Terra. Perioada de rotație este foarte apropiată de a Pământului. Accelerația gravitațională la suprafață este de circa 38% din cea terestră, iar lumina solară incidentă primită de planetă este de 43% din cea care ajunge pe Pământ (suficientă pentru eventuale procese de fotosinteză). Analizele realizate până acum indică că regolitul ("solul") marțian conține toate elementele chimice necesare vieții.

Totuși, atmosfera marțiană, compusă în cea mai mare parte din CO<sub>2</sub>, este extrem de rarefiată (presiunea sa se situează sub 10 mbar, echivalent cu 0,8% din cea terestră), iar de aici decurg și alți factori nefavorabili vieții. Temperatura atmosferică medie este de numai -60°C, comparativ cu +15°C, pe Terra, iar radiațiile ultraviolete sterilizează complet suprafața planetei (McKay et al., 1991, McKay & Marinova, 2001).

Analiza datelor obținute de la diverse sonde spațiale oferă din ce în ce mai multe dovezi că Marte a avut, în trecutul îndepărtat, condiții naturale similare celor terestre, cu o atmosferă densă și o bogată hidrosferă, iar o mare parte din elementele necesare reconstituirii acestor condiții se află încă pe planetă.

Calotele polare, lentilele de gheață din regolit și depozitele de carbonați conțin cantități semnificative (deși dificil de estimat) de dioxid de carbon (McKay et al., 1991, Zubrin & McKay, 1997, Fogg, 1998, ISU, 2005). De asemenea, se pare că există rezerve subterane de apă (Clifford, cit. de Fogg, 1998, Whittome, 1999, McKay & Marinova, 2001).

Fogg (1998) identifică patru modificări principale necesare pentru ca Marte să poată găzdui forme de viață: creșterea temperaturii medii atmosferice cu cel puțin 60°C, sporirea masei atmosferice, apariția apei lichide pe suprafața planetei și reducerea cantității de radiații nocive incidente (mai ales ultraviolete). Aceste modificări sunt însă interdependente, iar ele ar avea loc simultan.

Există mai multe metode, propuse de diferiți autori, pentru a produce aceste schimbări. Cele mai multe se bazează pe principiul unui efect de seră



autoamplificabil. Astfel, încălzirea scoarței marțiene (și mai ales a calotelor polare și a regolitelui circumpolar) ar elibera CO<sub>2</sub> în atmosferă. Odată ajuns la o anumită densitate atmosferică, acesta ar induce un efect de seră care ar elibera și mai mult gaz din regolit, feed back-ul pozitiv continuând până la epuizarea rezervelor de dioxid de carbon disponibile. O astfel de reacție în lanț ar putea fi declanșată de o încălzire inițială de numai 5-25°C, ducând la o presiune atmosferică de cel puțin 800 mbar și la temperaturi medii de cel puțin -15°C (McKay et al., 1991, Zubrin & McKay, 1997, Fogg, 1998, McKay & Marinova, 2001).

Una dintre cele mai “populare” metode din literatura de specialitate o reprezintă amplificarea iluminării scoarței marțiene prin intermediul a cel puțin unei oglinzi orbitale masive, de minimum 125 km în diametru (echivalentul, la o scară mult mai grandioasă, al proiectului *Znamia* – oglinzi de 20 m deja plasate pe orbită pentru iluminarea regiunilor nordice ale Federației Ruse). O astfel de oglindă, construită din mylar aluminizat, ar fi plasată la 214 000 km distanță de Marte, în zona de echilibru dintre atracția gravitațională a planetei și presiunea vântului solar, și ar fi îndreptată, pentru început, spre calota polară sudică. Deși cantitatea de material necesară nu este prohibitivă (echivalentul producției mondiale de aluminiu pe cinci zile), lansarea în spațiu și asamblarea unui obiect de asemenea dimensiuni ar constitui o sarcină extrem de dificilă (Birch, 1992, Zubrin & McKay, 1997, Fogg, 1998). O opțiune alternativă este plasarea pe orbita planetei a mai multor oglinzi de dimensiuni mai reduse (McInnes, 2010) sau construcția unei astfel de oglinzi pe Phobos – unul dintre sateliții naturali ai planetei (Moss, 2006).

O altă variantă o constituie eliberarea de gaze de seră eficiente (mai ales din grupul perfluorocarbonilor) în atmosfera planetei. Resursele necesare producerii lor se găsesc în rocile marțiene, iar procesul ar dura numai câteva decenii. Această soluție ar necesita construirea, pe suprafața planetei, a mai multor instalații miniere și industriale, precum și a unor reactoare nucleare care să furnizeze energia necesară (McKay et al., 1991, Zubrin & McKay, 1997, Fogg, 1998, McKay & Marinova, 2001, ISU, 2005, Marinova et al., 2005).

Impacturi controlate cu asteroizi au fost luate în calcul. În zonele exterioare ale Sistemului Solar există astfel de corpuri, formate mai ales din gheață și cu un conținut ridicat de amoniac (gaz de seră). Deplasarea unor asemenea obiecte, cu diametrul de câțiva kilometri, s-ar putea realiza cu ajutorul unor rachete nucleare-termice. Câteva zeci de impacturi ar furniza gazele de seră necesare reacției în lanț, precum și cantități de azot gazos util pentru construirea noii atmosfere (deși se presupune că există rezerve

subterane de amoniac și azot pe Marte, proporția acestora este necunoscută). Direcționate spre regiunile cu depozite de carbonați și nitrați, astfel de impacturi ar fi și mai eficiente (Zubrin & McKay, 1997, ISU, 2005). O idee și mai radicală este aceea a impacturilor controlate cu unul sau mai multe obiecte masive, metalice, din centura principală de asteroizi, în zona circumpolară nordică. Aceasta ar duce la o încălzire rapidă a planetei (topirea rapidă a gheții din calotă și din regolit, eliminarea unor cantități mari de dioxid de carbon și vapori de apă din roci, vulcanism; Orme & Ness, 2007).

CO<sub>2</sub> ar putea fi eliberat din depozite de carbonat de calciu prin intermediul unor explozii termonucleare subterane (Fogg, 1998).

Whittome (1999) propune utilizarea apelor geotermale, aflate, foarte probabil, în cantități mari în zonele nordice ale planetei, pentru mobilizarea dioxidului de carbon și a azotului din roci și topirea calotelor de gheață. Apele termale ar constitui și o sursă de energie pentru alte procese industriale necesare terraformării. Evident, aceasta impune existența unei infrastructuri semnificative (sonde, conducte, generatoare electrice, habitate umane artificiale).

Transportul în cantități mari al gazelor necesare procesului de ecopoieză de pe corpuri cerești cu excedent atmosferic (Venus, Titan) a fost propus de unii autori (Moss, 2006), însă la nivelul tehnologic actual nu este fezabil.

O altă metodă propusă se bazează pe posibilitatea de a transforma planetele gazoase gigante Jupiter și Saturn în mici stele (utilizând explozii termonucleare). Aprinderea acestora ar fi însoțită de expulzarea în Sistemul Solar a unor valuri de hidrogen ionizat, care ar intra într-o reacție exotermă cu atmosfera de CO<sub>2</sub> a planetei Marte (reacția Bosch), producând simultan vapori de apă (gaz de seră) și carbon solid, negru (ar reduce lumina reflectată de suprafața planetei, contribuind la încălzire). Aceasta ar contribui atât la terraformarea acestei planete, cât și la crearea posibilității de a coloniza (poate chiar terraforma) marii sateliți ai lui Jupiter și Saturn (Popoviciu, 2010).

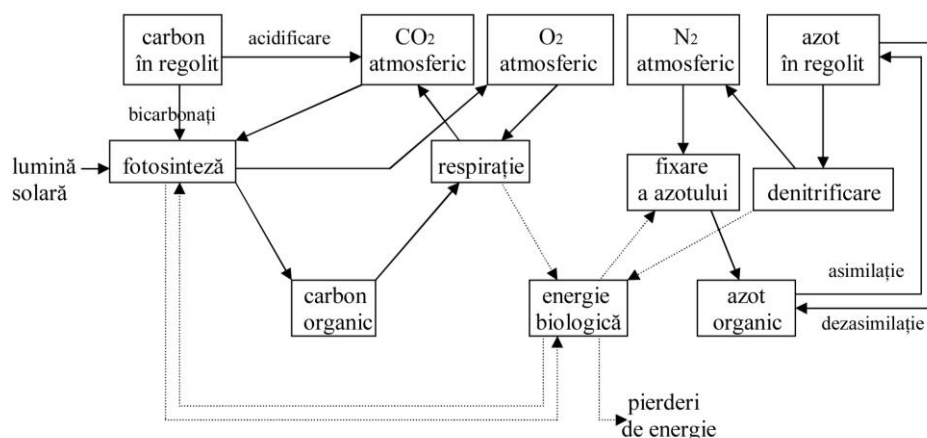
Probabil cea mai eficientă ar fi utilizarea combinată a acestor metode. În circa un secol sau chiar mai puțin (McKay et al., 1991), Marte ar avea o atmosferă de CO<sub>2</sub> cu o presiune cel puțin de ordinul sutelor de mbar, temperaturi medii pozitive și o rețea hidrografică cu râuri, lacuri și, posibil, un ocean în emisfera nordică. Oamenii s-ar putea deplasa pe suprafața planetei fără costume presurizate, doar cu aparate de respirat.

### 3. Terraformarea propriu-zisă: crearea unei biosfere marțiene

O atmosferă dominată de dioxid de carbon poate susține viața microorganismelor terestre, fiind similară cu cea a Pământului primitiv. Ea nu este, însă, favorabilă dezvoltării organismelor superioare și, sub nici o formă, omului. *Homo sapiens* suportă presiuni atmosferice cuprinse între 500 și 5 000 mbar, din care cel puțin 300 mbar trebuie să aibă gazul-tampon (azot), 130-300 mbar oxigenul și sub 10 mbar dioxidul de carbon. Plantele sunt mult mai rezistente, dar și ele au limite superioare ale toleranței la CO<sub>2</sub>, respectiv, limite inferioare (minimum 1 mbar) ale necesarului de oxigen (McKay et al., 1991, McKay & Marinova, 2001). Singurul proces cunoscut care poate converti eficient CO<sub>2</sub> atmosferic în oxigen este fotosinteza biogenică.

Introducerea organismelor vii pe Marte ar trebui să aibă loc în etape. Prima etapă este cea a ecosistemelor microbiene. La începutul acestei etape, planeta ar avea o atmosferă de dioxid de carbon de cel puțin 100-400 mbar, temperaturi încă scăzute (similare celor din Antarctica) și un ciclu hidrologic. Odată cu formarea atmosferei, nivelul radiațiilor ultraviolete ar scădea. Prin reacția dintre apa lichidă și compușii oxidanți abundenți în stratul superior al regolitolui s-ar elibera o mică cantitate de oxigen molecular gazos (probabil, până la 2 mbar). Colonizarea microorganismelor ar urmări două obiective principale: crearea unui ciclu al azotului și oxigenarea atmosferei prin fotosinteză (Graham, 2004, Graham, 2006).

Diferite specii de microorganisme (bacterii, inclusiv specii fotosintetizante, dar și alge unicelulare) pot reduce nitrații din regolit, producând fie azot gazos (reducere dezasimilatorie), fie ioni amoniu, încorporați apoi în proteinele necesare creșterii și dezvoltării proprii (reducere asimilatorie). Se presupune că până la 300 mbar azot atmosferic ar putea fi eliberați din depozitele de nitrați de pe Marte, prin această metodă. La o presiune parțială de cel puțin 5 mbar, procesul de fixare a azotului atmosferic (realizat de numeroase specii microbiene) poate începe, închizând ciclul. Astfel, pe de o parte s-ar forma cantitatea de gaz-tampon necesară în atmosferă, iar pe de altă parte, azotul ar deveni disponibil tuturor comunităților microbiene de pe planetă (Graham, 2004, Graham, 2006).



**Fig. 1.** Ciclurile reunite ale carbonului, oxigenului și azotului pe Marte (Thomas, 1995; linia continuă simbolizează transferul de materie, cea întreruptă, transferul de energie)

Dintre organismele fotosintetizante, cele mai potrivite ar fi, pentru început, cianobacteriile extremofile întâlnite în Antarctica și în alte zone reci ale planetei. Rezistente la condiții termice ostile, la îngheț, uscăciune și doze mari de radiații ultraviolete, astfel de bacterii pot popula apele stătătoare (inclusiv cele acoperite de gheață) și curgătoare, solurile și chiar interiorul rocilor (McKay & Marinova, 2001, Graham, 2004, Graham, 2006). Dintre cele mai rezistente pot fi amintite speciile genului *Chroococcidiopsis*, frecvent întâlnite sub pietrele din zonele deșertice și care suportă temperaturi extrem de ridicate sau de scăzute, uscăciune sau salinitate extremă (Friedmann & Ocampo-Friedmann, 1995), sau speciile de *Matteia*, cianobacterii coloniale, fixatoare de azot, rezistente la uscăciune și cu abilitatea deosebită de a dizolva carbonatul de calciu, eliberând dioxid de carbon (Friedmann et al., 1993).

Numeroase specii de alge verzi prezintă și ele adaptări la condiții extreme: niveluri scăzute de oxigen sau chiar anaerobioză, temperaturi foarte scăzute, radiații, salinitate ridicată, pH scăzut. Pot fi amintite specii ale genurilor *Chlorella*, *Chlamydomonas*, *Hemichloris*, *Micrasterias*, *Pyrobotrys*, *Scenedesmus*, *Selenastrum* (Graham, 2004, Graham, 2006).

Unii licheni pot fi extrem de rezistenți la temperaturi extreme, îngheț, radiații și uscăciune. Se cunosc specii capabile să realizeze fotosinteza la -18°C. Deși, de regulă, au o creștere lentă, pe Marte dezvoltarea lor ar fi accelerată de nivelul ridicat al CO<sub>2</sub> atmosferic (Graham, 2004, Graham, 2006).

Ingineria genetică și selecția artificială pot contribui la crearea unor tulpini microbiene-pionier cât mai eficiente (Hiscox & Thomas, 1995, Hiscox, 2000, ISU, 2005, Thomas et al., 2006). Astfel, pot fi create organisme care să prezinte toleranță cât mai mare la un număr mare de factori de mediu nocivi și versatilitate metabolică (să poată realiza atât fotosinteza, cât și denitrificarea și fixarea azotului). În genomul unor cianobacterii s-ar putea introduce secvențe de la microorganisme foarte diferite, codificând adaptări precum toleranța extremă la radiații a lui *Deinococcus radiodurans*, forme de rezistență de tipul endosporilor de la *Bacillus* sp. (Hiscox & Thomas, 1995, ISU, 2005), sau magnetosomii bacteriilor magnetotactice (ajută la prevenirea acumulării unor concentrații toxice ale ionului feric în apă și la ghidarea artificială a unor astfel de comunități bacteriene către ținte specifice; Ardelean et al., 2009).

La sfârșitul acestei prime etape, atmosfera marțiană ar urma să fie net îmbogățită în oxigen și azot, temperaturile medii ar scădea spre valori similare celor din zonele circumpolare terestre și ar începe transformarea regolitului în sol, datorită materiei organice particulare produse de microorganisme. Planeta ar fi pregătită pentru cea de-a doua etapă a colonizării biologice, definită de Graham drept etapa ecosistemului briofitelor.

Briofitele (mușchii) sunt plante primitive foarte răspândite în regiunile reci ale Terrei. Ele au capacitatea de a activa (sau chiar de a prefera) la concentrații ridicate de CO<sub>2</sub> (până la presiuni parțiale de 10-20 mbar), respectiv concentrații foarte scăzute de O<sub>2</sub> (până la 30 mbar). Unele specii prezintă mecanisme de apărare împotriva radiațiilor (pigmenți fotoprotectori, poliploidie), iar la unele specii (precum *Hylocomium splendens*) dezvoltarea este chiar accelerată de iradierea cu ultraviolete.

Creșterea temperaturilor până la valori medii de 7-12°C în cea mai caldă lună a anului ar permite, ulterior, dezvoltarea comunităților de *Sphagnum* sp., dând naștere turbăriilor. Rolul acestora este foarte important în procesul de terraformare. Pe de o parte, turbăriile ar produce mari cantități de oxigen. Se estimează că astfel de ecosisteme, extinse la scara întregii planete, ar putea produce 20 mbar de oxigen în 700 de ani sau mai puțin. Pe de altă parte, sechestrarea unor cantități mari de carbon sub formă de turbă ar accelera conversia atmosferei (Graham, 2004, Graham, 2006).

Următoarea etapă este cea a plantelor superioare. Presiunea parțială minimă a oxigenului atmosferic necesară inițierii acestei etape este situată în jurul a 20 mbar. Printre plantele cele mai rezistente la hipoxie se regăsesc specii acvatiche, cum ar fi *Iris pseudacorus* sau unele specii ale genurilor *Carex*, *Eriophorum*, *Juncus*, *Schoenoplectus*, *Scirpus* și *Typha*, precum și

specii de climă rece, precum *Cardamine nymani*, *Lycopodium selago*, *Luzula arctica*, *L. confusa*, *Poa alpina*, *Saxifraga caespitosa*, *S. foliosa* și *S. oppositifolia*. Deoarece insectele nu tolerează concentrații atât de scăzute ale oxigenului (minimul este de circa 40 mbar), plantele colonizate în această etapă trebuie să nu depindă de polenizarea entomofilă. Există numeroase specii care prezintă mecanisme de reproducere vegetativă (de exemplu, rizomii plantelor acvatice menționate), apomixie (formare asexuată a semințelor), autogamie sau polenizare anemofilă potrivite pentru această sarcină.

**Tabel 1.** Scara temporală aproximativă a terraformării planetei Marte (după Graham, 2004)

Etapa	Anul	Organisme dominante	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
Prebiotică	Prezent – 100 ani	-	0.27 mbar- în creștere	-	<10 mbar- în creștere
Microbiană	100-300	Cianobacterii, alge	<300 mbar	<2-4 mbar	>90 mbar
Briofitelor	300-600	Licheni, mușchi	300 mbar	2-20 mbar	În scădere
Plantelor cu flori	600-800	Ierburi tolerante la anoxie	300 mbar	20-60 mbar	În scădere
Boreală	800-900	Conifere	300 mbar	60-80 mbar	În scădere
Ecosistemele or temperate	900-1000	Foioase	300 mbar	80-peste 120 mbar	<10 mbar

În ultima parte a acestei etape, ar urma dezvoltarea unor ecosisteme mai complexe, precum pădurile boreale și, pe măsura creșterii temperaturilor medii, păduri temperate, deșerturi, stepe, apărând inclusiv posibilitatea introducerii unor plante de cultură (McKay & Marinova, 2001, Graham, 2004, Graham, 2006).

În fine, atingerea unei compoziții atmosferice similare celei terestre ar permite instalarea vieții animale, inclusiv a comunităților umane.

În ceea ce privește durata acestui proces, opiniile specialiștilor sunt divergente. Există estimări pesimiste mergând până la 100 000 de ani (Fogg, 1998, McKay & Marinova, 2001), însă după alte estimări, în condițiile unui bun management al biosferei marțiene, planeta ar putea avea o atmosferă respirabilă pentru oameni în decurs de un mileniu sau chiar mai puțin (McKay et al., 1991, Zubrin & McKay, 1997, Graham, 2004). Aceasta neluând în calcul progresele tehnologice care, probabil, ar avea loc în această perioadă și care ar putea accelera procesul.

Există însă probleme privind menținerea pe termen lung (zeci de milioane de ani) a unei atmosfere marțiene, din cauza conjuncției unor factori precum gravitația relativ scăzută, lipsa unei magnetosfere care să împiedice erodarea atmosferei de către vântul solar și lipsa unei activități tectonice care să recicleze carbonul sedimentar (McKay et al., 1991, Moss, 2006, Cantrell, 2009). Rezolvarea acestor probleme rămâne în sarcina științei și tehnologiei viitorului. S-a propus de exemplu crearea unei magnetosfere artificiale, prin intermediul unui conductor electric masiv, construit de-a lungul ecuatorului planetei (Moss, 2006).

#### **4. Terraformarea planetei Venus și a altor corpuri cerești**

Planeta Venus este o altă țintă potențială a unui proces de terraformare. Foarte asemănătoare Pământului în ceea ce privește dimensiunile și accelerația gravitațională la suprafață, Venus prezintă, în schimb, condiții de mediu extrem de nefavorabile. Atmosfera de peste 90 de ori mai densă decât a Terrei (circa 92 bar) este compusă în cea mai mare parte din dioxid de carbon, iar efectul de seră rezultat duce la temperaturi medii de circa 464°C. În aceste condiții, terraformarea planetei ar fi o întreprindere extrem de dificilă și ar necesita mijloace inaccesibile încă (Cantrell, 2009).

Cea mai cunoscută metodă propusă în acest sens este cea a lui Birch (1991). Ea implică utilizarea unei vele solare imense, poziționate între Soare și Venus. Blocarea radiației solare ar urma să ducă la răcirea planetei și, în conjuncție cu presiunea atmosferică ridicată, la condensarea și, ulterior, solidificarea unei mari părți a dioxidului de carbon atmosferic. Ar urma construcția unei suprafețe artificiale care să acopere acest strat de CO<sub>2</sub>, convertirea atmosferei prin fotosinteză și importul unor mari cantități de apă din alte părți ale sistemului solar (sau obținerea lor prin reacția Bosch).

Realizarea unui asemenea proces ar fi o întreprindere inginerescă grandioasă, însă practic imposibilă la nivelul tehnologic actual. Vela necesară în acest caz ar trebui să aibă un diametru de ordinul zecilor de mii de kilometri. Conductele pentru schimbul termic între atmosfera superioară

și cea inferioară, acoperirea completă a oceanelor de CO<sub>2</sub> și transportul apei necesare construcției unei hidrosfere planetare nu sunt nici ele fezabile în prezent.

Alte propuneri includ înlăturarea excesului atmosferic prin impacturi controlate cu asteroizi (un număr foarte mare de astfel de obiecte ar fi necesare), distribuirea unor cantități mari de particule de carbon în atmosfera superioară, ceea ce ar reflecta o mare parte din radiația termică, răcind straturile inferioare, convertirea atmosferei prin reacția Bosch (aceasta ar necesita cantități extrem de mari de hidrogen molecular; în plus, trebuie ținut cont de faptul că este o reacție exotermă) sau însămânțarea atmosferei superioare cu microorganisme tolerante la acidul sulfuric prezent în nori și care să consume cumva dioxidul de carbon (Cantrell, 2009).

O problemă importantă în cazul planetei Venus este perioada de rotație extrem de lungă (127 de zile terestre). Pentru ca o biosferă să se poată dezvolta pe planetă, este necesar un ciclu zi-noapte mult mai scurt. Aceasta s-ar putea realiza fie prin intermediul unei oglinzi orbitale enorme, fie prin accelerarea vitezei de rotație a planetei. Metodele propuse vizează impacturi controlate cu alte corpuri cerești, transformarea lui Venus într-un imens și complex motor electric alimentat de atracția gravitațională solară sau utilizarea unor enorme acceleratoare de masă care să lovească planeta cu peleți accelerați la viteze cvasi-relativiste (Birch, 1993). Niciuna dintre aceste variante nu este fezabilă în prezent.

În ceea ce privește terraformarea altor corpuri cerești, situația pare și mai dificilă. Au fost luați în calcul mai ales marii sateliți ai lui Jupiter și Saturn (Ganymede, Europa, Callisto, Titan). Aceștia se află la distanțe mari față de Soare, lumina incidentă este foarte slabă, iar temperaturile la suprafață sunt extrem de scăzute. Cheia ecopoiezei, în acest caz, ar sta în crearea unei surse de lumină, care ar încălzi respectivii sateliți, topind scoarța de gheață care le acoperă și eliberând gaze necesare constituirii atmosferei. Propunerile în acest sens includ construirea unor oglinzi cu diametre de ordinul zecilor de mii de kilometri (Zubrin, 2002) sau transformarea planetelor Jupiter și Saturn în mici stele, cu ajutorul unor găuri negre de dimensiuni reduse (Fogg, 1989, Zubrin, 2002) sau al unor explozii termonucleare, care ar putea genera reacții în lanț autosustenabile în masa acestor giganți de hidrogen (Popoviciu, 2010).

Probleme care ar afecta în acest caz procesul de terraformare sunt gravitația scăzută a acestor corpuri și insuficienta cunoaștere a compoziției și structurii lor interne (topirea completă a gheții de la suprafață ar putea lăsa expuse straturi adânci de apă lichidă, transformând respectivii sateliți în lumi în totalitate oceanice, impropriei colonizării umane).



## CONCLUZII

Terraformarea reprezintă un domeniu de cercetare interdisciplinar extrem de promițător, deschizând calea colonizării și a valorificării vecinătății cosmice imediate. Expansiunea omenirii pe alte planete ar furniza o rezolvare problemelor economice, ecologice și sociale generate de suprapopularea Pământului. Ținând cont de durata îndelungată necesară transformării unor planete sterile în noi habitate pentru specia umană, direcționarea cât mai rapidă și cât mai masivă de resurse către cercetarea din acest domeniu este imperios necesară.

La momentul actual, terraformarea planetei Marte pare a fi cea mai la îndemâna omenirii. Atât cunoștințele științifice, cât și tehnologia necesare procesului sunt disponibile. Tot ce lipsește este concentrarea susținută de resurse materiale pentru acest obiectiv.

În ceea ce privește planeta Venus și mării sateliți jovieni și saturnieni, terraformarea pare posibilă, dar nu la nivelul tehnico-științific actual.

## BIBLIOGRAFIE

1. ARDELEAN, I., MOISESCU, C., POPOVICIU, D.R. 2009. Pp. 335-350. Magnetotactic bacteria and their potential for terraformation. In SECKBACH, J., WALSH, M.M. (eds.), *From Fossils to Astrobiology. Records of Life on Earth and the Search for Extraterrestrial Biosignatures*. 2009, Springer-Verlag, Heidelberg.
2. BIRCH, P. 1991. Terraforming Venus quickly. *JBIS* 44: 157-167.
3. BIRCH, P. 1992. Terraforming Mars quickly. *JBIS* 45: 331-340.
4. BIRCH, P., 1993. How to spin a planet. *JBIS* 46: 311-313.
5. CANTRELL, J.R. 2009. Terraforming terrestrial planets. <http://www.chara.gsu.edu/~thenry/PLANETS/paper.cantrell.pdf>.
6. FOGG, M.J. 1989. Stellifying Jupiter – a first step to terraforming the Galilean satellites. *JBIS* 42: 587-592.
7. FOGG, M.J. 1998. Terraforming Mars: a review of current research. *Adv. Space Res.* 3: 415-420.
8. FRIEDMANN, E.I., HUA, M., OCAMPO-FRIEDMANN, R. 1993. Terraforming Mars: dissolution of carbonate rocks by cyanobacteria. *JBIS* 47: 291-292.
9. FRIEDMANN, E.I., OCAMPO-FRIEDMANN, R. 1995. A primitive cyanobacterium as pioneer microorganism for terraforming Mars. *Adv. Space. Res.* 15: 243-246.

10. GRAHAM, J.M. 2004. The biological terraforming of Mars: planetary ecosynthesis as ecological succession on a global scale. *Astrobiology* 4: 168-195.
11. GRAHAM, J.M. 2006. Planetary ecosynthesis as ecological succession. *Gravitational and Space Biology* 19: 105-120.
12. HISCOX, J.A. 2000. Biology and the planetary engineering of Mars. Pp. 453-481. In: MCMILLEN, K.R. (ed.), *The Case for Mars Part VI*. 2000, Univelt, San Diego.
13. HISCOX, J.A., THOMAS, D.J. 1995. Genetic modification and selection of microorganisms for growth on Mars. *JBIS* 48: 419-426.
14. INTERNATIONAL SPACE UNIVERSITY. 2005. Visysphere Mars: Terraforming Meets Engineered Life Adaptation. Final Report. <http://masters05.isunet.edu/tp2/Documents/TP2FinalReport.pdf>.
15. MARINOVA, M.M., MCKAY, C.P., HASHIMOTO, H. 2005. Radiative-convective model of warming Mars with artificial greenhouse gases. *J. Geophys. Res.* 110: E03002, doi:10.1029/2004JE002306.
16. MCINNES, C.R. 2010. Mars climate engineering using orbiting solar reflectors. Pp. 645-660. In: BADESCU, V. (Ed.), *Mars: Prospective Energy and Material Resources*. 2010, Springer-Verlag, Heidelberg.
17. MCKAY, C.P., MARINOVA, M.M. 2001. The physics, biology, and environmental ethics of making Mars habitable. *Astrobiology* 1: 89-109.
18. MCKAY, C.P., TOON, O.B., KASTING, J.F. 1991. Making Mars habitable. *Nature* 352: 489-496.
19. MOSS, S. 2006. Terraforming Mars. <http://ascensiontek.com/shaunmoss/dl/ShاونMoss-TerraformingMars.pdf>.
20. ORME, G.M., NESS, P.K. 2007. A theory of terraforming Mars in fifty years. <http://www.harmakhis.org/terraforming.pdf>.
21. POPOVICIU, D.R. 2010. Terraforming Mars via the Bosch reaction: turning gas giants into stars. *Journal of Cosmology* 12: 3980-3991.
22. THOMAS, D.J. 1995. Biological aspects of the ecopoiesis and terraformation of Mars: current perspectives and research. *JBIS* 48: 415-418.
23. THOMAS, D.J., BOLING, J., BOSTON, P.J., CAMPBELL, P.A., MCSPADDEN, T., MCWILLIAMS, L., TODD, P. 2006. Extremophiles for ecopoiesis: desirable traits for and survivability of pioneer Martian organisms. *Gravitational and Space Biology* 19: 91-104.

24. WHITTOME, P. 1999. Terraforming Mars – waterfield reservoir management. Pp. 1003-1018. In ZUBRIN, R.M., ZUBRIN, M (eds.), *Proceedings of the Founding Convention of the Mars Society*, Part III. 1999, Univelt, San Diego.
25. ZUBRIN, R. 2002. Entering space: colonizarea spațiului cosmic. Edit. Teora, București.
26. ZUBRIN, R., MCKAY, C.P. 1997. Technological requirements for terraforming Mars. *JBIS* 50: 83-92.

# MOBILITATEA ÎN LUMEA VEGETALĂ

Maria Magdalena ZAMFIRACHE<sup>5</sup>, Irina BOZ<sup>\*\*</sup>

**Abstract:** *The alive beings need to adapt themselves to the environment that surrounds them to assure their survival. Many animals, being mobile, can change their circumstances to some external factors; by contrast, a plant is immobilized once it sends down its first root. However, plants have the ability to respond and make adjustments to a wide range of changes in their external environment. In this article we aim to present based on the literature of specialty different aspects of the motric activity of plants: intracellular movements, tactisms, stomata movements and nastic movements.*

**Key words:** *cyclosis, amoeboid movements, stomata movements, nastic movements*

## MIȘCĂRI INTRACELULARE

**Mișcările citoplasmei (cicloza).** Sunt ușor de observat în plasmodiile mixomicetelor, în filamentele miceliene ale multor ciuperci (cum ar fi *Rhizopus*, *Saprolegnia*), în celulele mari internodale ale algelor *Chara* și *Nitella*, în celulele frunzelor de *Elodea* (Planșa I, Fig. 1), epidermei de la fața internă a frunzelor cărnoase ale bulbului de *Allium cepa*, în perii staminali de *Tradescatia* etc. Aceste mișcări își au sediul în citoplasmă și sunt vizibile prin deplasarea incluziunilor și organitelor de talie mică, precum granulele lipidice, mitocondriile, plastidele tinere, transportate prin curenții citoplasmatici de la o extremitate la alta a celulei; uneori chiar și nucleul este antrenat în această mișcare.

Viteza acestor mișcări este foarte variată, de la câțiva microni la mai mulți milimetri pe minut. În aceeași celulă, ea poate fi rapidă sau încetinește până când deplasarea nu mai este vizibilă. Mișcarea este cantonată în partea fluidă a citoplasmei (endoplasma), în timp ce pelicula superficială, mai consistentă (ectoplasma) este relativ imobilă. Și direcția de mișcare este variabilă. Într-o celulă definitivă, cu o vacuolă centrală mare, citoplasma este împinsă în poziție parietală; în acest caz mișcarea are tendință de a fi giratorie și vorbim despre o **cicloză de rotație**. Dacă celula are mai multe vacuole, curenții care se observă afectează în același timp pătura citoplasmatică periferică, cordoanele de citoplasmă ce separă vacuola și trabeculele subțiri întinse de-a curmezișul acestora; ele prezintă în acest caz

---

<sup>5</sup> Prof. univ. dr., Facultatea de Biologie, Universitatea „Al. I. Cuza”, Iași

<sup>55</sup> Cercet. postdoc., Facultatea de Biologie, Universitatea „Al. I. Cuza”, Iași

direcții diferite, care pot chiar, în anumite momente, să se inverseze; vorbim în acest caz despre o **cicloză de circulație**.

Cicloza este strict legată de viața protoplasmei; ea încetează instantaneu în momentul necrobiozei. Cauzele și mecanismul său sunt încă puțin cunoscute; mișcarea este legată mai ales de schimbările ce afectează vâscozitatea citoplasmei: o vâscozitate ridicată este însoțită de o încetinire sau de oprirea ciclozei. În același timp se poate observa o diminuare a altor manifestări fiziologice ce poate merge până la trecerea în stare de viață latentă, cum este cazul celulelor cu conținut puternic deshidratat. Mișcarea trebuie să fie condiționată și de proprietățile **tixotropice** atribuite citoplasmei, însușirii sale de a se transforma reversibil, în puncte oarecare ale masei sale, de la starea de gel ( $\pm$  fluid). O presiune puternică sau o anestezie cu eter provoacă trecerea gelului citoplasmatic în sol, în timp ce dioxidul de carbon produce fenomenul invers. Această instabilitate coloidală trebuie să fie în legătură cu stabilitatea sau cu ruptura legăturilor dintre lanțurile fibroase de proteine și cu contracția periodică a lanțurilor prin ciclozare.

Factorii externi influențează puternic cicloza. Ea nu se manifestă decât la **temperaturi** cuprinse între 0°C și 40°C și prezintă un maximum de intensitate la o temperatură intermediară.

**Lumina** este, de asemenea, foarte activă și eficacitatea sa este pronunțată mai ales în cazul radiațiilor albastre, în timp ce radiațiile roșii nu au decât un efect slab sau sunt fără efect. O lumină puternică (peste 2200 lucși), ce diminuează vâscozitatea, intensifică cicloza. În condiții naturale, vâscozitatea citoplasmei variază periodic, arătând un maximum în timpul nopții și un minimum în timpul zilei. În plus, cicloza este influențată de **excitațiile mecanice și electrice**, dar și de diferiți agenți chimici. O diminuare a presiunii oxigenului încetinește curenții citoplasmatici. Dioxidul de carbon în concentrație mică și în absența oxigenului are un ușor efect stimulant.

Multe substanțe, precum anestezicele (eter, cloroform), dioxidul de carbon, frigul sau regulatorii de creștere (acid beta-indolil-acetic, 2,4-D) excită mișcarea citoplasmatică la concentrații mici și o inhibă la doze mai ridicate (de exemplu, cafeina aplicată într-o doză slabă are un efect stimulator).

Cicloza este legată de ciclul ontogenetic al celulei: când celula îmbătrânește, vâscozitatea citoplasmei crește și viteza ciclozei scade treptat. Curenții citoplasmatici s-ar explica prin contractilitatea ritmică a citoplasmei, provocată de plierea ritmică a fibrilelor proteice din hialoplasmă. Deplasarea organelor celulare favorizează schimbările de

materie și de energie în interiorul celulei, transporturile de metaboliți sau de produși ai catabolismului, reînnoirea constituenților celulari.

**Mișcările nucleului.** Nucleul se poate deplasa în celulă în mod pasiv, antrenat de curenții citoplasmatici. Nu este exclus ca el să-și poată datora mișcarea și independent de cicloză. Dar mișcările sale cele mai remarcabile sunt acelea ce caracterizează mitoză, respectiv **cariocineza**, care se desfășoară în cele 4 faze bine cunoscute: pro-, meta-, ana- și telofaza, în cursul cărora cromozomii bicromatidici se clivează longitudinal și migrează sub formă de cromozomi monocromatidici din placa ecuatorială spre cei doi poli ai celulei, după ce ei în stare inițială, migrează de la polii celulei spre placa ecuatorială.

Cu toată precizia descrierilor citologice, mecanismul de formare a fusului de diviziune, mișcările anafazice ale cromozomilor și raporturile lor cu acest fus, clivajul celulei-mamă în două celule fiice rămân încă de lămurit.

**Mișcările cloroplastelor.** În celulele asimilatoare (fotosintetice) cloroplastele se pot orienta în raport cu direcția predominantă a luminii. La numeroase plante aceste organite au o vizibilă tendință de a-și expune la lumină fața lor cea mai extinsă pe pereții periclini ai celulei, când intensitatea luminii este slabă și, dimpotrivă, să se dispună cu fața lor cea mai extinsă pe pereții anticlini ai celulei (Planșa II, Fig. 2) când lumina este intensă. Astfel, în primul caz ele prezintă orientarea cea mai potrivită pentru utilizarea luminii, în timp ce în al doilea caz efectele distructive ale unei iluminări prea intense pot fi evitate.

În această orientare a cloroplastelor, lumina albastră și nu cea roșie este cea eficace. În general, se admite că aceste deplasări ale cloroplastelor sunt pasive și legate de curenții citoplasmatici. Totuși, în anumite cazuri s-a constatat existența de contracții și deformări ale acestor organite, care permit mișcări amiboide, atribuite variațiilor de tensiune superficială, mișcări ce au putut fi analizate prin metoda cinematografică.

#### DEPLASĂRI DE ANSAMBLU

**Mișcările amiboide.** Când citoplasma nu este învelită de un perete scheletic rigid, mișcările interne sunt însoțite de deformări de ansamblu și, ca urmare, devin posibile deplasări ale întregii mase protoplasmatică. Este ceea ce se observă în mixamibe și în plasmodiile mixomicetelor (de exemplu *Physarium polycephalum*, care poate fi ușor cultivat în laborator). În deplasarea sa, plasmodiul emite pseudopode care aderă ± puternic de substratul solid. O fază de contracție face apoi să progreseze masa protoplasmatică (cu numeroși nuclei) în pseudopode, care par astfel să intre

în plasmodiu. Formarea de pseudopode pare legată de o diminuare temporară și localizată a tensiunii superficiale a masei citoplasmatică. În timpul deplasării sale, plasmodiul poate îngloba particule alimentare în jurul cărora se formează vacuole digestive, care au astfel o origine exogenă, spre deosebire de vacuolele obișnuite ce iau naștere în citoplasmă. În aceste vacuole digestive difuzează sucuri digestive secretate de protoplasmă. În final, ele se deschid la exterior și dispar în același timp când sunt expulzate reziduurile digestive. Plasmodiul mixomicetelor conține o proteină contractilă – **micomiozina**, ce se apropie mult ca proprietăți de miozina B a mușchiului, ceea ce ar explica din punct de vedere mecano-chimic mișcările celulare vegetale.

Deplasările de ansamblu a plasmodiilor de mixomicete, ca și cele ale microorganismelor mobile cu ajutorul cililor sau a flagelilor, pot fi influențate sau orientate de către diverși factori externi și primesc numele de **tactisme**. După cum mișcarea este îndreptată spre punctul de difuziune a factorului sau în direcția opusă, se spune că aceste tactisme sunt pozitive sau negative. Aceste mișcări se exprimă, în plus, printr-un prefix, natura stimulului, ceea ce permite de a indica foarte prescurtat, în același timp și factorul activ și principalele caractere ale acțiunii sale (de exemplu: termotopotactisme + sau -, foto -, chimio -, hidro -, galvanotactisme + sau - etc., după cum factorii care acționează sunt temperatura, lumina, agenții chimici, apa, curentul electric etc.).

#### **Mișcările de ansamblu cu ajutorul cililor sau flagelilor**

Multe bacterii, numeroase alge unicelulare – protofite (de exemplu *Euglena*, *Chlamydomonas*) și chiar unele alge unicelulare sau coloniale (precum *Volvox*) se mișcă cu ajutorul cililor vibratili sau al flagelilor. Același mod de mișcare, cu ajutorul acelorași formațiuni celulare, îl întâlnim la zoosporii și gameții mobili de la alge și ciuperci, la gameții masculi de la briofite, pteridofite și unele gimnosperme (*Cycas*, *Ginkgo*).

Un anumit număr de genuri de protofite sunt, totuși, în stare vegetativă, lipsite complet de aparatul locomotor (*Micrasterias*, *Cosmarium*, *Chlorococcum*, *Chlorella*); aceste alge imobile sunt deplasate pasiv de către curenții de apă. În momentul reproducerii ele pot, totuși, da naștere, la gameți sau la zoosporii flagelați.

Absența mobilității poate privi grupe întregi de alge și în aceste condiții poate prezenta un mare interes filogenetic. Este mai ales cazul **algelor roșii**, la care nici o celulă flagelată nu este cunoscută, ceea ce le distinge fundamental de alte alge (ele se disting de alte alge și prin structura plastidelor și prin natura pigmentilor fotoreceptori pe care-i conțin).

Celulele lipsite de aparat cinetic flagelar se pot totuși deplasa, fie prin mișcări amiboide, comparabile celor întâlnite la celulele animale (ca și la mixomicete), fie prin proiectarea de substanțe vâscoase, ce permit o lunecare pe substrat (de exemplu alga roșie *Porphyridium*; această algă unicelulară expulzează la extremitatea sa posterioară compuși mucilaginoși de origine golgiană, care favorizează alunecarea ei pe suport și, polimerizându-se, permit propulsia sa. Un mod de deplasare comparabil este observat la **diatomeele penate**, alge unicelulare ce trăiesc pe substrat solid; ele emit un fel de mucus al cărui rol este comparabil cu cel produs de *Porphyridium*.

Totuși, aparatul cinetic flagelar rămâne mijlocul de deplasare cel mai răspândit și cel mai eficace la protofite.

Numărul flagelilor este variabil la protofite: 1, 2, 4; nu se cunosc celule vegetative având mai mult de 4 flageli, în timp ce această situație se întâlnește la anumite celule reproducătoare (gameți și zoospori la *Oedogonium*, de exemplu). Punctul de inserție al flagelilor este cel mai adesea anterior (*Chlamydomonas*), dar el poate fi și lateral (*Dinophyceae*).

Flagelii pot fi egali (*Chlamydomonas*, *Pyramimonas*) sau inegali și în acest caz diferența de mărime poate fi atât de importantă, încât celula pare uniflagelată (*Euglena*). Inserția se poate face pe un mamelon (*Chlamydomonas*), dar și în fundul unei depresiuni (*Euglena*, *Pyramimonas*). Când celula are mai mulți flageli, ei prezintă cel mai adesea aceeași orientare, dar aceasta nu este o regulă generală; la *Dinophyceae*, de exemplu, ei sunt ortogonali (*Pteridium*), unul dintre ei asigurând propulsia, altul rotirea celulei. Flagelii pot, de asemenea, avea expansiuni laterale fibrilare, numite adesea mastigoneme, mai mult sau mai puțin numeroase.

Această mare diversitate privind numărul, forma, dispoziția flagelilor este una din manifestările diversității protofitelor; ea permite caracterizarea grupelor, genurilor, speciilor, deci este de un mare interes taxonomic. Celulele **izoconte** au doi flageli de lungime egală, **anizocontele** au doi flageli inegali; la **heterocontele**, un flagel este păros, altul neted; când flagelii sunt inserați la vârful celulei, dispoziția este **acrocontă**, iar când sunt laterali ea este **pleurocontă**; celulele **stefanocontele** au o coroană de flageli anteriori (situație întâlnită la anumiți gameți și zoospori).

În Figura 3 (Planșa II) sunt prezentate celule mobile (prin cili sau flageli) de la diferite bacterii și organisme vegetale, observându-se diversitatea acestor formațiuni motoare; ele sunt de natură proteică, alături de tubuline fiind identificate peste 250 de polipetide diferite, între care dineinele, cu proprietăți ATP-azice și nexina, cu proprietăți elastice; arhitectura moleculară este, deci, foarte complexă, proteinele structurându-



se în microtubuli alcătuiți din protofilamente și fibre radiare. Flagelii sunt evaginații tubulare ale celulei (0,25-0,35 microni în diamteru), acoperiți de plasmalemă, în care se angajează un fascicul de microtubuli orientați paralel și care reprezintă axonema. Inserția flagelului în citoplasmă se face la nivelul unui corpuscul bazal, legat de plasmalemă prin fibre de tranziție. Flagelii pot fi uneori netezi, dar adesea sunt acoperiți de solzi sau peri (filamentoși sau tubulari), numiți și mastigoneme, care măresc suprafața de contact cu mediul înconjurător, crescând astfel eficacitatea mișcării flagelare, având în constituția lor glicoproteine cu rol în fenomenele de recunoaștere celulară.

Algele flagelate unicelulare sunt frecvent prevăzute cu o pată roșie numită **stigmă** (care lipsește în general la formele imobile), situată la partea anterioară a celulei. În celulele flagelate de la algele verzi și brune, stigma este alipită de cromatofor.

Deplasările prin cili și flageli sunt supuse tactismelor + sau - . Ca exemple, amintim de fototactismul celulelor mobile de la alge și chimiotactismul anterozoizilor de la ferigi.

### **MIȘCĂRILE STOMATICE**

Stomatele, prezente în epidermă, sunt alcătuite din două celule stomatice (uneori însoțite de celule anexe) ce lasă între ele o deschidere numită ostiolă, care se poate deschide sau închide. Ele intervin eficace în procesele de transpirație, fotosinteză și respirație.

Mișcarea stomatică prezintă adesea un ritm diurn, astfel că ostiola este închisă noaptea și deschisă ziua (cu variații în gradul de deschidere în funcție de orele zilei). În anumite cazuri stomatele se închid în momentul cel mai cald al zilei și se deschid din nou în cursul după-amiezei. Numeroși factori externi sunt eficace: lumina (efect de intensitate, durată, calitate), temperatura, puterea de evaporare a aerului și conținutul de apă al țesuturilor, concentrația de oxigen și de dioxid de carbon, variația de pH a conținutului celular și modificările ce afectează natura și proporția anionilor și cationilor, excitațiile bruște (șocuri termice, electrice, mecanice), narcoticele etc. Faptul că în anumite cazuri stomatele păstrează temporar un ritm diurn al mișcărilor în condiții externe constante sugerează și posibilitatea unei periodicități cu caracter autonom.

Cercetările cu privire la mișcările stomatice își au începutul la mijlocul secolului al XIX-lea (Mohl), continuând până astăzi (Schwender, Sayre, Kohl, Lloid, Rosing, Linsbauer, Heath, Williams, Tronchet și mulți alți autori). În procesul de închidere și deschidere a stomatelor, un rol important îl au modificările de turgescență și grosimea pereților celulelor

stomatice. Presiunea osmotică din celulele stomatice este mai ridicată în stomatele deschise decât în cele închise; în timpul nopții această presiune este inferioară celei din celulele adiacente, care tind astfel să comprime stomata și să accentueze ocluzia ostiolei. Deci se confirmă ipoteza unui mecanism de turgescență, emisă de Scwendener spre sfârșitul secolului al XIX-lea (Planșa III, Fig. 4).

Relativ la mecanismul reglării turgescenței celulelor stomatice s-au emis mai multe teorii. Teoria clasică: ca urmare a schimbării reversibile a amidonului în zaharoză sau alte glucide simple, osmotice active. Teoriile mai noi: în reglarea potențialului osmotic iau parte cationi monovalenți, în special  $K^+$ : în timpul deschiderii ostiolei  $K^+$  intră în vacuolă contra gradientului de concentrație; potențialul osmotic al celulelor crește, în ele intră apa, crește turgescența, stomata se deschide; când mecanismul se deconectează,  $K^+$  iese din vacuolele celulare stomatice, turgescența lor scade și stomata se închide.

Aceste variații de presiune osmotică au fost atribuite transformării reversibile a amidonului (poliglucid osmotic inactiv) în glucoză (glucid osmotic activ). Conținutul în amidon al celulelor stomatice, ridicat în timpul nopții, scade în timpul zilei (în același timp stomatele se deschid) și crește din nou seara (când ele se închid). Lumina ar acționa mai ales asupra reacțiilor enzimatice care comandă echilibrul reversibil amidon-glucoză.

Ulterior s-a sugerat că o umflare diferită a diverselor părți din peretele celular ventral (lângă ostiolă) ar putea interveni în mișcare. S-a sugerat, de asemenea, că la lumină, creșterea pH-ului în celulele stomatice (datorită eliminării dioxidului de carbon de către fotosinteză) ar determina o umflare de către imbițiția coloizilor amfoteri, ducându-i mai departe de punctul lor izoelectric: apa ar fi astfel atrasă în celulele stomatice și ele s-ar închide. O ipoteză emisă pe la mijlocul secolului al XIX-lea face să intervină o excreție activă de apă de către celulele stomatice; atunci are loc închiderea ostiolei. Această interpretare ar implica presupunerea că această mișcare este singura activă, deschiderea nefiind atunci decât o revenire (probabil de mecanism osmotic) la o stare de repaus. Ocluzia stomatei ar rezulta, în acest caz, dintr-un transfer de apă al celulelor stomatice în celulele epidermice înconjurătoare. Ea ar implica o cheltuială de energie și s-ar efectua poate prin intermediul structurilor contractile.

Spre sfârșitul secolului trecut, Cout-Gastelier cercetează rolul microtubulilor celulelor stomatice în mișcarea stomatelor. Mișcarea celulelor stomatice este însoțită de modificări ultrastructurale ale celulelor anexe. Când stomatele sunt închise, vacuolele celulelor anexe sunt mici și

numeroase; când stomatele sunt deschise, vacuomul este constituit din una sau două vacuole mari; există toate stadiile intermediare între cele două ultime stadii. În cursul stadiilor intermediare de deschidere, se produc curenți citoplasmatici care antrenează organitele celulare lângă pereți, în volumul citoplasmatic lăsat de vacuolă. Celulele anexe se umflă cu apă și pereții ce delimitează ostiola se curbează.

În stomatele pe cale de deschidere de *Tradescatia virginiana* au fost observați frecvent **microtubuli**, ceea ce nu a fost cazul în stomatele închise sau deschise. Acești microtubuli localizați în citoplasma parietală, sunt vizibili mai cu seamă pe secțiuni paradermale tangențiale.

Pe astfel de secțiuni perețele prezintă numeroase vilozități mărginite de plasmalemă. La acest nivel reticulul endoplasmatic este bine dezvoltat și mitocondriile sunt numeroase; asocierea acestora cu vilozitățile parietale evocă celulele de transfer și schimbările importante care pot avea loc la nivelul lor. Microtubulii, dirijați în prelungirea vilozităților parietale, ar putea contribui, pe de o parte, organitelor în citoplasmă și, pe de altă parte, ar putea juca un rol în mișcările stomatice. În mod clasic, colchicina provoacă depolimerizarea rapidă a microtubulilor proteici și distrugerea rețelei de filamente intermediare, ceea ce are repercusiuni negative asupra deschiderii stomatelor. Așadar, prezența și integritatea microtubulilor este indispensabilă funcționării stomatelor; acești microtubuli intervin în orientarea curenților citoplasmatici. Au fost observați și microtubuli asociați tonoplastului în celulele stomatice aflate în curs de diferențiere. Dezorganizarea microtubulilor ar fi responsabilă, direct sau indirect, de inhibarea endosmozei în celulele stomatice și, deci, de mișcarea de închidere și deschidere a stomatelor.

### **NASTIILE\***

Nastiile sunt mișcări de curbură a căror direcție nu depinde de cea a stimulului care le provoacă, ci este determinată de o dorsiventralitate structurală (sau cel puțin fiziologică) a organului pe care-l afectează. Stimularea poate, de altfel, să nu prezinte nici o direcție definită și să constea într-o variație difuză a unui factor de mediu. Prin aceste caractere nastiile se disting net de tropisme, în care sensul curburii este determinat de o direcție definită a agentului stimulent.

Florile tinere de *Crocus* sau de *Tulipa*, puse într-un mediu cu temperatură constantă, se deschid când ele sunt iluminate și se închid la

---

\*<sup>)</sup> de aceste mișcări s-au ocupat pe scurt într-un articol publicat anterior în aceeași revistă L. Ivănescu și I. Boz (L. Ivănescu și I. Boz – Mișcările nictinastice și „somnia” plantelor, 2010: 11-17)

întuneric. Mișcarea de deschidere, calificată în acest caz **fotonastică**, rezultă dintr-o inegalitate de creștere ce se produce în regiunea bazală a pieselor periantului petaloid și este provocată de o variație difuză a factorului lumină în jurul florii. Mișcarea de deschidere a florilor poate fi, de altfel, și **termonastică** deoarece, la intensitate luminoasă constantă, aceleași flori se deschid în aer cald și se închid în aer rece.

Staminele iritabile de la unele plante (*Helianthemum*, *Mesembryanthemum* ș.a.), dacă sunt supuse unei excitații mecanice se curbează totdeauna în aceeași direcție, în oricare punct ar fi fost stimulate. Este vorba în acest caz de un răspuns **haptonastic** indus de un stimul de contact, fără nici o localizare sau orientare a excitației.

Un organ ce prezintă, structural și fiziologic, o simetrie complet radiară nu poate prezenta curbura nastică, în timp ce un organ dorsiventral sau asimetric poate fi capabil să răspundă printr-o curbura nastică fie la un stimul difuz, fie la unul unidirecțional, fie la ambele tipuri de stimuli. Factorii responsabili sunt de natură diversă: lumină, temperatură, umiditate, contact, șocuri mecanice, substanțe chimice etc. Cât despre mecanismul curburii, el poate face să intervină fie inegalități de creștere pe cele două fețe opuse ale organului, fie mișcări de variație sau de torsiune ce pot fi atribuite modificărilor de turgescență în celulele anumitor țesuturi, fie o combinație a acestor diferite reacții. Se vorbește de o **epinastie** când organul cu structură dorsiventrală (frunză, foliolă, piesă periantică etc.) se curbează spre bază, fața morfologic superioară crescând sau întinzându-se mai mult și devenind convexă. Când organul se curbează în sus, vorbim de o **hiponastie**.

**Nictinastii.** Se denumesc **nictinastice** mișcările periodice cu ritm diurn sau **circadian**, adică de 24 de ore sau în jur de 24 de ore. Se încadrează în această categorie mișcările de deschidere sau de închidere a diferitelor flori care nu se deschid decât în timpul zilei (de exemplu *Ornithogalum umbellatum*) sau deschizându-se seara și închizându-se dimineața (de exemplu *Mirabilis jalapa*). Aceste nastii par - la prima vedere - a fi legate de alternanța zi - noapte și să depindă astfel de variațiile factorului lumină. Totuși, scăderea temperaturii ce însoțește finalul zilei poate fi și ea în cauză. Coincidența în alternanța zi - noapte și ritmul intern ar putea fi efectul unei sincronizări a acestuia din urmă sau rezultatul selecției naturale.

Anumite mișcări nictinastice, precum a celor de la frunzele de *Impatiens* sau de *Polygonum convolvulus* care, etalate ± orizontal în timpul zilei, se apleacă și cad spre bază în timpul nopții, datorită unei creșteri diferențiate ale celor două fețe foliare sunt privite ca fotonastice.

Nictinastiile numite **de variație** par mai răspândite. Ele sunt legate nu de o creștere diferențială, ci de schimbările periodice de turgescență în celulele de la baza pețiolilor sau a limburilor foliare (umflături motoare sau **pulvinule**); se observă mai ales la foliolele sau la frunzele de la numeroase specii de *Oxalidaceae* (*Oxalis*) (Planșa III, Fig. 5) și *Fabaceae* (*Robinia*, *Trifolium*, *Phaseolus*, *Coronilla*, *Mimosa* ș.a.). În unele cazuri (*Coronilla rosea*, *Mimosa pudica* ș.a.) foliolele frunzelor compuse sunt etalate în timpul zilei, iar la căderea nopții se ridică, fețele superioare aplicându-se una contra alteia. La *Trifolium*, foliolele laterale vin față în față, iar cea terminală se pliază după nervura mediană și, lăsându-se în jos, le acoperă pe celelalte două. Schimbările de lumină și de temperatură pot interveni concomitent în inducerea unor astfel de curburi nastice. În anumite cazuri, în special la frunzele de *Phaseolus*, *Impatiens noli-tangere* ș.a., mișcarea nictinastică fiind capabilă de a continua timp de mai multe zile în condiții externe ce se mențin constante, o modificare periodică de natură endogenă trebuie să fie în cauză.

**Seismonastii.** Mișcările seismonastice sunt acelea provocate de excitații mecanice, cum ar fi șocurile sau zdruncinăturile, determinate de o schimbare bruscă de presiune. Agentul stimulant nu este neapărat un corp solid: răspunsul poate fi declanșat și datorită presiunii unui lichid sau a unui gaz, fapt care distinge seismonastiile de haptonastii, în care numai un contact cu un obiect solid poate provoca reacția. Excitațiile electrice produc același răspuns ca și o stimulare seismonastică.

Exemplele cele mai remarcabile de seismonastii sunt furnizate de *Mimosa* (*M. pudica*) (Planșa IV, Fig. 6), organele de captură de la unele plante carnivore (tentacule foliare de *Drosera* - Planșa IV, Fig. 7); frunze capcană de *Dionaea muscipula*\* (Planșa V, Fig. 8) și staminele unor flori (*Cynara*, *Berberis*, *Sedymus* ș.a.) (Planșa V, Fig. 9).

Ne vom opri, în cele ce urmează, doar la *Mimosa pudica*. Pețiolul principal poartă la vârful său una sau două perechi de segmente penat compuse, prevăzute cu numeroase perechi de foliole. Pețiolul comun, cei doi sau patru pețiole secundari, ca și pețiolului foliolelor prezintă la bază câte o umflătură motoare sau **pulvinulă**. După o excitație mecanică a frunzei, aceste umflături se deformează ca urmare a unei variații de turgescență. Rezultă trei mișcări distincte: pețiolul principal coboară, pețiolii secundari se apropie puțin, foliolele fiecărei perechi, care în mod normal

---

\*) de care s-au ocupat pe larg într-un alt articol C. Toma și I. Toma (C. Toma și I. Toma – Plantele carnivore – un caz particular de adaptare la mediul de viață. În: Prelegeri academice, Iași, vol. I, 2002: 103-130)

sunt etalate, se ridică una contra celeilalte, punându-și fețele superioare în contact. Extinderea răspunsului depinde de forța excitației. Un stimul ușor aplicat pe pulvinula principală face doar să se coboare pețiolul principal, în timp ce un stimul mai puternic face ca mișcarea să se propage la pețiolii secundari, ale căror foliole reacționează și ele progresiv, mai întâi cele de la bază, apoi cele de la mijloc și de la vârf. Dacă o excitație ușoară este aplicată vârfului unei foliole, răspunsul se poate limita la perechea de foliole vecine, dar dacă stimulul este mai puternic, reacția se propagă în acest caz în mod egal și se întinde atunci la pețiolii secundari, apoi la pețiolul principal. Dacă stimulul este și mai puternic, mișcarea se propagă spre partea de sus și spre baza tulpinii, atingând succesiv celelalte frunze, care reacționează la rândul lor, pețiolul principal mișcându-se în primul rând, apoi pețiolii lor secundari și, în cele din urmă, foliolele. Transmiterea excitației se poate astfel extinde la toată planta; viteza acestei conduceri de la punctul de excitare până la punctele de reacție (umflături motoare) este obișnuit de 2 până la 4 mm/secundă și depinde de intensitatea stimulului.

După excitație, urmată de reacție, starea normală se restabilește lent; abia după 10-15 minute pețiolul principal își revine complet poziția sa inițială. În acest timp frunza este inaptă de a reacționa la noi stimulări, dar după revenirea completă la poziția normală sensibilitatea maximă este lent recuperată.

Dacă un individ de *Mimosa* este supus la zdruncinături repetate în mod continuu, frunzele (după ce au reacționat imediat după modul obișnuit) se pot apoi etala și își pot relua poziția normală, ca și cum ar fi devenit insensibile la excitații mecanice. Dacă stimulii sunt întreruși de o perioadă de repaus, sensibilitatea seismonastică este redobândită curând.

Aptitudinea mimozei de a reacționa la șocuri mecanice sau electrice este puternic influențată de temperatură; reacția rămâne aproape nulă până la 15°C, iar între 25°C și 32°C este cea mai rapidă; peste 42°C planta nu mai manifestă nici un răspuns. Capacitatea de reacție este slăbită dacă se diminuează intensitatea luminoasă, fiind redusă și după ce planta a fost ținută într-un mediu cu diverse gaze (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, NO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>) și vapori de eter sau de cloroform.

Mișcarea frunzelor de *Mimosa* se face cu ajutorul „organelor” motoare (pulvinule) specializate, a căror creștere s-a terminat. În aceste „organe”, celulele corticale motrice suferă variații rapide (interval de o secundă) de turgescență legate de deplasarea unor ioni, mai ales K<sup>+</sup>, H<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>; de asemenea și ionii de Ca<sup>++</sup> joacă un rol cheie în cadrul seismonastiei. În plus, în timpul acestei reacții rapide se constată importante variații structurale în celulele motrice prevăzute cu **microtubuli**. S-au observat,

între altele, repliuri parietale foarte accentuate și agregarea de elemente fibrilare în citoplasmă și vacuole, astfel încât se presupune intervenția unui mecanism contractil. Rezultatele experimentelor cu alcaloizi (colchicină și vinblastină) arată că ei nu afectează mișcarea seismonastică a frunzelor la concentrații de  $10^{-3}$  M și  $10^{-4}$  M. Acești compuși nu alterează elementele fibrilare ale celulelor motrice, dar distrug microtubulii lor. Aceste rezultate sugerează că microtubulii nu intervin direct în seismonastii. Ipoteza că microtubulii și miofilamentele de actină pot interveni în reacția seismonastică, deci au proprietăți contractile, se sprijină pe faptul că o proteină ce migrează ca actina musculară a fost detectată în extractele de celule motoare pe gel de electroforeză SDS.

Un alt exemplu caracteristic de seismonastie este reacția frunzelor de *Dionaea muscipula* (plantă carnivoră cu capcane active) la excitațiile de șoc (provocate de aterizarea pe lobi lor a diferitelor insecte, care ating cele 3 „organe” tactile). Stimularea se traduce printr-o repliere bruscă a celor doi lobi ai limbului, insecta fiind închisă între ei, aici găsindu-și moartea; după acest moment intră în funcțiune glandele digestive de pe fața superioară a limbului, care secretă enzime ce descompun substanțele proteice ale insectei până la aminoacizi, absorbiți de către frunză. Timpul de latență a reacției seismonastice a frunzelor poate fi foarte scurt (aproximativ o secundă la temperatura de 20°C), iar închiderea celor doi lobi ai limbului poate deveni completă în câteva secunde.

Staminele unor plante (*Berberis*, *Cynara*, *Centaurea* ș.a.) reacționează prin mișcări seismonastice la excitații mecanice produse de insectele prădătoare sau polenizatoare. Cele de la *Berberis* își înclină brusc filamentele spre centrul florii și astfel anterele lasă polenul pe insecta care a provocat mișcarea.

**Haptonastia și chimionastia.** Tentaculele glandulare pe care le poartă frunzele plantelor carnivore din genul *Drosera* se curbează spre centrul limbului ca urmare a unei excitații de contact, care poate fi în același timp și o excitație chimică. Agentul stimulent este, de regulă, o insectă, atrasă de picăturile de apă din vârful tentaculelor, vântul sau ploaia fiind fără eficacitate în atragerea prăzii. Timpul de latență este mult mai lung decât în cazul speciei *Dionaea muscipula* și mișcarea de curbură este ea însăși mai lentă (de obicei, mai multe minute).

Natura obiectului excitant are influență atât asupra intensității excitației și rapidității răspunsului, cât și asupra timpului necesar revenirii la starea inițială; această revenire are loc într-o zi dacă excitația este produsă de un obiect nedigerabil, în timp ce dacă este vorba despre o insectă, tentaculele venite în contact cu corpul acesteia pot rămâne în poziția lor

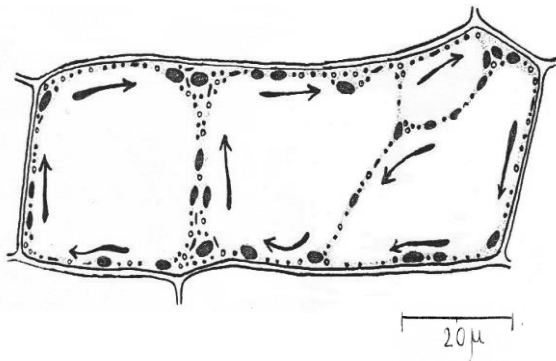
curbată timp de o săptămână și chiar mai mult, posibil datorită excitației chimice persistente produse de proteinele prăzii.

## BIBLIOGRAFIE

1. BURZO I., DELIAN E., DOBRESCU A., VOICAN V., BĂDULESCU L. 2004. *Fiziologia plantelor de cultură. I. Procesele fiziologice din plantele de cultură*. București: Edit. Ceres.
2. COUT-GASTELIER F. 1989. Les microtubules des cellules stomatiques: implication dans le mouvement des stomates. *Bull. Soc. Bot. France, CXXXVI, Actual. Bot.*, 2:111-112.
3. DANILOVA M. F., KOZUBOV. 1980. *Atlas ul'trastruktury rastitel'nykh tkanez (Atlas of plant tissue ultrastructure)*. Izdat. "Karelia", Petrozavodsk.
4. DARWIN CH. 1882. *La faculté motrice dans les plantes (trad. Heckel)*. Paris: Edit. Reinwald.
5. FLEURAT-LESSARD P., ROBLIN G. & BONMORT F. 1989. Microtubules et éléments fibrillaires dans réaction contractile de *Mimosa pudica* L. *Bull. Soc. Bot. France, CXXXVI, Actual. Bot.* 2:107-108.
6. GHIȘA E. 1964. *Botanică sistematică (Plante inferioare)*. București: Edit. Did. și Pedag.
7. POP E. 1948. Les courants protoplasmiques chez les *Labiées*: genres *Lamium* et *Salvia* (Note préliminaire). *Bul. Soc. Șt. Cluj.* 10:52-66.
8. POP E. 1950. Curenții protoplasmatici la *Labiatae* (Notă preliminară. II). *An. Acad. Geol. Geogr. Biol., Șt. tehn. Agric.*, 3 (13): 517-538.
9. POP E. 1955. Curenții protoplasmatici la *Labiatae* (Notă preliminară. III). *Bul. Șt. biol., Agronom., Geol., Geogr.* 7(1):13-28.
10. ROBERT D., CATESSON A. M. 1990. *Biologie végétale. Organisation végétative*. Paris: Edit. Doin.
11. TRONCHET A. 1986. *Notes sur les mouvements des végétaux*. Inst Bot. Univ. Besançon.
12. TOMA C. 2002. *Strategii evolutive în regnul vegetal*. Iași: Edit. Univ. "Al. I. Cuza".
13. TOMA C., GOSTIN I. 2000. *Histologie vegetală*. Iași: Edit. Junimea.
14. TOMA C., NIȚĂ M. 1997. *Celula vegetală*. Iași: Edit. Univ. "Al. I. Cuza".
15. ZAMFIRACHE M. M. 2001. *Fiziologie vegetală*. Iași: Edit. Univ. "Al. I. Cuza".

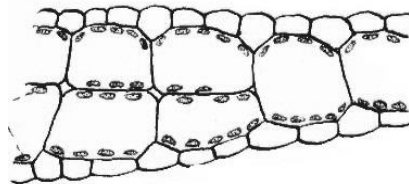


## PLANȘA I

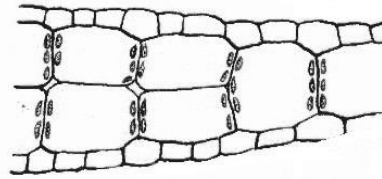


**Fig. 1 Mișcarea de cicloză observată într-o celulă din frunza de *Elodea canadensis* (schemă).**

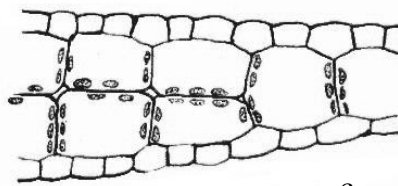
Punctele gri, foarte fine reprezintă citoplasma (nucleul nu este figurat). Corpusculii mari, negri sunt cloroplastele. Punctele sferice și bastoanele în negru reprezintă condriomul. Micile cercuri goale sunt granule lipidice. Spațiile mari, clare corespund vacuolei. Sensul mișcării este indicat de săgeți (după Tronchet, 1966).



a

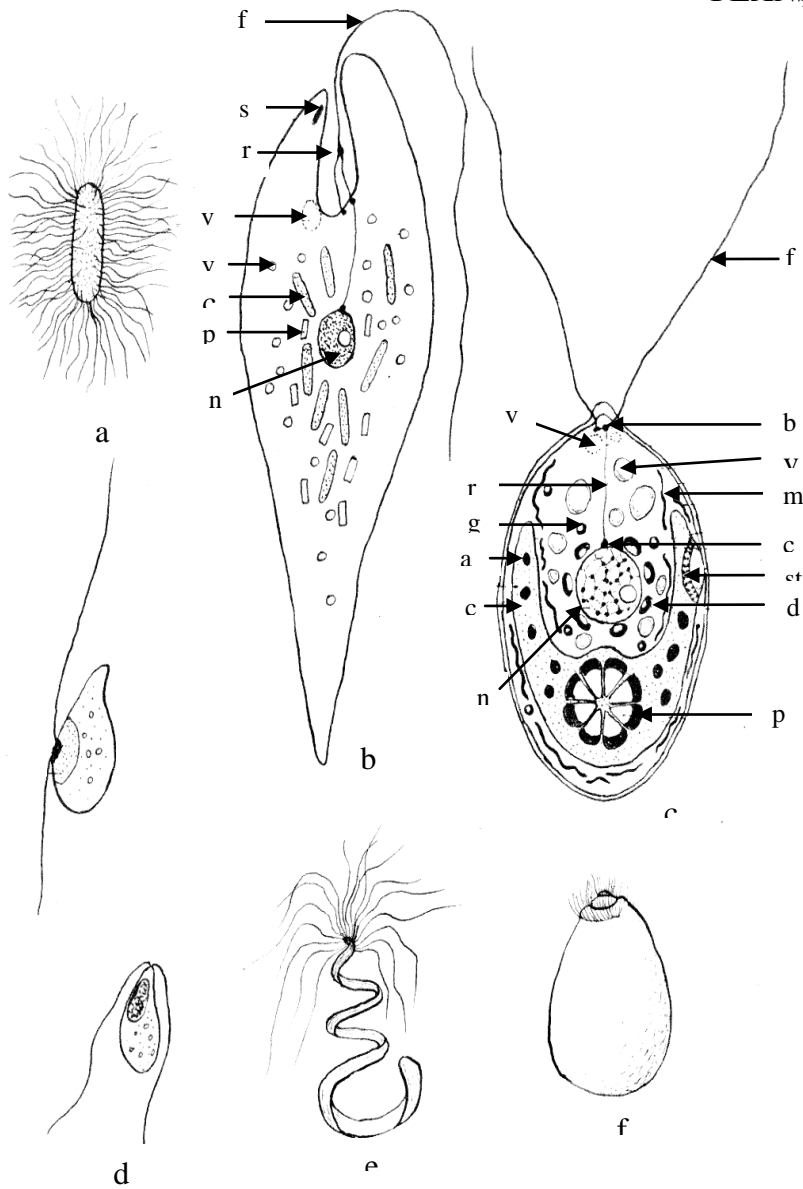


b

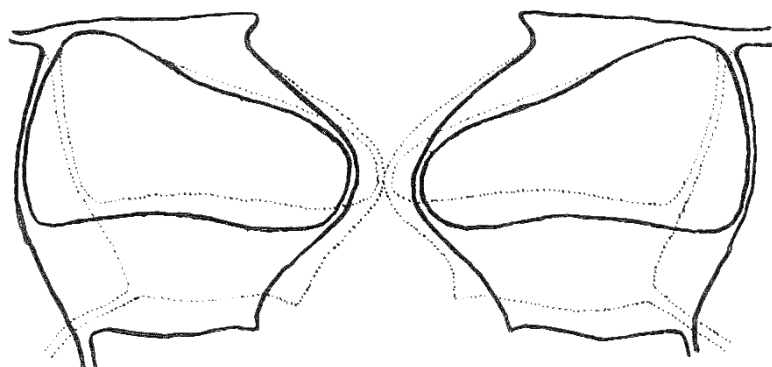


c

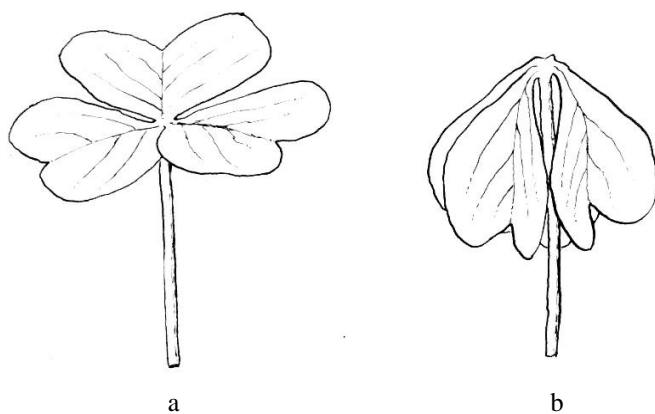
**Fig. 2 Fragment dintr-o frunză de *Lemna trisulca* (luminată perpendicular pe suprafața sa). În (a) (lumină moderată) cloroplastele sunt dispuse pe pereții anticlini. În (b) (lumină intensă) ele sunt plasate pe pereții periclini. În (c) este reprezentată poziția cloroplastelor la o întuneric (după Tronchet, 1966).**



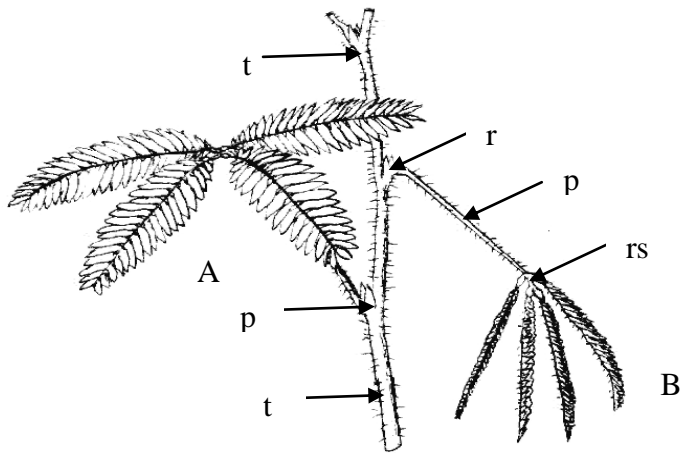
**Fig. 3 Celule mobile prin cili sau flageli.** În (a) bacterie peritrihă (*Proteus vulgaris*), în (b) *Euglena viridis* (după P. Dangeard), în (c) *Chlamydomonas* sp. (după Feldmann), în (d) zoospor de *Ectocarpus*, în (e), (f) și (g) anterozoizi de *Lycopodium*, ferigă și *Ginkgo biloba*. Fl – flagel, st – stigma, r – rezervor, vp – veziculă pulsatilă, vo – vacuolă, ch – cromatofor, par – paramilon, n – nucleu, am – amidon, bl – blefaroplaste, rh – rizoplaste, c – centrozom, m – mitocondrie, d – dictiozomi, py – pirenoid, gl – picătură lipidică (după Tronchet, 1966).



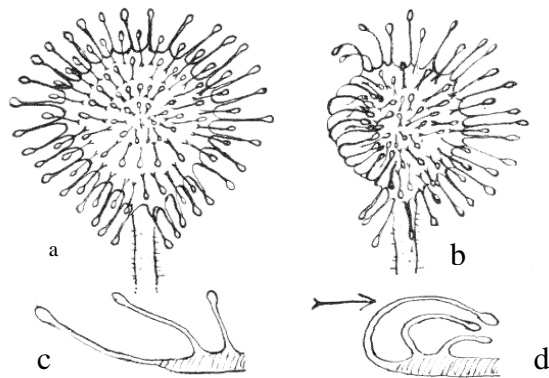
**Fig. 4 Stomate de *Helleborus* sp.** văzute în secțiune transversală, prin mijloc și perpendicular ostiolei. Poziția membranei scheletice a celor 2 celule stomatice, când stomata este deschisă sau închisă (după Schwendener).



**Fig. 5 Frunze de *Oxalis acetosella*.** În (a) poziția diurnă a celor 3 foliole, în (b) poziția lor nocturnă (după Tronchet, 1966).

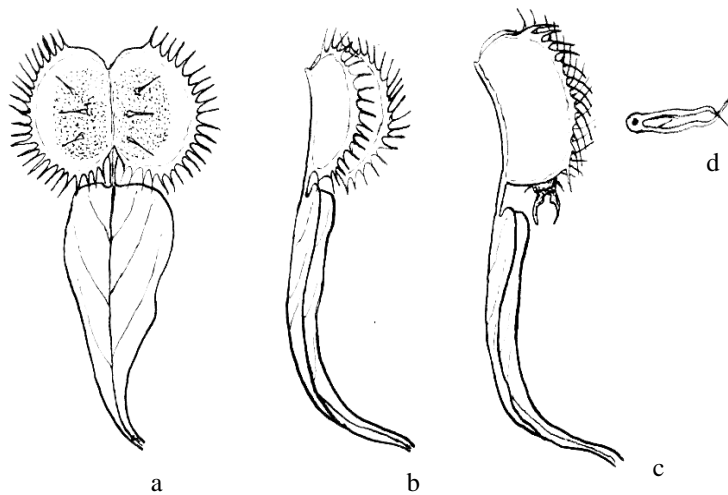


**Fig. 6 Frunze de *Mimosa pudica*.** Frunza A se află în poziția în care este excitabilă, frunza B se află în poziția ce urmează reacției; t – tijă, pp – pețiol principal, rp – umflătură motoare principală, rs – umflătură motoare secundară (după Tronchet, 1966).

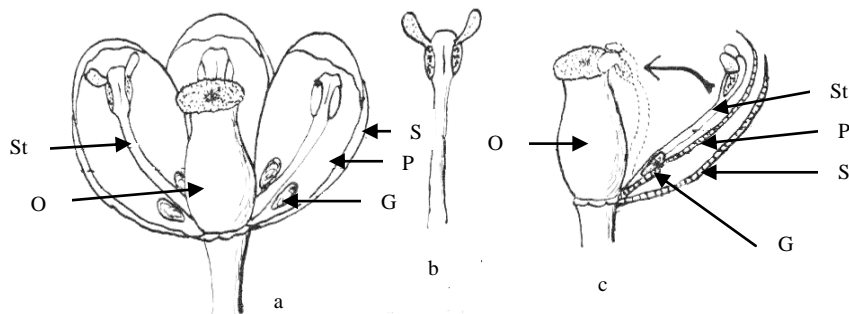


**Fig. 7 Limb de *Drosera rotundifolia*** (fața superioară) cu tentaculele glandulare la vârf. În (a) limb neexcitat, în (b) curbură seimonastică a tentaculelor după excitare. În (c) și (d) scheme ale secțiunilor transversale prin limb arătând curbura tentaculelor (după Tronchet, 1966).

PLANȘA V



**Fig. 8** Frunză de *Dionaea muscipula*. În (a) frunză văzută din față, în partea inferioară lama foliacee și în partea superioară cei 2 lobi prehensil etalați cu spinii lor marginali, cu cele 3 ace tactile și glandele lor. În (b) frunză văzută din lateral cu lobi prehensili parțial închiși. În (c) cei 2 lobi s-au apropiat angrenând spinii marginali și prinzând în capcană o urechelniță al cărei corp îl vedem în partea de jos (după Tronchet, 1966).



**Fig. 9** În (a) floare de *Berberis* cu cele 3 sepale, 3 petale și 3 stamine situate în față, deschise. În (b) o stamină izolată (antera se deschide prin 2 clapete de care polenul rămâne atașat). În (c) reacție seimonastică a unei stamine care se curbează brusc în jurul pistilului Ov după o excitație produsă de exemplu, de o albină venită în căutarea nectarului excretat de glandele G1. S – sepale, P – petale, St-Stamine dispuse în 2 verticile de 3 piese (după Tronchet, 1966).

# RENUMITELE GRĂDINI BOTANICE DIN EUROPA

Ala APOSTOL<sup>6</sup>

**Abstract:** *In this paper are presented briefly some of Botanic Gardens from the Europa such as: München Botanic Garden, Hamburg Botanic Garden, Rostok Botanic Garden, Berlin Botanic Garden, Leipzig Botanic Garden, Varshovia Botanic Garden, Poznan Botanic Garden, Budapesta Botanic Garden, Sofia Botanic Garden, Roma Botanic Garden, Kishinev Botanic Garden.*

**Key words:** *plant diversity, Botanic Garden.*

Continuăm prezentarea renumitelor grădini botanice, universitare și municipale din țările europene: Germania, Italia, Polonia, Ungaria, Bulgaria, R. Moldova.

**Grădina botanică din München** a fost fondată în anul 1914, pe o suprafață de 20 ha, și dispune de peste 15000 de taxoni (atât în sere cât și în spații exterioare), care stau la dispoziția tineretului studios, precum și a publicului vizitator.

Pe o suprafață de 8000 m serele dispun de colecții fabuloase de bromeliacee, cactacee, palmieri, plante suculente, orhidee, ferigi, nuferi. Colecțiile de plante exotice sporesc an de an prin organizarea anuală a unor expediții științifice în toate zonele geografice ale globului, de unde se colectează semințe și material viu.

**Grădina botanică din Hamburg.** Deși cu o suprafață de numai 9,65 ha este una dintre cele mai vestite din lume prin colecțiile pe care le posedă și prin activitățile pe care le desfășoară. Grădina botanică din Hamburg, ca și în cazul altor grădini botanice, a avut ca predecesoare grădinile farmaceutice. Încă din 1430 se citează grădina de plante medicinale a farmacistului Gaspar de Gota. O adevărată grădină botanică inițiază Johannes Flügge, grădină care nu va trăi multă vreme din cauza războaielor napoleoneene. În anul 1821 se începe din nou, pe alte terenuri, amenajarea unei grădini botanice de către prof. Lehmann. Bombardamentele din anul 1945 au distrus aproape în întregime grădina cu toate anexele ei. După război sau refăcut serele, laboratoarele, clădirile administrative și toate sectoarele distruse. Principiile de organizare sunt cele comune tuturor

---

<sup>6</sup> Biolog la Grădina Botanică "D. Brândză" București

grădinilor universitare și care, în același timp, trebuie să satisfacă și gustul estetic al publicului vizitator. Numeroase amenajări permit cultura unor plante cu cerințe ecologice speciale. Atrag atenția grupele de plante alpine, de turbărie, plante Sud-Africane, australiene, japoneze, Nord-Americane, cele de stepă, plante utile etc..

**Grădina botanică din Rostok.** Este una dintre cele mai vechi din Europa, cu excepția celor din Italia. La 15 februarie 1568, orașul Rostok a pus la dispoziția facultății de medicină teren pentru cultura materialului intuitiv. Pe acest teren grădina nu a viețuit prea multă vreme. Actuala grădină începe să fie amenajată abia în anul 1935, pe o suprafață de 20 ha pe un relief foarte variat, cu un curs natural de apă, unde s-au putut amenaja lucrări de mare valoare estetică. Lucrările de amenajare au continuat până la izbucnirea războiului mondial (1939).

Pe o suprafață de 7,8 ha își desfășoară activitatea sectoarele: sistematic, dendrologic, sectorul fitogeografic, pepiniera, sectorul biologic și cel al plantelor de cultură.

Complexul de sere laboratoare și herbarul completează activitățile ce se desfășoară într-o grădină botanică Universitară modernă.

**Grădina Botanică din Leipzig.** La început doar "Hortus botanicus medicus" (grădina botanică medicinală) din 1648 devine grădină botanică municipală. Pe locul unde se află azi datează din 1877. Zestrea botanică actuală se ridică la circa 8000 de specii. Catalogul de semințe este difuzat de 823 de instituții horticole din lume. În strânsă colaborare cu horticultorii din oraș, organizează expoziții pe profile (bulboase, crini, crizanteme, ferigi, orhidee etc.) care se bucură de bune aprecieri.

**Grădina Botanică din Berlin.** Cu scopul de a expune plante exotice aduse din coloniile germane, sub îndrumarea arhitectului Adolf Engler Grădina Botanică din Berlin a fost construită între anii 1897 și 1910. Astăzi grădina aflată în cartierul Dahlem ține de Universitatea din Berlin. Cu o suprafață de 43 ha este una dintre cele mai frumoase și vaste grădini botanice din lume. Ea „adună“ la un loc peste 22000 de specii de plante așezate într-o ordine bine gândită. Grădina Botanică din Berlin este formată dintr-un muzeu botanic, un herbar de dimensiuni foarte mari, o bibliotecă științifică dar și câteva sere gigantice, precum Pavilionul Cactușilor și Pavilionul Victoria. Suprafața totală a serelor este de 6000 metri pătrați. Partea cea mai cunoscută a grădinii este Marele Pavilion, fiind recunoscută ca cea mai mare seră din lume. Clădirea este construită din oțel și acoperită cu sticlă, are 23 m înălțime și o suprafață de 60x30 metri.



**Aspect din Grădina Botanică din Berlin**



**Colecția de mușchi și licheni**





**Marele Pavilion – Grădina Botanică Berlin**

**Grădina Botanică din Roma.** Este integrată în Departamentul de Biologie vegetală a Universității “La Sapienza” din Roma. A fost fondată în anul 1875 și are o suprafață de 12 ha și este organizată pe următoarele sectoare: Sectorul gimnosperme care adăpostește specii rare ca: *Pinus canariensis*, *Abies nebrodensis*, *Agatis robusta*, *Sequoia sempervirens*, *Sequoiadendron giganteum*, *Wollemia nobilis*, ș.a.;

Sectorul de bambuși care cuprinde o colecție de peste 70 de specii din genurile *Sasa*, *Bambusa*, *Phyllostachys*, *Pleioblastus*.; Sectorul palmierilor care cuprinde o colecție de palmieri din genurile: *Phoenix*, *Trachycarpus*, *Sabal*, *Brahea*, *Washingtonia*, *Nannorrhops*, ș.a.; Sectorul Rosarium care cuprinde o colecție de peste 600 de soiuri de trandafiri, pe o suprafață de 2 ha.; Sectorul Plante mediteraneene care cuprinde diverse specii ca: *Quercus ilex*, *Arbutus unedo*, *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis*, *Hakea laurina*, *Callistemon citrinus*, *Euphorbia myrsinites*, *Erodium corsicum*, *Limonium circaeii* ș.a.; Sectorul Ferigi adună o colecție de ferigi erbacee printre care găsim: *Asplenium adiantum-nigrum*, *Athyrium filix-foemina*, *Pteridium aquilinum*, *Woodwardia radicans*. Sectorul Plante Aromatice; Sectorul Plantelor acvatice în care se prezintă numeroase specii de nuferi, *Cyperus*, *Thypha* ș.a.; Complexul de sere construit în anul 1877, adăpostește colecțiile de: Euphorbiaceae, Orchidaceae, Agavaceae, Crasulaceae, Cactaceae, Ferigi tropicale, Bromeliaceae. Banca de

Germoplasmă are circa 800 de taxoni aderați: 128 familii, 434 genuri, 743 specii, și este o verigă principală în rețeaua băncilor de germoplasmă din Italia.

**Grădina Botanică din Varșovia.** Are o istorie foarte zbuciumată în cei peste 150 ani ce au trecut de la fondarea pe actualul ei spațiu. La început a fost subordonată Școlii de medicină condusă de Michail Szubert. Ca urmare a evenimentelor tragice din 1831, Universitatea din Varșovia se închide, ceea ce duce la sistarea activităților grădinii. În anul 1834, două treimi din suprafață, sunt anexate la palatul regal cu care se învecina. În anul 1869, prin lichidarea școlii de medicină, grădina trece în subordonarea Universității.

Ruse din Varșovia. Sub această tutelă de tristă amintire s-a înregistrat un regres continuu până în anul 1915. În anul 1916 se redeschide Universitatea poloneză din Varșovia, după care urmează o etapă de progres și pentru grădina botanică. În etapa actuală, grădina funcționează cu toate sectoarele specifice unei grădini botanice universitare.

Sectorul sistematic ocupă cea mai mare parte din grădină (2 ha). Amplasat în imediata apropiere a intrării, grupează peste 2500 taxoni. În apropiere se află câteva grupări ecologice (plante acvatice, liane, plante de stâncărie, plante utile).

Sectorul dendrologic ocupă toată suprafața grădinii, având aproape 1000 de taxoni.

Unele specii sunt reprezentate prin exemplare remarcabile ca vârstă, valoare științifică sau decorativă. În apropierea intrării, un exemplar uriaș de *Ginkgo biloba* atrage atenția vizitatorului. Tot aici se află și un splendid exemplar de *Laburnum watereri* și altul de *Styrax*.

Sectoarele Plante rare și ocrotite, Plante medicinale, Plante decorative au fost amenajate după al doilea război mondial. În incinta Grădinii botanice a fost construit Institutul Botanic unde se află, herbarul, muzeul botanic și biblioteca grădinii.

**Grădina botanică Universitară și a Institutului Agronomic din Poznan.**

Fiecare din acestea este organizată după profilul facultății pe care o deservește. Astfel cea Universitară, alături de sectorul sistematic, care cuprinde peste 2500 de taxoni, are un alpinariu cu bogate colecții din flora spontană a Poloniei, precum și din alte zone temperate ale globului. Un sector biologic amenajat într-o manieră didactică, își propune să urmărească evoluția unor plante de la stadiul de specii sălbatice la cele cultivate. Bine organizate sunt grupările fitogeografice care prezintă: Flora Americii de Nord, Flora Extremului Orient, Flora Balcanilor, Flora mediteraneeana,

Flora Caucazului. Palmariul din Poznan este frumos amplasat într-un splendid parc public.

Grădina Botanică a Institutului Agronomic cuprinde o impresionantă colecție de trandafiri de peste 2000 de soiuri, o colecție vastă de bulboase (mai ales *Tulipa*), dar și plante perene ornamentale.

**Grădina Botanică a Universității din Budapesta.** A fost fondată în anul 1771 cu o suprafață de 5 ha, dispune de un fond de plante impresionant. Serele adăpostesc colecțiile de Cactacee, Orchidaceae, plante carnivore. În Ungaria sunt cunoscute grădinile botanice de la Pecs, Sopron, Debrecen (una universitară și una agronomică), Csakany, Budakasz, cu profil medicinal.

**Grădina Botanică a Universității din Sofia.** Are o suprafață de 11 ha și realizează un schimb internațional cu numeroase grădini botanice din lume. Prezintă colecții valoroase de *Iris* (26) taxoni, de *Allium*, *Silium*, *Aster*, *Dianthus*, *Sedum*, *Campanula* etc.

Grădina Botanică a Institutului de Silvicultură din Sofia – este organizat pe profil dendrologic pentru a servi cât mai complet nevoilor didactice și de cercetare. Predomină aici plantațiile arborescente și arbustive, reprezentate de colecțiile de *Betula* (17 taxoni), *Berberis* (13 taxoni), *Lonicera* (12 taxoni). Tot la Sofia funcționează și Grădina Botanică a Academiei de Științe și a Institutului pentru introducerea resurselor vegetale.

Frumoasa grădină botanică din Sofia este parte a Academiei de Științe din anul 1947.

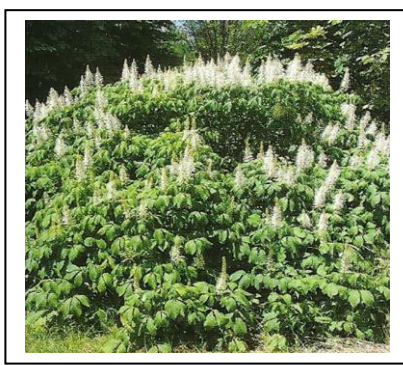
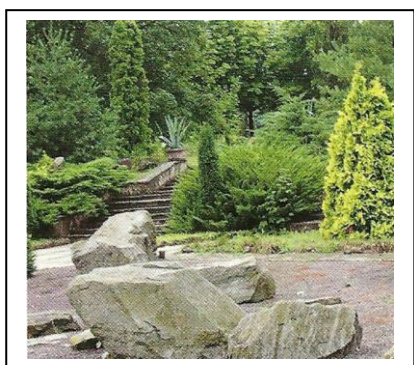
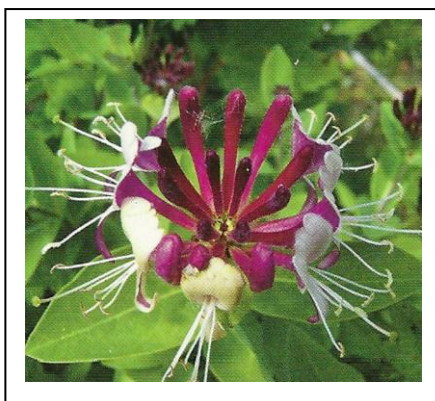
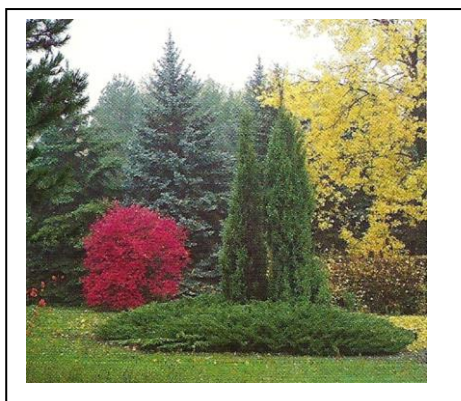
Aici serele adăpostesc cele mai bogate colecții de plante din Peninsula Balcanică, se regăsesc peste 3000 de specii de plante din 60 de familii. În cea mai mare parte sunt reprezentate plantele suculente din familia *Cactaceae*, *Euphorbiaceae*, *Crassulaceae*. Familia *Orchidaceae* este reprezentată de varietatea formelor, florilor, parfumului a celor 210 specii. Expoziția complexă “Asia“ cuprinde 450 specii de arbori și arbuști din Japonia, China, Siberia, Himalaya ca: *cedars*, *metasequoia*, *ginkgo*.

**Grădina Botanică (Institut) a Academiei de Științe a Moldovei.** Istoria grădinii botanice începe în anul 1950 pe valea râulețului Durlăști fiindu-i alocate 64 ha. Din cauza problemelor de gen pedohidrologic au apărut probleme negative în dezvoltarea multor specii de arbori și arbuști. În vara anului 1964, directorul Alexandru Ciubotaru, izbutește să obțină un nou teritoriu, pe care a și fost pus începutul proiectării și construcției actualei Grădini Botanice. Este localizată în partea de Sud - Est a orașului Chișinău pe o suprafață de 104 ha, și aleea principală este reprezentată de *Picea pungens*. Peisajele grădinii sunt distribuite pe principiul ecologic al

famiilor și speciilor de plante. Grădina Botanică este organizată pe sectoare: Rosariul se întinde pe o suprafață de 2.69 ha și este dominat de 650 specii și varietăți de trandafir. Diversitatea rozelor este dată de : Thea hybrid - 332 varietăți, Floribunda - 152 varietăți, Grandiflora - 32 varietăți, Polyantha – 21 varietăți, Climbing și half-climbing 71 varietăți. În vecinătate cu grădina trandafirilor se află Grădina de pomi cu coroana dirijată. În total sunt 600 de pomi fructiferi cu 30 de tipuri de coroană la 50 de varietăți de măr și păr. Lianarium cuprinde 80 de specii și varietăți de liane, 10 specii de arbusti decorativi, și 25 taxoni de plante cu flori (*Fallopia baldshuanica*, *Campsis radicans*, *Ampelopsis bodinieri*, *Wisteria floribunda*). Expoziția plantelor ornamentale este localizată în centrul Grădinii botanice și culorile anului sunt date de plantele anuale, bienale și perene (*Crocus* sp., *Tulipa* sp., *Eremurus* sp., *Iris* sp., *Aster* sp., *Dahlia* sp., *Gladiolus* sp., *Canna* sp., *Crysantemum* sp.). Sectorul plantelor aromatice, medicinale, tehnice cuprinde 500 specii de plante din 44 familii și 108 genuri. O nouă plantă furageră plasată în cultura este *Galega orientalis*. Pinarium (10ha) este alinat de 160 specii și varietăți din familia Pinacea originare din Asia, Europa, America de Nord (*Abies concolor*, *A. alba*, *A. sibirica*, *A. nordmanniana*, *Picea abies*, *P. omorica*, *P. orientalis*, *P. glauca*, *P. obovata*, *Pinus nigra*, *P. mugo*, *P. excelsa*, *P. strobus*, *P. ponderosa*, *Larix europea*, *Larix sibirica*). Sectorul Flora Moldovei (14 ha ), pe acest sector cresc viguros diferite specii de stejar, frasin, caroen, fag, tei, arțar etc. tot aici sunt adunate mai multe specii rare și pe cale de dispariție. Sectorul Plante Tropicale și Subtropicale își desfășoară activitatea pe o suprafață protejată de 2500 m<sup>2</sup>, colecția unică enumeră 2473 taxoni de origine tropicală, subtropicală, ecuatorială. Sunt admirate *Polypodiophyta*, *Asplenium nidus*, *Nephrolepis exaltata*, *Platycterium alpicorne*, *Phyllitis scolopendrium*.

Colecția de *Orchidaceae* cuprinde mai mult de 30000 de specii (*Paphiopedilum*, *Cymbidium* etc.). Herbarul cuprinde circa 200000 de coli colectate de botaniștii Grădinii Botanice. Herbarul prezintă un interes informațional științific și rămâne izvorul principal în lucrările de acumulare a genofondului autohton.

## Peisaje din Grădina Botanică (Institut) a Academiei de Științe a Moldovei



## BIBLIOGRAFIE

1. SÂRBU A., *Diversitatea plantelor în contextul strategiei europene de conservare a Biodiversității*, Victor B Victor 2007.
2. CONSTANTINESCU V.S., *Arta grădinii*, Editura Meridiane București, 1992.
3. PEDA M., PALADE L., *Arhitectura peisageră*, Editura Ceres. 1976 București.
4. BOTANICAL GARDEN, *Academy of Sciences of Moldova*, 2010.
5. DIACONESCU V., *Grădini Botanice din România*, Ed. Științifică București 1985.

### *III. Cercetarea științifică*

## **MODELAREA DEPLASĂRII PRIN TÂRÂRE A ȘARPELUI DE CASĂ (*Natrix Natrix*)**

**Eleni Mimi BUZEA\***, **Irina Diana TOPORAN\*\***

**Abstract:** *The article points out the mode of locomotion of the Apodes ("legless") with the typical representative the Grass Snake (*Natrix Natrix*), presenting both the skeleton of the snake which consists of approximately 150 vertebrae connected through spherical articulations as well as the terrestrial and the aquatic modes of locomotion, which are identical. Each vertebra, except for the cervical one, articulates with a pair of ribs whose free end leans onto a layer of muscles which can move the animal forwards and backwards (approximately 300 ribs). The modelling comprises the following elements:*

- *the stretching - contraction straight segment : translation cinematic couples (T)*
- *the curved segment : rotation cinematic couples (R)*
- *the first vertebra near the head : spherical cinematic couple (3R)*

**Keywords:** *apodes, spherical articulations, translation cinematic couples*

#### **Introducere**

Șarpele de casă (*Natrix Natrix*) face parte din supraclasa Tertrapoda Clasa Reptila-Ophidia. Șarpele de casă are forma alungită, fără membre, din punct de vedere al evoluției filogenetice.

Șerpii au pierdut de mult membrele deoarece le lipsește centura scapulară și sternul, iar din membrele posterioare au mai rămas urme ale bazinului și ale membrelor atrofiate. Se admite că șerpii derivă din saurieni. În articol s-a descris aspectul morfo-funcțional al șarpelui de casă, scheletul acestuia, modul de deplasare pe uscat prin târâre al apodelor (fără picioare).

În articol se prezintă un model structural realizat cu ajutorul celor trei categorii de cuple cinematice sferice (3R), sferice (R) și de translație (T).

---

\* Drd. Universitatea „Politehnica” Bucuresti, Catedra mecanisme

\*\* Prof. Grupul Scolar Naval „Viceamiral Ioan Balanescu”, Giurgiu



### Alcătuirea corpului la șarpe (*Natrix Natrix*)

Corpul are o culoare cenușie cu puncte negre și se recunoaște ușor după o pată semilunară galbenă sau albă de fiecare parte a capului. Atinge lungimea de cel mult 2 metri și este răspândit în toată Europa, iar spre est până în Iran.

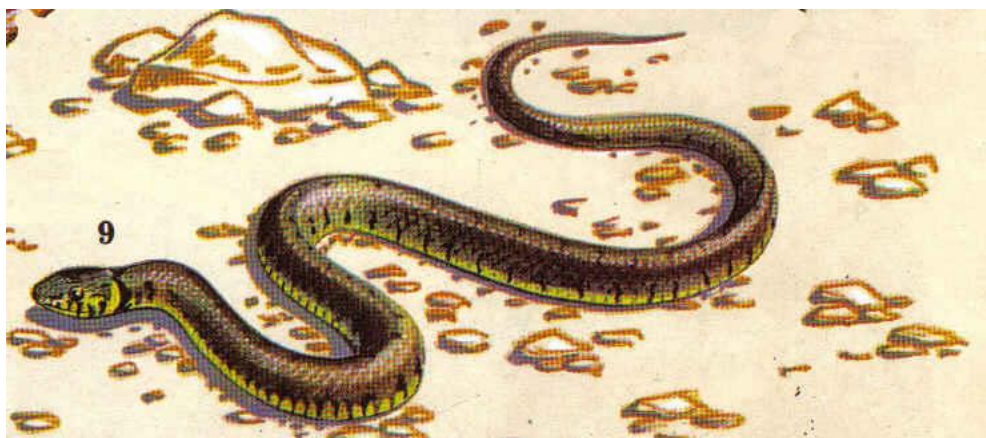


Fig.1. Șarpele de casă (*Natrix Natrix*)

Scheletul este format din vertebrele trunchiului, legate între ele prin articulații sferice, care de obicei ajung la un număr de o sută, iar la șerpii uriași la 300-400. Cu excepția primei vertebre cervicale, de fiecare vertebră se leagă, prin articulații, o pereche de coaste, al căror capăt liber se sprijină pe un strat de mușchi. Ele se pot mișca înainte și înapoi și astfel, în mod direct, ajută la înaintarea animalului (când se târăsc în gropi înguste, șerpii dau impresia că fug parcă pe coaste), iar indirect prin presiunea musculară a marginilor posterioare a plăcilor cutanate ventrale, acestea se deplasează în așa fel, încât împiedică alunecarea corpului pe sub strat.

Această mișcare contribuie la șerpuire, acea mișcare ondulatorie în care fiecare punct al corpului lung urmează cu precizie același drum, pe care au alunecat capul și gâtul (Fig. 2.).

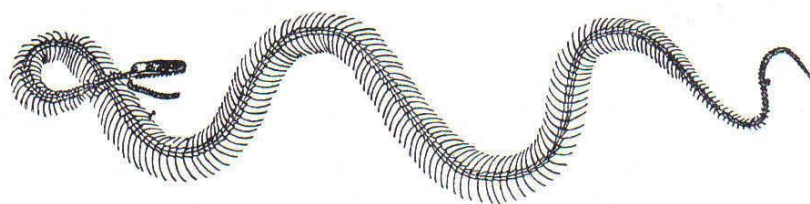


Fig. 2 Scheletul la șarpele de casă

### Deplasarea șarpelui de casă în mediul terestru

Pe pământ șarpele se deplasează prin mișcări sinuoase – șerpuitoare – pe care le imprimă corpul sau foarte lung cu dimensiunile lui transversale. Ca să avanseze, șarpele își îndoaie unele porțiuni ab, bc, cd ale corpului, astfel încât distanța dintre capetele unei porțiuni se micșorează (poziția I). Apoi își îndreaptă porțiunile curbate, care se lungesc în sensul săgeții, fiindcă solzii de pe toată suprafața corpului, îndreptați înapoi ai oricărei porțiuni și implicit, a oricărei părți a acesteia. Astfel când segmentul bc devine drept (poziția II) secțiunea c va ajunge în c' segmentul cd îndreptându-se la rândul lui secțiunea d va ajunge d', iar după îndreptarea tuturor segmentelor, curbate fie de o parte fie de alta a șarpelui, extremitatea acestuia va ajunge în f' (Fig.3.).

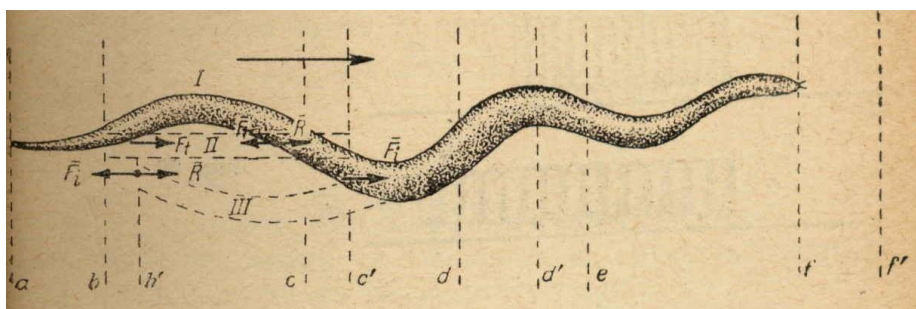


Fig. 3 Deplasarea șarpelui de casă în mediul terestru

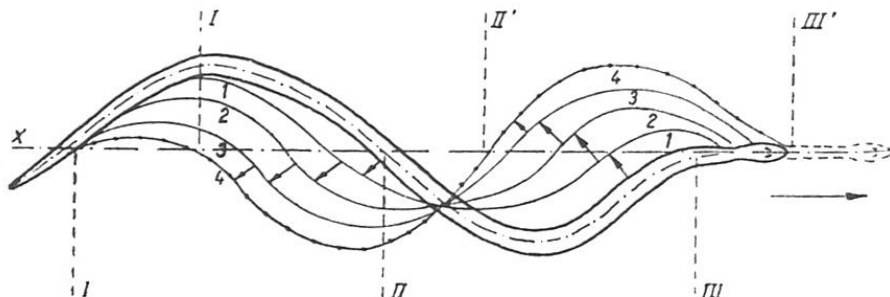
În faza următoare, fiecare segment îndreptat, ca de exemplu bc, se va curba în partea opusă curburii anterioare (poziția III) distanța între capetele lui se va micșora, astfel că secțiunea b va ajunge în b', iar după aceea, îndreptându-se din nou, secțiunea c1 se va deplasa la rândul ei mai departe în sensul săgeții. Se observă ușor din punct de vedere dinamic analogia dintre deplasarea unui segment al corpului și aceea a corpului șopârlei cu deosebirea că în cazul șarpelui deplasările cumulate ale mai multor porțiuni, atunci când se efectuează simultan, dau o deplasare a întregului animal mai mare decât în cazul șopârlei.

### Deplasarea șarpelui de casă în mediul acvatic

Șarpele de casă înoată ondulându-și corpul ca atunci când se deplasează pe uscat. La înaintarea animalului contribuie mai ales porțiunea codală pe care o curbează ca șoparla, astfel încât să acționeze asupra apei dinainte spre înapoi, însă și ondularea întregului corp al șarpelui îl ajută să se deplaseze mai ușor. Această ondulare se face de la cap la coadă, fiecare porțiune curbă trecând dintr-o parte a axei xx' (care reprezintă direcția



deplasării) în partea cealaltă și acționând asupra apei ca și coada, dinainte spre înapoi considerăm două porțiuni curbe, prima (II-MI) cu convexitatea spre dreapta, iar a doua (I-II) cu convexitatea spre stânga șarpele începe să-și curbeze prima porțiune spre stânga dinspre secțiunea a III către secțiunea a II acționând asupra apei mai mult înapoi decât înainte.



**Fig.4 Deplasarea șarpelui de casă în mediul acvatic**

Asa cum rezultă din examinarea pozițiilor succesive 1, 2, 3 ale porțiunii în cauză, până când aceasta ajunge în poziția extremă 4 din stânga axei  $xx'$ . Concomitent cu deplasarea spre stânga a acestei porțiuni a doua (I-II) se deplasează spre dreapta în același mod curbându-se dinspre secțiunea a II către secțiunea I și de asemenea acționând asupra apei mai mult înapoi decât înainte. Și această porțiune va avansa în poziția (I-II) în poziția (I-II'). Celelalte porțiuni ale corpului șarpelui efectuează mișcări similare și împreună cu cele ale cozii, fac ca animalul să înoate destul de ușor și de repede (Fig.4.).

#### **Mecanismul echivalent al deplasării șarpelui de casă în cele două medii de viață**

Modelarea în acest caz s-a realizat cu ajutorul următoarelor cuple cinematice. Prima vertebră de lângă cap - vertebră cervicală - datorită faptului că realizează o mobilitate mare a capului se modelează cu ajutorul cuplei cinematice sferice (3R). Celelalte vertebre cervicale, sunt modelate cu ajutorul cuplelor cinematice sferice (R). Celelalte segmente ale coloanei vertebrale (4) sunt modelate în felul următor: segmentele contractate sub/forma de curbă ale corpului sunt modelate cu ajutorul cuplelor cinematice de rotație (R), segmentele drepte ale corpului care realizează

procesul de alungire contracție sunt modelate cu ajutorul cuplelor cinematice de translație (T) (Fig.5.).

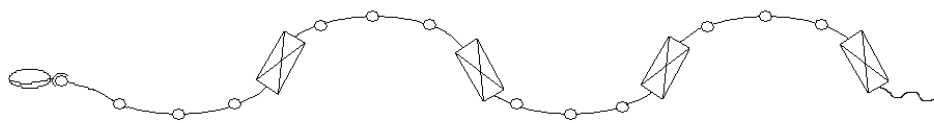


Fig.5 Mecanismul echivalent deplasării șarpelui de casă în cele două medii de viață

## CONCLUZII

În articol s-a realizat, după modelul deplasării șarpelui de casă în mediul terestru și acvatic, un model structural care cuprinde cuple cinematice sferice (3R), (R) și de translație (T). În realizarea modelului structural s-a avut în vedere structura scheletului formată din 150 vertebre (șarpe de mărime medie) repartizate în cele cinci zone ale coloanei vertebrale fiecare zonă conținând 30 vertebre; de cele 150 vertebre se articulează 300 de coaste. În lucrare a fost prezentată, pe lângă structura morfo-funcțională a șarpelui de casă, și similitudinea dintre deplasarea în mediul terestru și acvatic. Mobilitatea realizată de cuplele cinematice de rotație și de translație este egală cu 19.

Similitudinea deplasării șarpelui de casă în mediul terestru și acvatic s-ar datora rolului îndeplinit de solzii de pe fața ventrală. Amplitudinea mișcărilor este mai mare în cazul deplasării în apă pentru că solzii ventrali nu mai întâmpină asperitățile solului, în acest caz realizând o acțiune de alunecare față de apă.

## BIBLIOGRAFIE

1. ALEXANDRESCU, B., - Dinamica deplasării viețuitoarelor, Edit. Științifică, București, 1969, pag.20-26
2. ANTONESCU, P. - Mecanisme Printech, București, 2003, pag.15-20, Atlas Zoologic – Editura Didactică și Pedagogică, București 1980, pag.5
3. CERNEA, T., POPESCU A. - Zoologia vertebratelor, Edit. Didactică și Pedagogică, București, 1976, pag.190-195
4. POPESCU, A., - Meșter, Lotus zoologia vertebratelor- Reptilia, Tipografia Universității, București 1987, pag.15-20

# PARTICULARITĂȚI ANATOMICE ȘI ADAPTĂRI ECOLOGICE ALE FRUNZELOR SPECIILOR GENULUI *PLANTAGO*

Nicoleta IANOVICI<sup>7</sup>, Marin ANDREI<sup>\*\*</sup>, Bogdan FEROIU<sup>\*</sup>, Hanelore -  
Elena MUNTEAN<sup>\*</sup>, Ramona DANCIU<sup>\*</sup>, Elena PUPĂZĂ<sup>\*</sup>

**Abstract :** *The use of anatomical features from the leaf has been evaluated in solving different kind of taxonomic problems. The purpose of the present study is to determine some anatomical characteristics of the species of Plantago. For determination of anatomical characteristics of the plants, we obtained some cross-sections of leaves manually. Quantitative features considered in this study included stomatal density and trichome density on the adaxial and abaxial epidermis. The study of the epidermal leaf features from species in this section revealed differences in micromorphological characters, some of them showing interesting interspecific variations. The studied species showed trichomes in both epidermis. Regarding stomata location, leaves are amphistomatic, mesomorphic or xeromorphic, and they have eight different stomatal types.*

## INTRODUCERE

Primele studii efectuate asupra genului *Plantago* au descris caracteristicile macromorfologice ale speciilor (Barneoud, 1845; Decaisne, 1852; Pilger, 1937). Darwin menționa în corespondența sa din 1863 fenomenul de protoginie la *Plantago lanceolata*. Lucrările ulterioare au evidențiat caracteristicile embriologice (Misra, 1964), anatomice și morfologice (Rahn, 1992; Andrzejewska-Golec, 1992b; Park & Kim, 1998; Hosny & Waly, 2001) și chimice. Ca markeri chemotaxonomici au fost utilizate zaharurile, acizii fenolcarboxilici, feniletanoid-glicozidele, flavonoid glicozidele (Andary et al., 1988; Ronsted et al., 2000; Tomas-Barberan et al., 1988, Kawashty et al., 1994) și iridoid glicozidele (Andrzejewska-Golec & Swiatek, 1984; Andrzejewska-Golec et al., 1993; Ronsted et al., 2000). Semnificația chemotaxonomică a unor componente bioactive a fost, de asemenea, discutată (Taskova et al., 2002; Grubestic & Vladimir-Knjezevic, 2004). Alte lucrări au vizat structura seminală (Rezk, 1980), numărul cromozomilor (Matsu & Noguchi, 1989; Hamoud et

---

<sup>7</sup>Universitatea de Vest din Timișoara, Facultatea de Chimie, Biologie și Geografie,  
Departamentul de Biologie

<sup>\*\*</sup>Universitatea București, Facultatea de Biologie

al.,1993; Pramanik & Sen-Raychoudhuri, 1997; Badr, 1999). *Plantago* a fost un gen deosebit de interesant pentru studii evolutive, datorită gamei largi de sisteme de împerechere (Hale & Wolff, 2003). Modul de moștenire a trăsăturilor de androsterilitate și dinamica populațiilor naturale în care apar plante cu flori femeiești și plante cu flori hermafrodite, a fost intens studiat (van Damme et al, 2004). Studii recente demonstrează senescența demografică în populații naturale de *Plantago lanceolata* (Roach et al, 2009) sau plasticitatea fenotipică și diferențierea genetică drept mecanisme de adaptare la diferite condiții de mediu (Hammad, 2002). A fost elaborat și un model de simulare demografică la *Plantago major* în care s-a luat în considerare faptul că frecvența autopolenizării este de 85% (Van Dijk, 1988; Tsiplianovsky,1996).

În ceea ce privește Plantaginaceae stricto sensu, mai multe studii au arătat că micromorfologia semințelor poate fi un instrument valoros în abordarea filogenetică a relațiilor în familie (Misra 1964a, 1964b, Corner, 1976; Rezk, 1980, 1987; Kamel, 2003). Barthlott (1981) și Shehata (2006) au arătat că studiul SEM al tegumentului seminal poate fi un bun marker taxonomic și filogenetic.

Investigații fitochimice au relevat prezența unor elemente constitutive chimice diferite cum ar fi alcaloizi (Peyroux et al., 1972), derivați ai acidului cafeic (Andary et al., 1988; Murai et al., 1995), cumarine (Haznagy, 1970), grăsimi și uleiuri (Tosun, 1995), flavonoide (Haznagy et., 1976; Galvez et al., 2003), iridoide (Handjieva & Saadi, 1991; Long et al., 1995; Taskova et al., 2002), mucilagii (Brautigam & Franz, 1985; Kanbi & Chakraborty, 1990), polizaharide (Samuelsen et al., 1995), steroli (Afifi et al., 2001), substanțe volatile (Kameoka et Al., 1979; Fons et al., 1998). A fost fundamentată eficiența Herbei Plantaginis utilizată în medicina populară. O gamă largă de activități biologice a fost găsită la extracte de plante sau compuși izolați, inclusiv activitatea cicatrizantă, antimicrobiană, antiinflamatoare, antiastmatică, antitusivă, imunomodulatoare și antileukemică (De Castagno, 1970; Debrauwer et al., 1989; Ravn et al., 1990; Rombi, 1992; Tosun, 1995; Chang, 1997; Marchesan et al., 1998; Michaelsen et al., 2000; Samuelsen, 2000; Westerhof et al, 2001; Chiang et al., 2003; Galvez et al., 2003; Krasnov et al., 2003; Park & Chang, 2004; Velasco-Lezama et al., 2006). Îmbunătățirea calității și cantității compușilor biologic activi se datorează în mare parte unei mai bune înțelegeri privind morfologia, fiziologia și particularitățile genetice pentru diverse specii. Studiul asupra speciilor de *Plantago* în mediul natural au fost legate de studiul concomitent al ecologiei sale (Clauss & Venable, 2000; Lacey & Herr, 2000; Sanderson & Elwinger, 2000), manifestărilor alelopatice

(Newman & Rovira, 1975), relațiilor cu insectele (Bowers & Stamp, 1993), interacțiunile cu bacteriile, virusurile și ciupercile micoritice (Baas & Kuiper, 1989; De Nooij & Mook, 1992; Verhagen et al., 1995; Staddon et al., 1998; Klironomos & Moutoglou, 1999; Byrne & Mitchell, 2004; Roesti et al., 2005; Blaszkowski et al., 2006), cu ozon (Whitfield et al., 1997; Zheng et al., 2000; Tonneijck et al., 2004), aspecte nutriționale (Blacquièrre et al., 1988; Den Hertog et al., 1996), stresul salin (Ferron et al., 1977; Jefferies et al., 1979; Königshofer, 1983; Flanagan & Jefferies, 1989; Harvey, 1989; Koyro, 2006). În unele cazuri, cum ar fi în studiul fiziologiei plantelor, s-au realizat culturi în sere sau camere de creștere (Sanderson & Elwinger, 2000; Tamura & Nishibe, 2002; Reynolds et al., 2005). Pe de altă parte, culturile in vitro au fost investigate pentru a îmbunătăți tehnicile de micropropagare la *Plantago* (Barna & Wakhlu, 1988; Mathur et al., 1991; Jasrai et al., 1993), în vederea îmbunătățirii cunoștințelor privind profilul fenolic (Budzianowska et al., 2004), pentru a studia procesele de biotransformare corelate cu metabolizarea compușilor polifenolici, a selecta mutante de înaltă rezistență la stres/sare, sau cu conținut ridicat de compuși bioactivi (Li & Li, 2005; Fons et al., 2008).

Cele mai importante descrieri la nivel anatomic asupra speciilor genului *Plantago* aparțin lui Metcalfe și Chalk în "*Anatomy of the dicotyledons*" (1950). În România, studiile anatomice asupra plantaginaceelor sunt puține, de referință fiind abordările din lucrarea academicianului Constantin Toma "*Anatomia plantelor medicinale*" (1998) asupra celor mai comune specii: *Plantago major*, *Plantago lanceolata* și *Plantago media*. Se adaugă lucrările cu referire la unii taxoni halofili (Rațiu & Nicolau, 1967; Pop Adelina, 1984; Pătruț et al., 2005; Simeanu, 2004). Menționăm de asemenea investigațiile palinologice (Șerbănescu-Jitariu, 1971; Tarnavski et al., 1981) și aeropalinologice (Ivanovici, 2009).

O adaptare este un aspect al unei plante care promovează bunăstarea ei în mediul înconjurător în care trăiește. Adaptările pot lua forma unei modificări externe de tip morfologic, schimbări ale țesuturilor și celulelor sau specializări de natură fiziologică. Orice plantă care e capabilă să supraviețuiască și să se reproducă, s-a adaptat într-un anumit grad la acel mediu înconjurător. Adaptările se moștenesc, prin urmare sunt un rezultat al unei schimbări de natura evolutivă. Plantele sunt forțate să se adapteze ca rezultat al unei selecții naturale. Adaptările pot fi specializate în sensul că ele sunt adaptări la un anumit tip de trăsături înglobate în eterogenitatea mediului înconjurător, sau adaptări care pot fi generalizate dacă reprezintă o specializare la o gamă largă de trăsături ale mediului. Adaptările permit plantelor să supraviețuiască în condiții extreme de soare sau umbră, cald sau

rece, microhabitate fiziologice foarte umede sau uscate, sau deficiențe minerale ale solului. Adaptările la un habitat specific sau o condiție a mediului, influențează în mod direct modul în care apa este condusă, rata transpirației, temperatura țesuturilor și efectele vântului și umidității. În multe cazuri semnificația funcțională a unei trăsături structurale particulare nu este cunoscută sau poate fi interpretată cu greu. Adaptările permit plantelor să se și protejeze de insecte dăunătoare, să nu devină nutreț pentru animalele mari și pot permite absența în condiții favorabile. Adaptările structurale pot avea implicații economice (Dickison, 2000). O abordare histoanatomică de detaliu a tuturor speciilor genului *Plantago* identificate în țara noastră nu există. Ne-am propus să analizăm în această lucrare particularitățile histoanatomice și adaptările ecologice ale frunzelor speciilor genului *Plantago*.

### MATERIALE ȘI METODE

Materialul biologic a fost recoltat între anii 2001-2008. O parte din plante, după spălare, au fost fixate în alcool etilic 70% iar din celelalte s-au efectuat secțiuni transversale de mână și preparate proaspete. Am folosit reactivul Genevez și albastru de toluidină pentru colorare. Pentru detașarea epidermei am utilizat metoda jupuirii. S-au efectuat câte zece preparate de pe ambele suprafețe ale frunzei. Epidermele au fost decolorate într-o soluție de 5% hipoclorit de sodiu timp de 30-60 de minute. Densitatea stomatică (DS) și a perilor epidermici (DP) reprezintă numărul de stomate per mm<sup>2</sup>, respectiv numărul de peri per mm<sup>2</sup> (Ianovici, 2009). Pentru determinarea DS și DP, dar și a celorlalți parametri epidermici am folosit coeficientul micrometric pentru fiecare pereche obiectiv-ocular la microscopul Optika B500. Au fost realizate fotografiile cu ajutorul aparatului Cannon PowerShot A630. Parametri calculați au fost verificați cu softul QuickPHOTO MICRO 2.3. Prelucrarea statistică am realizat-o cu Microsoft Office Excel 2007. Pe baza informațiilor din *Flora Europaea*, EUNIS biodiversity database și consultarea altor surse bibliografice, nomenclatura abordată în această lucrare pentru speciile genului *Plantago* analizate este următoarea: *Plantago altissima* L., *Plantago arenaria* Waldst. & Kit., *Plantago argentea* Chaix, *Plantago atrata* Hoppe, *Plantago cornuti* Gouan, *Plantago coronopus* L., *Plantago gentianoides* Sibth. & Sm., *Plantago lanceolata* L., *Plantago major* L., *Plantago maritima* L., *Plantago maxima* Juss. ex Jacq., *Plantago media* L., *Plantago schwarzenbergiana* Schur, *Plantago tenuiflora* Waldst. & Kit. (Ianovici, 2009).

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

Dintre toate organele vegetative, frunza este cea mai folosită în taxonomia plantelor. Srivastava (1978) a descris epiderma frunzei ca fiind al doilea cel mai important caracter după citologie în rezolvarea problemelor taxonomice. Ca urmare a lucrărilor lui Metcalfe și Chalk (1950) care astăzi servesc ca referințe standard în anatomia plantelor, folosirea caracterelor anatomice vegetative au devenit o procedură de rutină.

La nivel foliar au fost identificate în cadrul genului *Plantago* caractere xeromorfe și mezomorfe (tabel 1).

Grosimea limbului variază de la 1076,6  $\mu\text{m}$  la *Plantago maritima* var. *communis* f. *maritima* până la 161  $\mu\text{m}$  la *Plantago lanceolata* var. *capitellata*. Grosimea laminei este mare la plante cu adaptări generale la xerofitism și salinitate crescută și are mici dimensiuni la mezohigrofite.

O creștere a grosimii epidermei și a cuticulei poate avea un rol de protecție în condiții de iluminare puternică. Factorii de mediu pot influența dezvoltarea cuticulei, care poate juca un rol în izolație și reflectarea luminii (Hull et al., 1975; Johnson, 1975; Ehleringer et al., 1976; Dell și McComb, 1978; Hartmann, 1979; Heide-Jorgen, 1980). Cuticula bine dezvoltată poate reflecta razele de lumină și poate proteja țesuturile inferioare de radiații excesive. Cea mai groasă cuticulă am observat-o la *Plantago argentea* (18,4  $\mu\text{m}$ ) în dreptul nervurii și extremităților foliare și care este termofilă. La mezoterme și alte termofile (*Plantago cornuti*, *Plantago coronopus*, *Plantago schwarzenbergiana* și *Plantago tenuiflora*) cuticula are în medie o grosime de 13,8  $\mu\text{m}$ . Valori ridicate de 11,5  $\mu\text{m}$  prezintă termofilele psamofite (*Plantago arenaria*) și plantele microterme alpine (*Plantago atrata* și *Plantago gentianoides*). Valorile cele mai mici de 6,9  $\mu\text{m}$  se observă la euritermofite (*Plantago major* ssp. *major*, *Plantago lanceolata* var. *sylvatica* și *Plantago media* var. *sublanceolata*). Grosimea mare a cuticulei la *Plantago maritima* care este termoindiferentă o asociem iluminării căreia sunt expuse frunzele și adaptărilor generale generate de solul sărăturat (Ianovici, 2009).

Volumul spațiilor intercelulare este mai mic la frunzele xeromorfe decât la cele mezomorfe. Totuși, proporția dintre suprafața liberă internă a frunzei și suprafața sa externă este mică la frunzele de umbră (6.8-9.9) și mare (17.2) la frunzele xeromorfe (Turrell, 1936). Creșterea suprafeței interne libere este datorată creșterii dezvoltării țesutului palisadic. Cel din urmă este probabil unul din motivele că, cu toate că are loc creșterea activității fotosintetice, rata transpirației la xerofite este mai mare în condiții favorabile de aprovizionare cu apă. Dintre speciile supuse analizei anatomice, 11 prezintă o structură bifacială dorsiventrală pe care o asociem

frunzelor mezomorfe (*Plantago altissima*, *Plantago cornuti*, *Plantago gentianoides*, *Plantago major*, *Plantago maxima*, *Plantago media*) și 10 o structură ecvifacială pe care o asociem frunzelor xeromorfe (*Plantago arenaria*, *Plantago argentea*, *Plantago atrata*, *Plantago coronopus*, *Plantago maritima*, *Plantago schwarzenbergiana*, *Plantago tenuiflora*) (Ianovici, 2009).

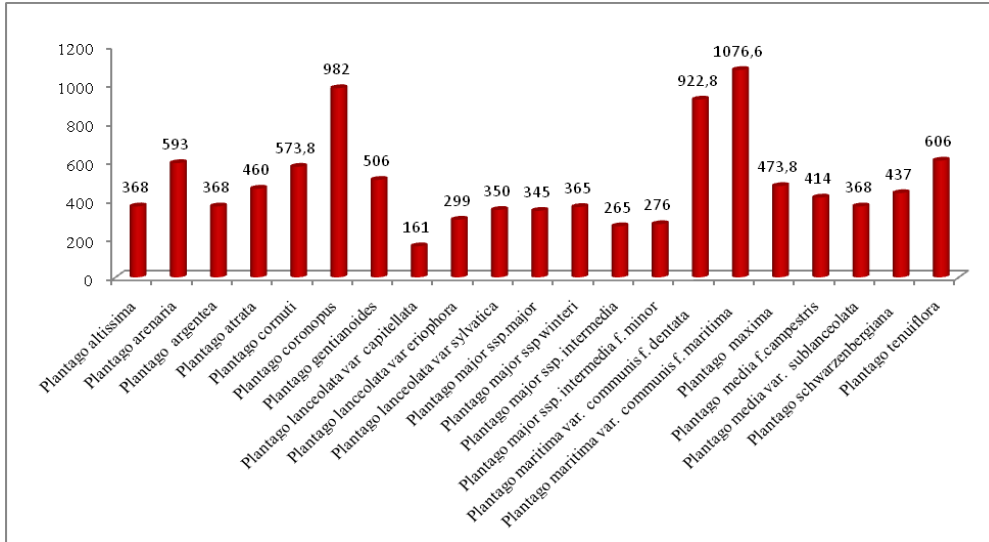


Fig. 1 Grosimea limbului între nervuri (μm) la speciile genului *Plantago*

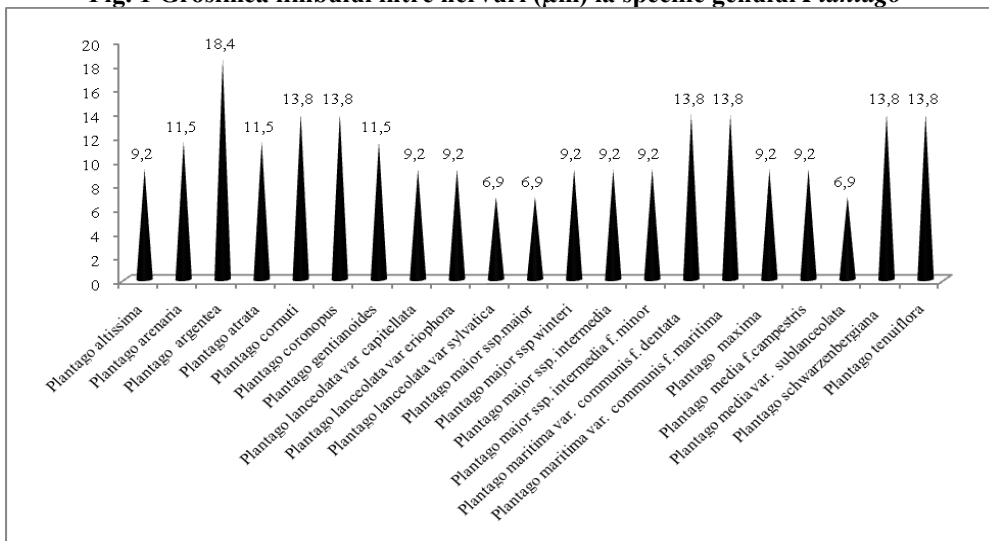


Fig. 2 Grosimea cuticulei (μm) la speciile genului *Plantago*



Tabel 1. Caracteristicile mezomorfe și xeromorfe la *Plantago sp.* (din Ianovici, 2009).

Specii xeromorfe	Structura mezofilului	Aspectul pereților celulari epidermici	Tipuri stomatice
<i>Plantago arenaria</i>	ecvifacială cu celule palisadice	moniliform îngroșați	anisotricitic, anisocitic și diacitic
<i>Plantago argentea</i>	ecvifacială centric heterogenă și intermediară.	drepti, leucoplaste prezente	izotricitic și predominant diacitic
<i>Plantago atrata</i>	ecvifacială centric heterogenă și intermediară, sclereide foliare	moniliform îngroșați	diacitic
<i>Plantago coronopus</i>	ecvifacială centric heterogenă cu țesut lacunar acvifer și creșterea progresivă a parametrilor celulelor palisadice	drepti cu ornamentații cuticulare	diacitic, rar isotricitic
<i>Plantago lanceolata</i> var <i>capitellata</i>	ecvifacială centric heterogenă și intermediară	ușor ondulați, leucoplaste prezente	izotricitic, tetracitic și predominant diacitic
<i>Plantago lanceolata</i> var <i>eriophora</i>	ecvifacială centric heterogenă și intermediară	ușor ondulați, leucoplaste prezente	izotricitic, tetracitic și predominant diacitic
<i>Plantago maritima</i> var. <i>communis f. dentata</i>	ecvifacial cu structură centric-heterogenă	moniliform îngroșați cu ornamentații cuticulare	diacitic
<i>Plantago maritima</i> var. <i>communis f. maritima</i>	ecvifacial cu structură centric-heterogenă cu țesut lacunar acvifer și creșterea progresivă a parametrilor celulelor palisadice	moniliform îngroșați cu ornamentații cuticulare	diacitic
<i>Plantago schwarzenbergiana</i>	ecvifacială centric heterogenă și intermediară	ondulați	isotricitic, rar anisocitic, tetracitic și diacitic
<i>Plantago tenuiflora</i>	ecvifacial cu structură centric heterogenă	drepti cu ornamentații cuticulare	diacitic

Specii mezomorfe	Structura mezofilului	Aspectul pereților celulari epidermici	Tipuri stomatice
<i>Plantago altissima</i>	bifacială dorsiventrală atipică cu celule palisadice joase și centric-omogenă	relativ drepți, leucoplate prezente	diacitic
<i>Plantago cornuti</i>	bifacială dorsiventrală	drepti	isotritic și tetracitic
<i>Plantago gentianoides</i>	bifacială dorsiventrală	relativ drepți	tetracitic și isotritic
<i>Plantago lanceolata var sylvatica</i>	bifacială dorsiventrală	ușor ondulați, leucoplaste prezente	izotritic, tetracitic și diacitic
<i>Plantago major ssp. major</i>	bifacială dorsiventrală	ondulați	tetracitic și anisocitic
<i>Plantago major ssp. winteri</i>	bifacială dorsiventrală	ondulați	tetracitic, anisocitic și isotritic
<i>Plantago major ssp. intermedia</i>	bifacială dorsiventrală	ondulați cu ornamentații cuticulare	tetracitic, anisocitic și isotritic
<i>Plantago major ssp. intermedia f. minor</i>	bifacială dorsiventrală	slab ondulați cu ornamentații striate cuticulare	anisocitic, isotritic, tetracitic și rar anisotritic
<i>Plantago maxima</i>	bifacială dorsiventrală	slab ondulați	diacitic, tetracitic și isotritic
<i>Plantago media f. campestris</i>	bifacială dorsiventrală	ondulați de amplitudine mare	anisocitic, isotritic, rar tetracitic, paracitic și anisotritic
<i>Plantago media var. sublanceolata</i>	bifacială dorsiventrală în zona mediană și centric-omogenă la vârf	ondulați de amplitudine mare	isotritic, rar tetracitic, diacitic și anisocitic

Iluminarea intensă și împiedicarea cursului apei datorită deficienței acesteia, rezultă în creșterea dezvoltării țesutului palisadic (Shields, 1950). Dezvoltarea din punct de vedere structural a țesutului palisadic este în mod clar corelată cu capacitatea de fotosinteză. Fotosinteza depinde de echilibrul existent dintre concentrațiile de lumină și de dioxid de carbon, o grosime mai accentuată a frunzei și dezvoltarea straturilor palisadice influențează în mod direct acest echilibru și optimizează fotosinteza la nivelul întregii frunze. Dezvoltarea crescută a țesutului palisadic probabil că duce la o creștere a activității fotosintezei. A se face o distincție dintre parenchimul palisadic și cel lacunar nu este întotdeauna ușor, mai ales când parenchimul palisadic este constituit din mai multe straturi. În cele din urmă celulele

straturilor cele mai adânci se aseamănă foarte mult cu cele ale parenchimului lacunar adiacent (Ianovici, 2009).

La unele xerofite, și în general halofite, apar țesuturi bine dezvoltate ce depozitează apa în frunze. În zona mediană a mezofilului la *Plantago coronopus*, *Plantago maritima* și *Plantago tenuiflora* se individualizează 1-2 straturi celulare asemănătoare clorenchimului lacunar și care au un conținut scăzut de cloroplaste. Caracterul de halosuculență este dat de aceste celule în care se acumulează apă, prezentând caracteristici apropiate de cele ale unui țesut acvifer. În rest, clorenchimul este palisadic. Se poate observa creșterea progresivă a parametrilor celulelor palisadice dinspre epiderme spre zona mediană a mezofilului. Țesutul depozitar de apă la frunză constă din celule mari cu vacuole mari ce conțin sevă diluată sau mucilaginoasă. Celulele de depozitare lipsite de culoare sunt de obicei mari și cu pereți subțiri. Aceste celule au un strat fin de citoplasmă. Presiunea osmotică din celulele fotosintetice este mai mare decât în cele nefotosintetizante și când apa lipsește, acestea obțin apa din țesutul depozitar de apă. În consecință, celulele depozitare de apă cu pereții subțiri se micșorează, dar în condiții favorabile de aprovizionare cu apă acestea rapid revin la forma inițială (Schimper, 1898). Hipertrofia celulelor parenchimatice la unele plante de coastă, în comparație cu cele din aceeași specie crescute în habitate de pe continent, este un fenomen bine cunoscut (Boyce, 1954). Această particularitate poate fi surprinsă la cele două forme analizate ale speciei *Plantago maritima* var. *communis*. La *Plantago cornuti* (Rațiu & Nicolau, 1964), halosuculența frunzelor este dată nu de parenchimul acvifer ci de parenchimul asimilator, în celulele căruia are loc și depozitarea apei. De asemenea, este evidentă diferențierea considerabilă a țesutului palisadic la nivelul limbului foliar la multe specii halofile (Toma, 1977), uneori aproape tot mezofilul fiind format din țesut palisadic, ceea ce am observat la *Plantago schwarzenbergiana*. La această specie, puține dintre celulele din zona mediană ar putea fi considerate ca aparținând clorenchimului lacunos (Ianovici, 2009).

Câteodată pot apărea cristale prismatice la *Plantago media* f. *campestris*, *Plantago major* ssp. *intermedia* f. *minor*, macle foliare la *Plantago coronopus*. Ca o adaptare la acțiunea vânturilor, am constatat un caz special, de prezență a sclereidelor foliare în mezofilul de la *Plantago atrata*.

Valențele adaptative ale speciei *Plantago lanceolata* sunt ilustrate de faptul că varietatea *sylvatica* prezintă o structură bifacială dorsiventrală tipică iar celelalte două varietăți, *eriphora* și *capitellata* prezintă o structură ecvifacială centric heterogenă și intermediară (Ianovici, 2009).

Aspectul pereților celulelor epidermice este mai frecvent ondulat cu amplitudini variate și mai subțire la mezomorfe și mai frecvent drept sau moniliform, gros, cu ornamentații cuticulare evidente la xeromorfe. Cea mai mare amplitudine a undulațiilor există la *Plantago media*. Se consideră că pereții celulari mai groși în cazul frunzelor ce se dezvoltă sub influența luminii soarelui servesc rezistenței la acțiunea mecanică a vântului și pentru a preveni aplecarea acestora. Din acest punct de vedere, celulele epidermice de la *Plantago atrata* sunt cele mai specializate, în secțiune transversală evidențiindu-se toți pereții puternic îngroșați (Ianovici, 2009).

Dezvoltarea accentuată a straturilor epidermice poate duce la creșterea capacității de reflecție a frunzei și să protejeze celulele fotosintetice inferioare subiacente de la o iradiere excesivă. În timpul acestui proces temperatura frunzei se menține la un nivel optim pentru a asigura o bună desfășurare a proceselor fiziologice. Celule epidermice mari am observat la *Plantago arenaria*, *Plantago lanceolata var capitellata*, *Plantago coronopus* și *Plantago maritime* (Ianovici, 2009).

De regulă laminele foliare sunt amfistomatice, densitatea stomatică fiind mai mare la nivelul epidermei inferioare. Valorile cele mai mari ale densității stomatice la nivelul epidermei superioare se întâlnește la *Plantago maritima*, *Plantago coronopus* și *Plantago lanceolata var capitellata*. Valorile cele mai mari ale densității stomatice la nivelul epidermei inferioare se întâlnește la *Plantago argentea* și *Plantago lanceolata var eriophora*. Frunzele iubitoare de soare au mai multe stomate decât cele iubitoare de umbră. Ele transpiră mai abundent și pot să beneficieze de un efect răcoritor. Creșterea numărului de stomate, permite un ritm mai mare de schimburi în condițiile unei bune aprovizionări cu apă. Este de menționat cazul special reprezentat de *Plantago coronopus* și *Plantago maritima var. communis f. maritima* unde densitatea stomatică este ușor mai mare la nivelul epidermei superioare. Apreciem că această inversare se datorează formei deosebite a frunzelor. Un alt caz este reprezentat de frunzele de *Plantago schwarzenbergiana* la care densitatea stomatică este aproape egală pe cele două epiderme (Ianovici, 2009).

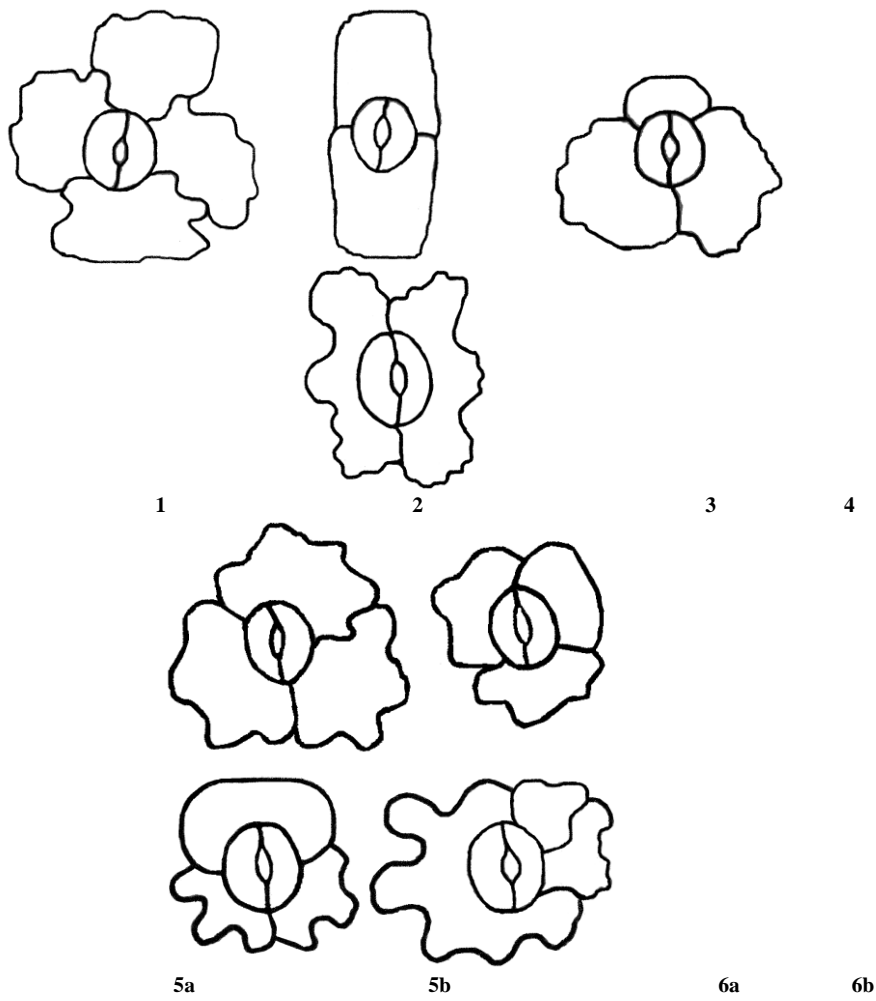
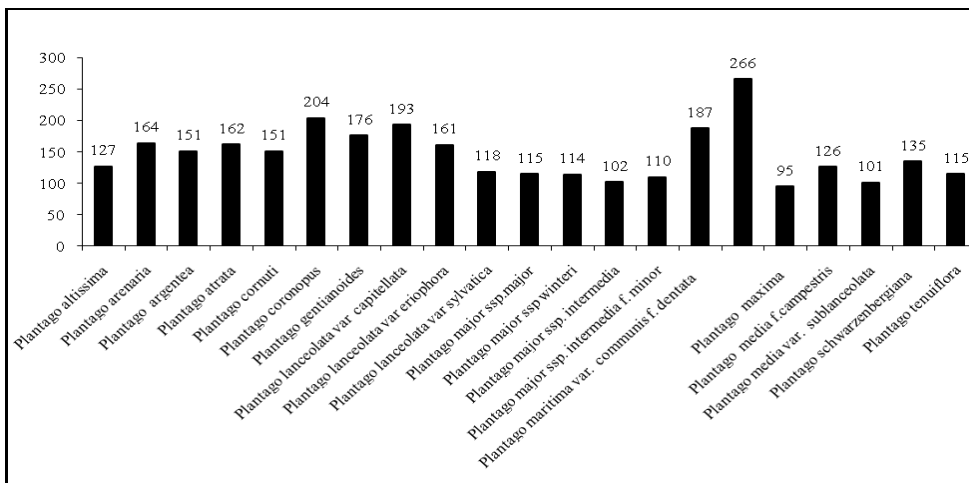
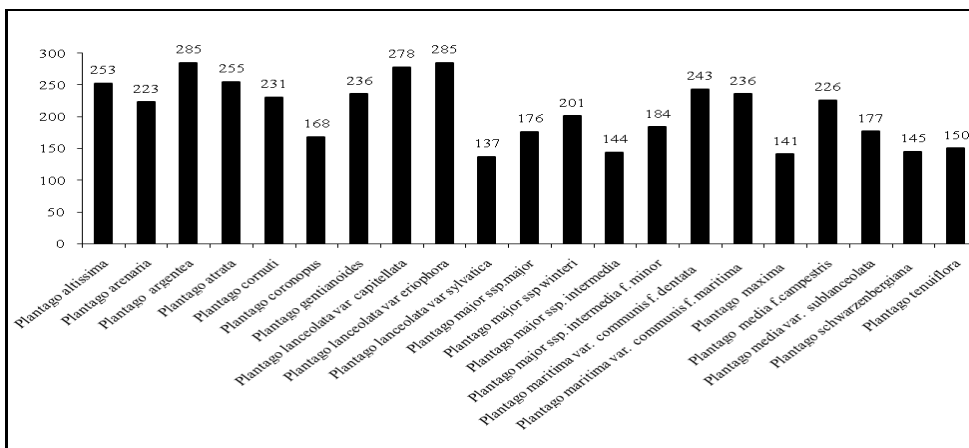


Fig. Aparate stomatice de tip tetracitic (1), diacitic (2), anisocitic (3), paracitic (4), isotricitic (5a,5b), anisotricitic (6a,6b) la *Plantago sp.*



**Fig. 3** Densitatea stomatică în epiderma superioară (stomate/mm<sup>2</sup>) a frunzelor speciilor genului *Plantago*



**Fig. 4** Densitatea stomatică în epiderma inferioară (stomate/mm<sup>2</sup>) a frunzelor speciilor genului *Plantago*

Stomatele foliare de la *Plantago media* f. *campestris* și *Plantago schwarzenbergiana* sunt așezate ușor deasupra epidermei. Uneori poate fi observată această poziție și la *Plantago gentianoides*, *Plantago lanceolata* var. *capitellata*, *Plantago major* ssp. *winteri*, *Plantago media* var. *sublanceolata*, *Plantago schwarzenbergiana* (Ianovici, 2009).

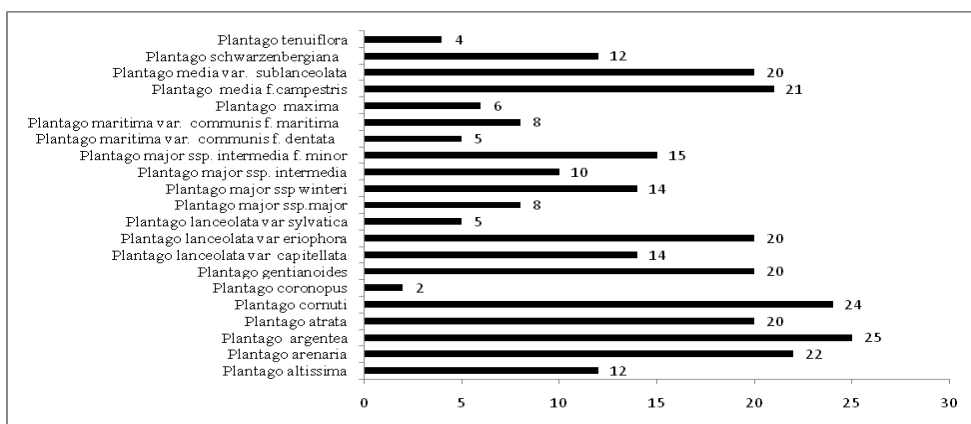
Observăm de asemenea că în ceea ce privește tipurile stomatice, mezomorfelor li se asociază prezența mai multor tipuri cu predominarea celor cu 3-4 celule anexe iar xeromorfelor le este caracteristic tipul diacic cu două celule anexe. Metcalfe & Chalk (1979) au raportat stomate anomocitice la speciile genului *Plantago*. Cu toate acestea, Barboza et al.

(2001) și Yageddú & Cid (1992) arată că, deși stomatetele sunt predominant anomocitice, câteva pot fi considerate ca polocitice. Folosind sistemele de clasificare din Metcalfe & Chalk (1950), Van Cotthem (1970) și Prabhakar (2004) am putut clarifica marea varietate a stomatelor la *Plantago* (Ianovici, 2009).

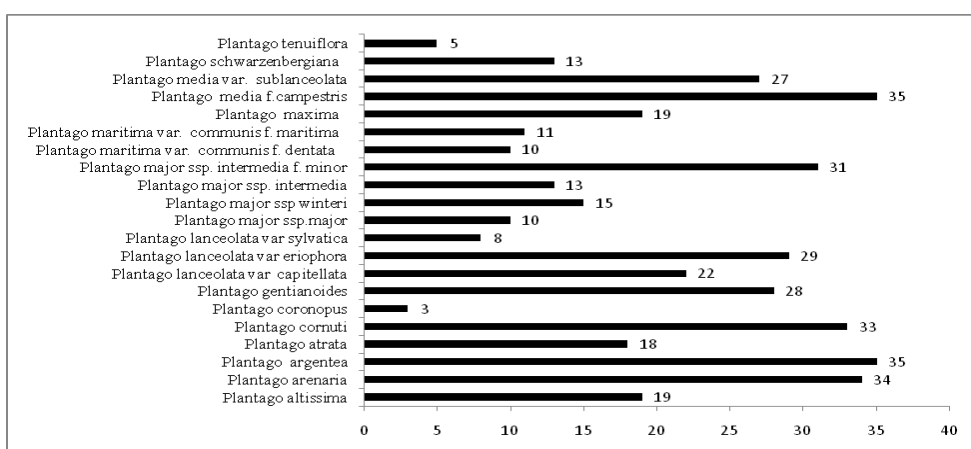
Trihomii sunt foarte comuni pe xerofite. Conform lui Shields (1950), trihomii vii, care pierd apă, nu protejează planta de transpirația excesivă așa cum fac trihomii morți care formează straturi protectoare. În unele cazuri pubescenta poate juca un rol în împiedicarea prădătorilor (Levin, 1973; Johnson, 1975). Deși Metcalfe & Chalk (1979) și Barboza et al. (2001) au găsit diferite tipuri de peri la *Plantago*, Freire et al. (2005) au raportat doar prezența perilor glandulari capitați cu 2-celule terminale. Noi am identificat mai multe tipuri de peri. La nivelul epidermei superioare, cea mai mare densitate a perilor o are *Plantago argentea* (25peri/mm<sup>2</sup>), iar cea mai mică *Plantago coronopus* (2 peri/mm<sup>2</sup>). Densitatea perilor la nivelul epidermei inferioare este mare la *Plantago argentea* și *Plantago media f.campestris* (35 peri/mm<sup>2</sup>) și foarte mică la *Plantago coronopus* (2 peri/mm<sup>2</sup>). Apreciem că pubescenta crescută are legătură cu adaptarea la uscăciune pentru xerofite și mezoxerofite, așa cum este cazul la *Plantago argentea*, *Plantago arenaria*, *Plantago media* și *Plantago atrata*. Suprafețele foarte pubescente pot să reflecte lumina soarelui și să contribuie la descreșterea ratelor de transpirație. Dacă există specii în ambele forme, xeromorifice și mesomorifice, ultimele au un indumen mai redus (Coulter et al., 1931). Acest fapt poate fi evidențiat la *Plantago lanceolata* și *Plantago major* și este valabil pentru ambele epiderme. La aceste două specii densitatea perilor este mai mare la nivelul epidermei inferioare. La *Plantago major ssp.major* și *Plantago lanceolata var sylvatica* densitatea perilor este mult mai mică decât la varietățile și formele colectate de pe soluri tasate și uscate: *Plantago major ssp. intermedia f. minor* și *Plantago lanceolata var eriophora* (Ianovici, 2009).

Am identificat trei tipuri de peri tectori. Perii pluricelulari flagelați a căror conexiune între celule are aspectul de coadă de rândunică (*Plantago altissima*, *Plantago argentea*, *Plantago lanceolata*, *Plantago maxima*) au lungimi medii ce variază de la 303,6μm până la 1768 μm. Cei mai lungi peri, de peste 2mm i-am observat la *Plantago argentea* (Ianovici, 2009).

Perii aculeiformi cu picior tetracelular și pentacelular pot fi drepți (*Plantago major*, *Plantago coronopus*, *Plantago gentianoides*, *Plantago tenuiflora*) și curbați (*Plantago arenaria*, *Plantago maritima*). La *Plantago major ssp. winteri* lungimea medie este cea mai mică (184 μm) iar la *Plantago gentianoides* cea mai mare (483 μm) (Ianovici, 2009).



**Fig. 5** Densitatea perilor în epiderma superioară (peri/mm<sup>2</sup>) a frunzelor speciilor genului *Plantago*



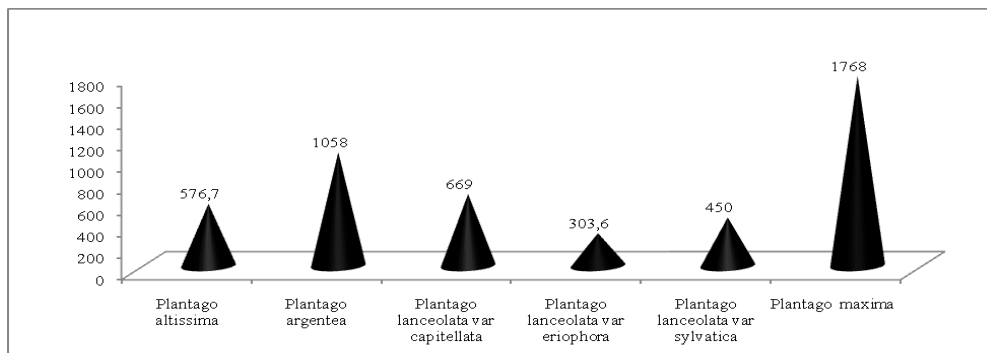
**Fig. 6** Densitatea perilor în epiderma inferioară (peri/mm<sup>2</sup>) a frunzelor speciilor genului *Plantago*

Perii flagelați multicelulari se întâlnesc la *Plantago media*, *Plantago arenaria*, *Plantago atrata*, *Plantago cornuti*, *Plantago coronopus*, *Plantago schwarzenbergiana*) (Ianovici, 2009).

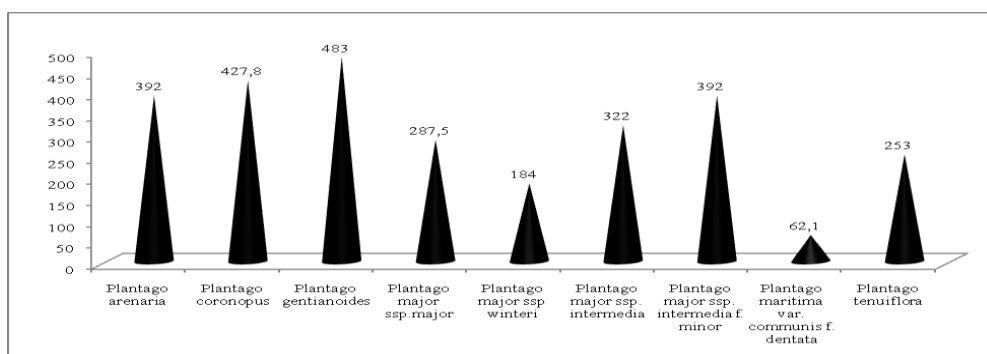
Perii secretori pot avea glanda bicelulară (*Plantago major*, *Plantago media*, *Plantago schwarzenbergiana*, *Plantago atrata*, *Plantago cornuti*, *Plantago gentianoides*) sau sunt capitați multicelulari (*Plantago lanceolata*, *Plantago altissima*, *Plantago argentea*, *Plantago coronopus*, *Plantago maritima*, *Plantago maxima*, *Plantago tenuiflora*). La *Plantago arenaria*



perii secretori au glanda tetracelulară. Perii capitați multicelulari sunt mult mai mari, lungimea maximă fiind la *Plantago maxima* (156,4  $\mu\text{m}$ ) și *Plantago lanceolata var sylvatica* (120  $\mu\text{m}$ ). *Plantago maritima* prezintă foarte rari peri aculeiformi curbați de mici dimensiuni (62,1 $\mu\text{m}$ ) și peri glandulari capitați multicelulari. Și celelalte plante halofile suculente prezintă peri, deci frunzele nu sunt glabre. Pe frunzele de *Plantago arenaria* am identificat trei tipuri de peri: aculeiformi curbați, flagelați multicelulari și unicelulari verucoși, aceștia din urmă predominând însă la nivelul scapului. Perii aculeiformi se remarcă printr-o cuticulă foarte groasă. Cuticula ce delimitează celulele trihomilor are o grosime de 9,2  $\mu\text{m}$ , acest caracter întâlnindu-se și la *Plantago major ssp winterei* (Ianovici, 2009).



**Fig. 7 Lungimea perilor tectori flagelați în coadă de rândunică ( $\mu\text{m}$ )**



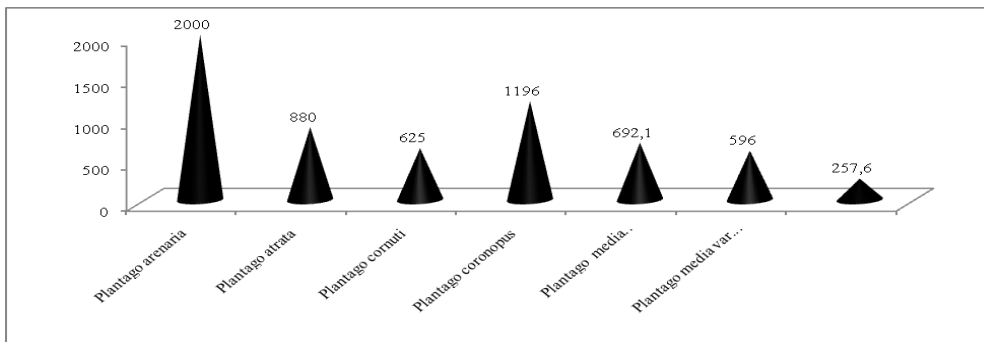
**Fig. 8 Lungimea perilor tectori aculeiformi cu picior tetracelular și pentacelular, drepti și curbați ( $\mu\text{m}$ )**

Proeminențele frunzei plantelor alpine (*Plantago atrata* și *Plantago gentianoides*) pot funcționa regulator pentru temperatura internă și pentru a evita temperaturile înalte și mortale. Frunzele plantelor alpine posedă de multe ori o cuticulă care este de la mediu la groasă și pereți celulari îngroșați. Mezofilul are tendința de a fi compactat și de multe ori conține

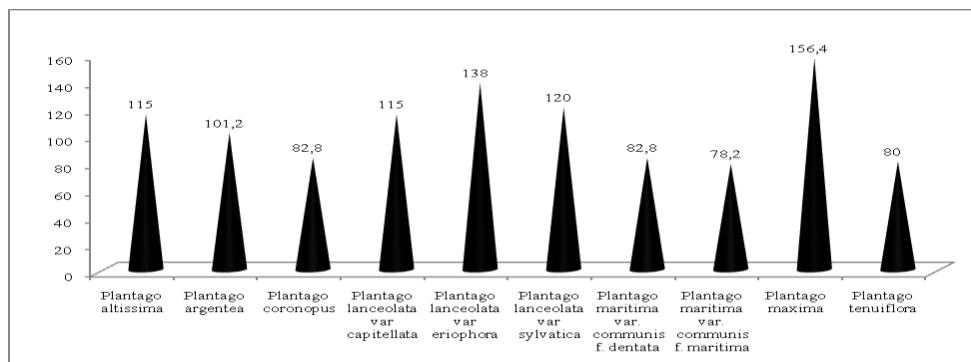
mai multe straturi palisadice (cel puțin 3 la *Plantago atrata* și *Plantago gentianoides*). Plantele alpine sunt expuse la lumină și vânturi puternice.

Deși structura internă a frunzei unei plante alpine variază în funcție de specie, ele arată de obicei una sau mai multe trăsături care sunt recunoscute că ar fi specializări clasice xerice. Frunzele sunt acoperite cu peri numeroși, așa după cum am arătat deja. Perii denși care acoperă atât frunzele cât și tulpina se crede că răspund la o combinație de funcții:

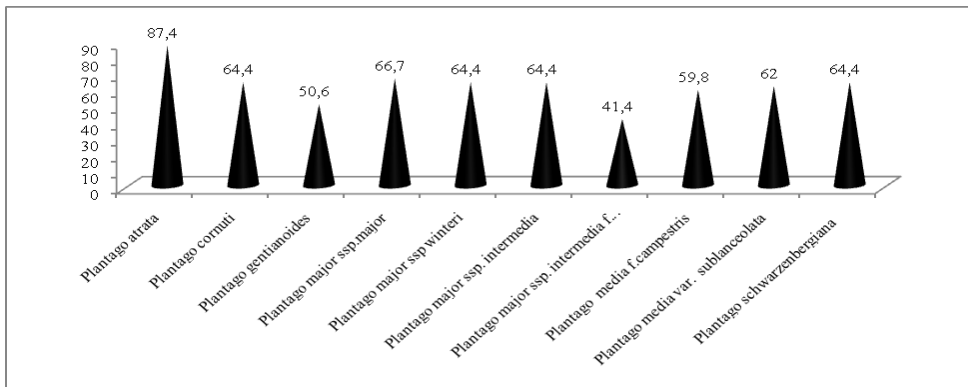
- reduc absorbția luminii (măresc reflexia luminii) în timpul perioadelor de temperatură ridicată,
- reduc difuzia gazelor de-a lungul frunzei și în aer,
- reduc posibilitatea prădării de către insecte și animalele ierbivore (Dickison, 2000; Ianovici, 2009).



**Fig. 9 Lungimea perilor tectori flagelați multicelulari (μm)**



**Fig. 10 Lungimea perilor glandulari capitați multicelulari (μm)**



**Fig. 11 Lungimea perilor secretori cu glanda bicelulară (μm)**

La *Plantago arenaria* limbul are o structură deosebită de a celorlalte specii, centric omogenă, mezofilul nefiind diferențiat, toate celulele fiind palisadice. În jurul legăturilor centrului vascular, celulele palisadice sunt așezate radial și astfel, în condiții favorabile de aprovizionare cu apă, transportul apei de la legături la epidermă este amplificat (Thoday, 1931). Părțile laterale ale frunzei sunt rotunjite și nu se formează colenchim. Apa din frunze este condusă nu numai de nervuri dar și de celulele mezofilului și epidermei (Shull, 1934; Wylie, 1943). Transportul apei către epidermă este mult mai mare prin țesutul palisadic decât prin parenchimul lacunar. Prezența spațiilor intercelulare, în special la celulele palisadice, totuși, limitează transportul apei în planul paralel cu suprafața frunzei (Wylie, 1943). Frunza conține țesuturi în care celulele au multe conexiuni laterale (epiderma și parenchimul lacunar) și altele la care celulele au puține conexiuni laterale (parenchimul palisadic). Wylie a ajuns la concluzia că există o corelație între densitatea nervurilor și volumul țesuturilor din mezofil. Pe de o parte, cu creșterea în volum a țesutului palisadic, la care conductibilitatea în direcția paralelă cu suprafața frunzei este mică, distanța dintre nervuri devine mai mică și, pe cealaltă parte, cu creșterea în volum a țesutului lacunar, la care conductibilitatea este eficientă în direcția menționată de mai sus, distanța dintre nervuri devine mai mare (Fahn, 1979). Nervurile mari sunt înconjurată de mult parenchim care nu prezintă cloroplaste sau acestea sunt puține. Nervurile mai mici, de asemenea, sunt de obicei înconjurată de un strat de celule parenchimatice împachetate strâns. Un asemenea strat este definit teacă de legătură (Fahn, 1964) sau endodermă, termen utilizat în descrierea anatomică a fiecărui taxon și preluat din Toma & Rugină (1998). Prezența endodermei este semnalată și de Metcalfe & Chalk, 1950. La *Plantago arenaria* am întâlnit singura situație în care parenchimul tecii de legătură (endoderma fasciculului

vascular unic corespunzător nervurii frunzei) se extinde către epidermele frunzei. Aceste plăci de celule parenchimatice care ajung la epidermă sunt definite extensiuni ale tecii de legătură. Există dovezi că extensiunile tecii de legătură au un rol de dirijare a apei către celulele epidermale. Cele din urmă sunt strâns conectate lateral și funcționează în dirijarea într-un plan paralel cu suprafața frunzei. Apa se poate mișca de asemenea de la endodermă și extensiunile ei, prin mezofil, la celulele ce delimitează camerele substomatice (Wylie, 1943, 1951, 1952; Ianovici, 2009).

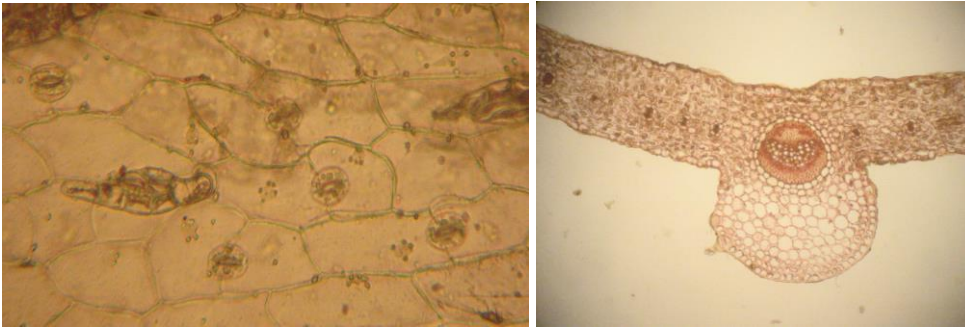
Au fost observate lamele suberizate în pereții tecii parenchimatice la *Plantago coronopus*, *Plantago maritima* și *Plantago tenuiflora*. La *Plantago lanceolata* var *eriphora* și *Plantago major* ssp *winteri* pot fi observate depuneri de lignină la nivelul pereților radiari ai endodermei fasciculare. Aceeași endodermă poate prezenta amiloplaste, constituindu-se astfel într-o teacă amiliferă la *Plantago media* și uneori la *Plantago altissima* și *Plantago gentianoides* (Ianovici, 2009).

În cazul frunzelor crescute sub influența luminii soarelui dar și în cazul lipsei compușilor nitrogenați din sol, apar caractere xeromorfe cum ar fi dezvoltarea adițională a sclerenchimului (Volkens, 1887; Kraus Kraybill, 1918; Welton, 1928; Schneider, 1966; Bocher, 1979). Acest aspect poate fi surprins cel mai clar la nivelul pețiolului. Tecile de susținere sunt de obicei colenchimatice dar la *Plantago argentea*, *Plantago schwarzenbergiana* și *Plantago maxima* acestea sunt sclerenchimatice la înflorire. La *Plantago cornuti* pețiolul matur, după fructificare prezintă de asemenea teci lignificate în întregime și care se unesc, înconjurând în totalitate țesuturile conducătoare. La nivelul pețiolului foarte lățit de la *Plantago gentianoides*, teaca abaxială este ușor lignificată. Fascicule vasculare la nivelul frunzei de *Plantago atrata* prezintă niște teci în care celulele au pereții foarte groși, dar care nu se lignifică. Aceeași îngroșare există și la nivelul tecilor mecanice de la *Plantago major* ssp. *intermedia* f. *minor*. Lignificarea parțială, în special a straturilor externe ale tecilor mecanice poate fi observată la *Plantago media* f. *campestris*. În secțiunile transversale prin vârful laminei foliare de la *Plantago coronopus* fasciculele sunt însoțite de o teacă foarte mare de sclerenchim (Ianovici, 2009).

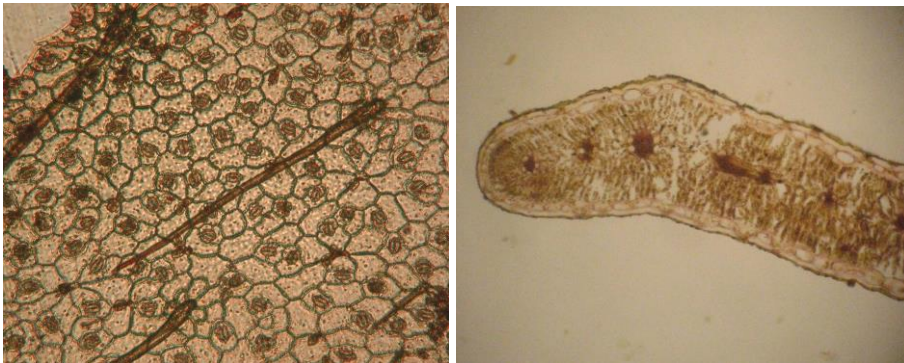
În frunză, fasciculele mari prezintă liber adaxial la *Plantago altissima*, *Plantago argentea*, *Plantago cornuti*, *Plantago gentianoides*, *Plantago major*, *Plantago maxima*, *Plantago schwarzenbergiana*. Nu am observat acest liber în cazul fasciculelor de la *Plantago lanceolata*, *Plantago media*, *Plantago coronopus*, *Plantago maritima*, *Plantago atrata* (Ianovici, 2009).

Nervurile mari de la frunzele dicotiledonatelor pot conține țesuturi primare și secundare, în timp ce nervurile mai mici conțin numai țesuturi primare. Nervurile mari și medii conțin vase și tuburi ciuruite. În cele mai mici nervuri, traheele au îngroșări spiralate și inelare. La nervurile mici sau minore celulele parenchimatice aflate în contact cu elementele ciuruite și traheele constituie celulele de transfer (Gunning et al., 1968; Gunning și Pate, 1969, Pate și Gunning, 1972). Câteva din aceste celule sunt considerate a fi implicate în translocția pe distanță scurtă dintre mezofil și elementele ciuruite, și altele în schimburile de solvenți dintre floem și xilem. Celulele specializate de transfer dezvoltă proeminente în pereți care cresc suprafața internă a celulelor. Câteva din celulele de transfer reprezintă celule anexe datorită relației ontogenetice cu tuburile ciuruite. Floemul apropiat de capetele nervurilor conține numai parenchim, dar la unele dicotiledonate, tuburile ciuruite din nervurilor minore însoțesc xilemul până la capetele nervurilor. Nervurile subțiri pot conține un singur rând de trahei și un singur rând de tuburi ciuruite (Esau, 1967; Ianovici, 2009).

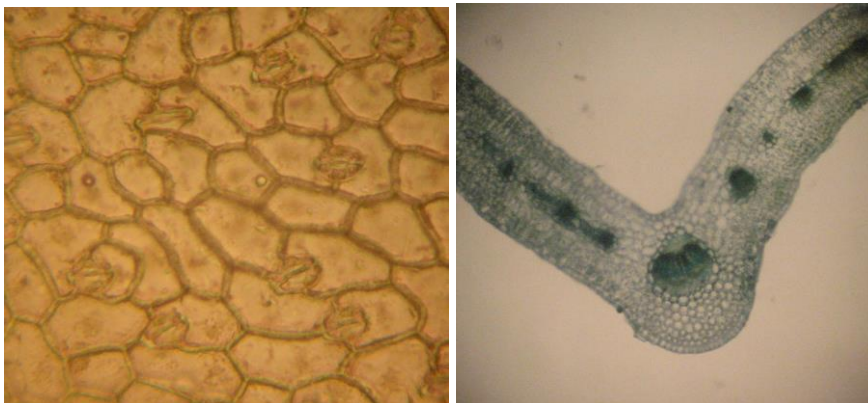
Genul *Plantago* este un exemplu excelent de iradiere adaptativă și diversificare structurală la ambele nivele specifice de comparație, de la habitatele umede și xerice. Diversitatea morfologică și anatomică se oglindește în tendințele majore de specializare în acest gen prin reducerea per total a staturii plantei. Mărimile scăzute ale frunzelor au acompaniat de asemenea migrarea în microhabitate mai uscate dar și reducerea în dimensiune a frunzei și a plantei propriu zise fiind corelată cu o specializare xeromorfică a anatomiei xilemului. Foarte strâns corelate cu schimbările habitatului, frunzele prezintă tendințe marcate în formă, structură, textură și nervațiune. Reducerea progresivă în mărimea frunzei la toate plantele xerice și semixerice a rezultat în diferite frunze care sunt succulente. Micșorarea frunzei este acompaniată de achiziția unor trăsături ericoidale care conferă rezistență la secetă (Dickison, 2000; Ianovici, 2009).



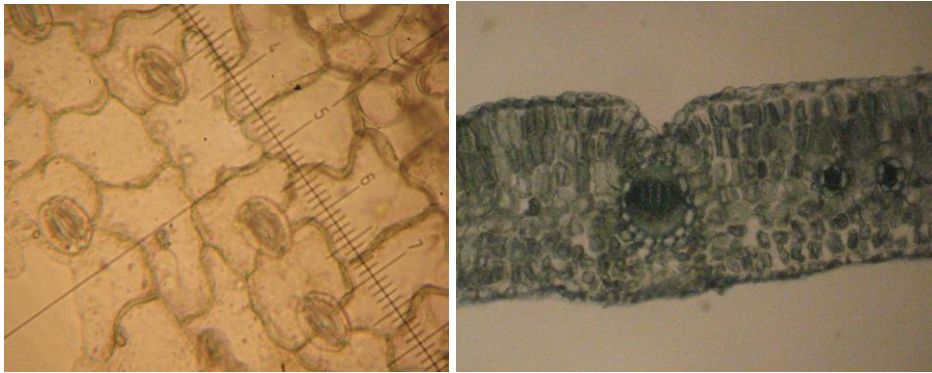
**Fig. 12. *Plantago altissima* – epiderma superioară și perii glandulari , 200x; secțiune transversală prin frunza bifacială dorsiventrală, 100x**



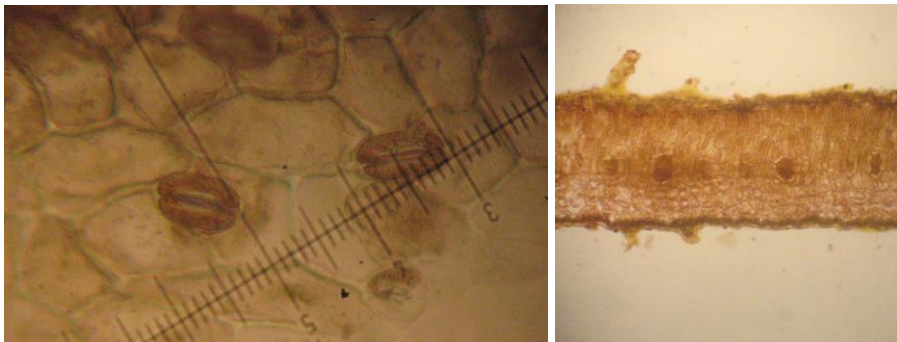
**Fig. 13. *Plantago arenaria* – epidermă foliară cu peri și stomate anisotricite, anisocitice și diacitice , 200x; secțiune prin frunza ecvifacială, 100x**



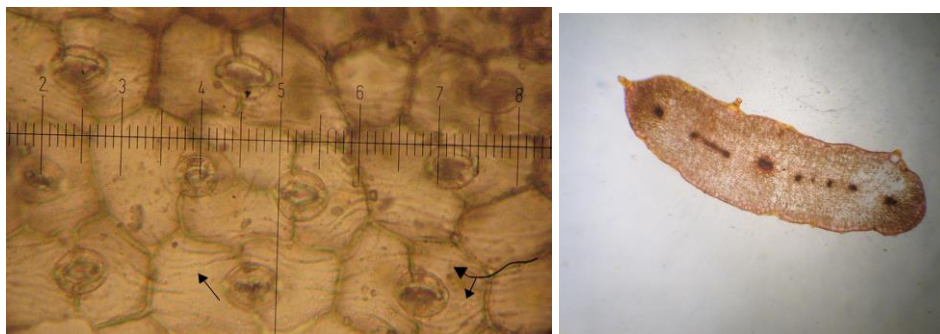
**Fig.14. *Plantago argentea* – epiderma cu stomate izotricitice și diacitice, 200x zoom4; secțiune transversală prin frunza ecvifacială centric heterogenă, 100x**



**Fig. 15. *Plantago atrata*- epidermele foliare cu stomata diacitice, 200x zoom4; secțiune transversală prin frunză ecvifacială centric heterogenă, 100x**

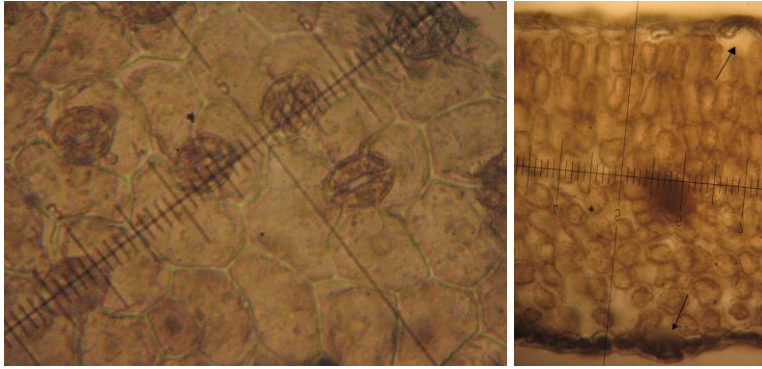


**Fig.16. *Plantago cornuti* –epiderma cu stomate isotricitice și tetracitice, 200x zoom4; frunza secționată transversal cu mezofil bifacial heterofacial, 100x**

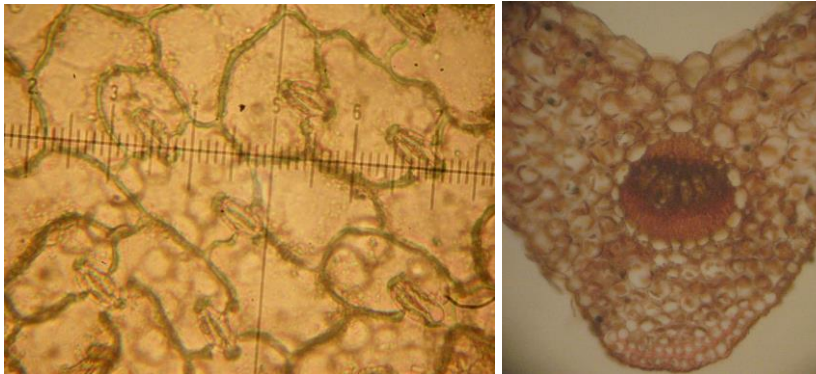


**Fig. 17. *Plantago coronopus* – epiderma cu aparate stomatice diacitice și ornamentații cuticulare, 200x zoom4; secțiunie transversală prin frunza ecvifacială centric heterogenă, 40x**

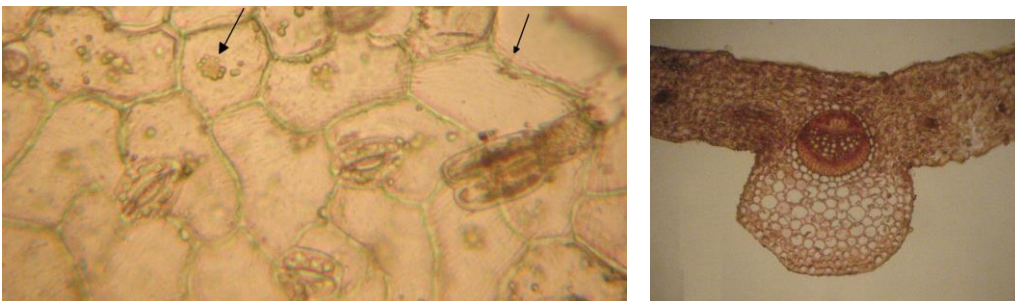




**Fig. 18. *Plantago gentianoides* – epiderma cu stomata, 200x zoom4; frunza secționată transversal cu mezofil bifacial heterofacial, 100x zoom4**

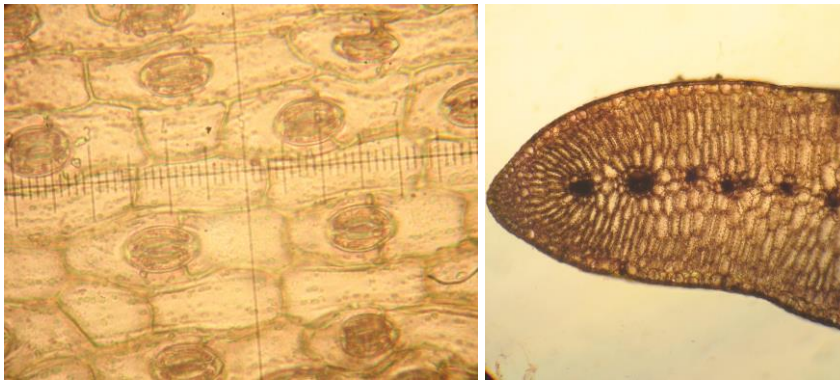


**Fig. 19. *Plantago lanceolata* var *capitellata*- epidermă foliară cu stomate izotricitice, tetracitice și predominant diacitice, 200x zoom4; secțiune transversală prin frunză cu structură ecvifacială centric heterogenă, 100x**

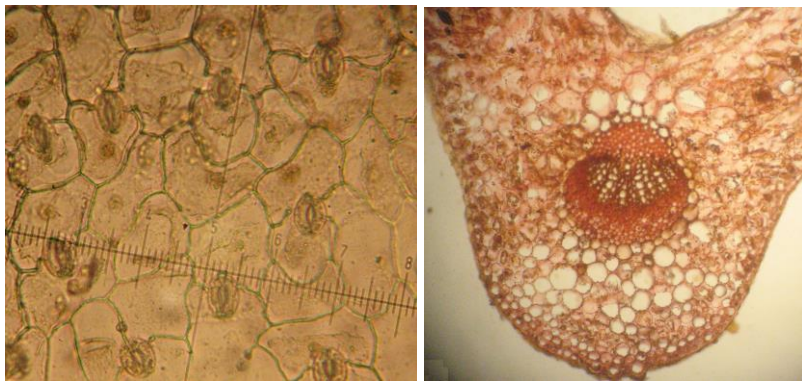


**Fig.20. *Plantago major* ssp. *intermedia* – epiderma superioară, 200x zoom4, secțiune transversală prin frunza 100x**

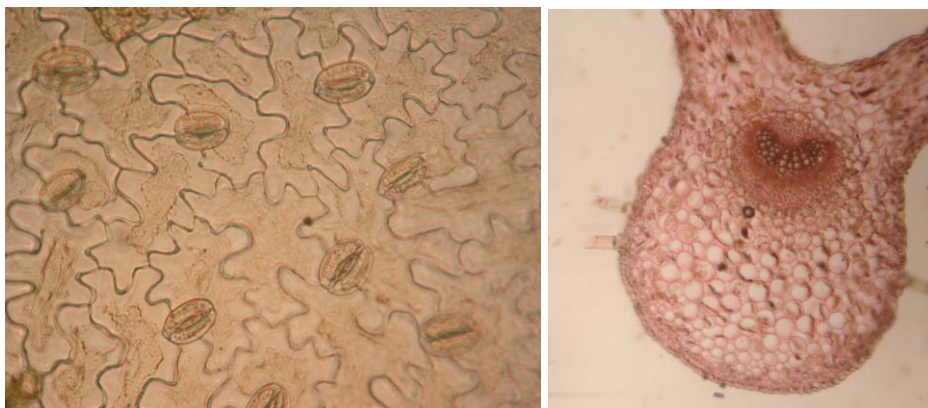




**Fig. 21.** *Plantago maritima* var. *communis f. maritima* – epidermă foliară cu aparate stomatice diacitice, 400x; secțiune transversală prin frunză, 100x



**Fig.22.** *Plantago maxima* - epidermă foliară, 200x zoom4; secțiune transversală prin frunză, 100x zoom4



**Fig.23.** *Plantago media* var. *sublanceolata* - epiderma superioara, 200x zoom4; – lamina secționată transversal în vârf, 100x

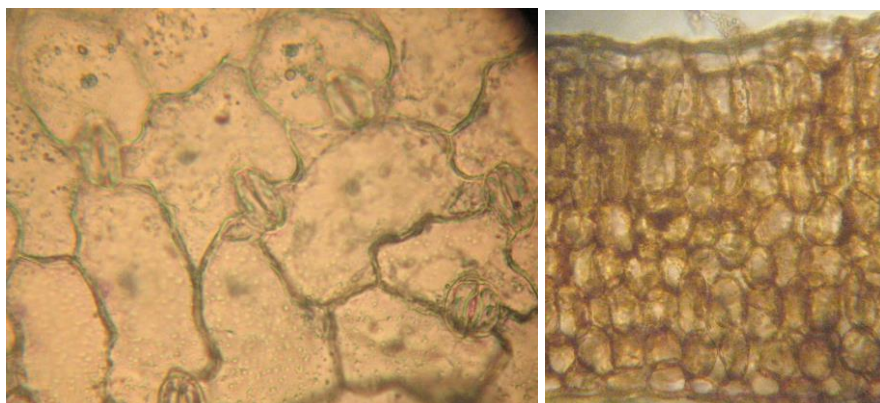


Fig. 24. *Plantago schwarzenbergiana* – epidermă foliară, 200x zoom4; secțiune transversală prin frunza, 100x

## CONCLUZII

Analiza histoanatomică a organelor vegetative la speciile analizate a permis identificarea particularităților anatomice și adaptărilor ecologice la *Plantago*. Variațiile ce apar în structura plantelor care de regulă sunt influențate de factorii de mediu sunt evidente în mod particular în morfologia și anatomia frunzelor. Unele trăsături cum ar fi reducerea dimensiunii frunzei, creșterea grosimii pereților externi ai celulelor epidermice, creșterea grosimii cuticulelor, reducerea ariei porilor stomatali, contribuie la reducerea pierderii de apă. Alte caracteristici cum ar fi mărirea celulelor mecanice și accentuarea lignificării peretelui celular, suculența accentuată și capacitatea mai mare de depozitare a apei, precum și acumularea de mucilagiu probabil ajută planta să tolereze mai bine deshidratarea și să facă față mai ușor acestui factor de stres reprezentat de cădere de apă. Halofitele obligatorii, printre care *Plantago coronopus*, *Plantago maritima*, *Plantago tenuiflora*, *Plantago schwarzenbergiana*, prezintă mecanisme proprii de absorbție a apei prin creșterea presiunii osmotice intracelulare, care le permit să supraviețuiască în condiții severe de mediu. Aceste specii ating optimul de dezvoltare, respectiv înfloresc și fructifică atunci când concentrația de săruri din soluția solului este foarte mare și ariditatea maximă. Halofitele spontane cum este *Plantago lanceolata*, prezintă ecoforme adaptate biotopurilor cu sărăturare moderată. Sunt specii cu amplitudine ecologică largă, ce se aseamănă cu halofitele preferate din punct de vedere morfo-structural și ecofiziologic. Halofitele accidentale (*Plantago major*) prezintă ecoforme capabile să suporte cantități crescute de săruri minerale în sol în anumite etape ale ciclului de viață, asemănându-se ecofiziologic cu speciile de halofite spontane.

Dintre speciile supuse analizei anatomice, 11 prezintă o structură bifacială dorsiventrală pe care o asociem frunzelor mezomorfe (*Plantago altissima*, *Plantago cornuti*, *Plantago gentianoides*, *Plantago major*, *Plantago maxima*, *Plantago media*) și 10 o structură ecvifacială pe care o asociem frunzelor xeromorfe (*Plantago arenaria*, *Plantago argentea*, *Plantago atrata*, *Plantago coronopus*, *Plantago maritima*, *Plantago schwarzenbergiana*, *Plantago tenuiflora*).

Grosimea laminei este mare la plante cu adaptări generale la xerofitism și salinitate crescută și are mici dimensiuni la plante mezohigrofitice. Diferențele în structura internă a frunzei sunt asociate cu grosimea laminei și cu cantitatea și distribuția țesutului palisadic și a țesutului lacunar în mezofil. La halofite apar țesuturi acvifere (*Plantago coronopus*, *Plantago maritima* și *Plantago tenuiflora*). Iluminarea intensă și împiedicarea cursului apei datorită deficienței acesteia, rezultă în creșterea dezvoltării țesutului palisadic și o creștere a grosimii epidermei și a cuticulei. Cea mai groasă cuticulă am observat-o la taxonul termofil *Plantago argentea*. Valorile cele mai mici se observă la euritermofite (*Plantago major ssp. major*, *Plantago lanceolata var. sylvatica* și *Plantago media var. sublanceolata*). La *Plantago cornuti* și *Plantago schwarzenbergiana* halosuculența frunzelor este dată de parenchimul palisadic. La acțiunea vânturilor, am constatat prezența a sclereidelor foliare la nivelul mezofilului de la *Plantago atrata*. Mezomorfelor li se asociază prezența mai multor tipuri stomatice cu predominarea celor cu 3-4 celule anexe (tetracitic, anisocitic, isotricitic, anisotricitic) iar xeromorfelor le este caracteristic tipul diacitic cu două celule anexe. De regulă laminele foliare sunt amfistomatice, densitatea stomatică fiind mai mare la nivelul epidermei inferioare. Frunzele iubitoare de soare au mai multe stomate decât cele iubitoare de umbră. Am identificat trei tipuri de peri tectori: perii pluricelulari flagelați a căror conexiune între celule are aspectul de coadă de rândunică, perii aculeiformi drepți și curbați cu picior tetracelular și pentacelular, perii flagelați multicelulari. Perii secretori pot avea glanda bicelulară sau sunt capitați multicelulari.

*Plantago arenaria* prezintă trei tipuri de peri: aculeiformi curbați, flagelați multicelulari și unicelulari verucoși. Mezofilul acesteia este centric omogen palisadic. Prezintă extensii ale tecii de legătură la nivelul nervurii principale.

Dezvoltarea adițională a sclerenchimului fascicular în dauna colenchimului, în special la nivelul pețiolului, poate fi observată la *Plantago argentea*, *Plantago schwarzenbergiana*, *Plantago maxima*, *Plantago cornuti*, *Plantago coronopus*.

## BIBLIOGRAFIE

1. AFIFI M.S.A., AMER M.M.A., ZAGHLOUL A.M., AHMAD M.M., KINGHORN A.D., ZAGHLOUL M.G., 2001, *Chemical constituents of Plantago squarrosa*. Mansoura J. Pharm. Sci., 17 (1), 65-84.
2. ANDARY C., MOTTE-FLORAC M.E., GARGADENNEC A., WYLDE R., HEITZ A., 1988, *Les esters cafeiques du genre Plantago. Identification et valeur chimiotaxinomique*. Plant. Med. Phylother., 22, 17-22.
3. ANDREI M., PARASCHIVOIU R. M., 2003, *Microtehnică botanică*, Ed. Niculescu.
4. ANDRZEJEWSKA-GOLEC E, 1992a. *Hair morphology in Plantago sect. Coronopus (Plantaginaceae)*. Pl Syst Evol 179: 107-113.
5. ANDRZEJEWSKA-GOLEC E, 1992b. *Ontogeny of trichomes in taxa of genus Plantago L. subgenus Plantago*. Acta Soc Bot Pol 60: 249-258
6. BAAS R., KUIPER D., 1989, *Effects of vesicular-arbuscular mycorrhizal infection and phosphate on Plantago major ssp. pleiosperma in relation to internal cytokinin concentrations*. Physiol. Plant., 76, 211-215.
7. BADR A, LABANI R, ELKINGTON TT., 1987. *Nuclear DNA variation in relation to cytological features of some species in the genus Plantago L.* Cytologia 52: 733- 737.
8. BARNEOUD F. M., 1845, *Monographie generale de la familie des Plantaginaceae*. Paris, 52 p.
9. BARTHLOTT W, 1981. *Epidermal and seed surface characters of plants: Systematic applicability and some evolutionary aspects*. Nord J Bot 1: 345-355.
10. BLACQUIERE T., E. VOORTMAN & I. STULEN, 1988, *Ammonium and nitrate nutrition in Plantago lanceolata L. and Plantago major L. ssp. major. III – Nitrogen metabolism*. Plant Soil, 106, 23-34.
11. BLASZKOWSKI J., C. RENKER, F. BUSCOT, 2006, *Glomus drummondii and G. walkeri, two new species of arbuscular mycorrhizal fungi (Glomeromycota)*. Mycol. Res., 110, 555-566.
12. BOWERS M.D., N.E. STAMP, 1993, *Effects of plant age, genotype and herbivory on Plantago performance and chemistry*. Ecology, 74, 1778-1791.
13. BRAUTIGAM M., G. FRANZ, 1985, *Versuche zur Gewebekultur von schleimbildenden pflanzlichen Geweben*. Sci. Pharm., 53, 237-246.

14. BUDZIANOWSKA A., L. SKRZYPCZAK, J. BUDZIANOWSKI, 2004, *Phenylethanoid glucosides from in vitro propagated plants and callus cultures of Plantago lanceolata*, *Planta Med.*, 70, 834-840.
15. BYRNE K., D.T MITCHELL, 2004, *Responses of mycorrhizal and non-mycorrhizal Erica cinerea and Vaccinium macrocarpon to Glomus mosseae*. *Mycorrhiza*, 14, 31-36.
16. CHANG I.M., 1997, *Antiviral activity of aucubin against hepatitis B virus replication*. *Phylother. Res.*, 11, 189-192.
17. CHIANG L.C., CHIANG W., CHANG M.Y., NG L.T., LIN C.C., 2002, *Antiviral activity of Plantago major extracts and related compounds in vitro*, *Antiviral Research* 55, 53-62.
18. CLAUSS M.J., D.L. VENABLE, 2000, *Seed germination in desert annuals: an empirical test of adaptive bet hedging*. *Am. Nat.*, 155, 168-186.
19. CUTLER DF, BOTHA T., BOTHA CEJ, STEVENSON DW, 2008, *Plant anatomy: an applied approach*, Wiley-Blackwell.
20. DARWIN C., FREDERICK BURKHARDT F., 2000, *The Correspondence of Charles Darwin*, Cambridge University Press
21. DE CASTAGNO A.S., 1970, *Presence of antibiotics in Plantago paralias*. *Rev. Farm. (Argentina)*, 112, 111-115.
22. DE NOOIJ M.P., J.H. MOOK, 1992, *Interactions with organisms other than plants* In: *Plantago: a multidisciplinary study*. P.J.C. Kuiper & M. Bos (eds.), *Ecological Studies*, 89, Springer-Verlag, Paris, 52-68.
23. DEBRAUWER L., C. MAILLARD, A. BABADJAMIAN, E. VIDALOLLIVIER, M. LAGET, G. SALMONA & Z. AFZAL-RAFFI, 1989. *Study in the chemical constituents of Plantago cynops L. and antibacterial evaluation of verbascoside*. *Pharm. Acta Helv.*, 64, 183-187.
24. DECAISNE J., 1852, *Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis*
25. DEN HERTOOG J., I. STULEN, F. FONSECA, P. DELEA, 1996, *Modulation of carbon and nitrogen allocation in Urtica dioica and Plantago major by elevated CO<sub>2</sub>: impact of accumulation of nonstructural carbohydrates and ontogenic drift*. *Physiol. Plant.*, 98, 77-88.
26. DICKISON, W.C., 2000, *Integrative plant anatomy*, Academic Press.
27. FERRON E, COUDRET A., GAUDILLERE J.P., 1977, *Effet de la salinite du milieu de culture sur les voies de carboxylation d'une halophyte (Plantago maritima L. var. graminea) et d'une glycophyte (Plantago lanceolata L.)*. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 285, 323-326 .

28. FLANAGAN L.B., JEFFERIES R.L., 1989, *Photosynthetic and stomatal responses of the halophyte Plantago maritima L. to fluctuations in salinity*. Plant Cell Environ., 12, 559-568.
29. FONS F, GARGADENNEC A, RAPIOR S, 2008, *Culture of Plantago species as bioactive components resources: a 20year review and recent applications*, Acta Bot. Gallicai, 155 (2), 277-300.
30. GALVEZ M., C. MARTIN-CORDERO, M. LOPEZ-LAZARO, F. CORTES, M.J. AYUSO, 2003, *Cytotoxic effect of Plantago spp. on cancer cell lines*. J. Ethnopharmacol., 88, 125-130.
31. GRUBESIC J. G., VLADIMIR-KNJEZEVIC R., 2004. *Biologically active compounds of Plantago species*. Farm. Glas., 60, 79-89.
32. Hale ML & Wolff K, 2003, *Polymorphic microsatellite loci in Plantago lanceolata*, Molecular Ecology Notes, Volume 3 Issue 1, Pages 134 – 135.
33. HAMMAD I., 2002, *Genetic Differentiation and Phenotypic Plasticity I. Responses in Three Plantago lanceolata L. Populations upon Changes in Mineral Supply*, Pakistan Journal of Biological Sciences 5 (1): 12-18.
34. HAMOUD MA, BADR A, BADR S, ELKINGTON TT, 1993. *Variation in 4C DNA content as related to cytological features of some species of Plantago L.* Taeckholmia 14: 79-92.
35. HANDJIEVA N., SAADI H., 1991, *Iridoid glucosides from Plantago altissima L., Plantago lanceolata L., Plantago atrata Hoppe and Plantago argentea Chaix*. Z. Naturlorsch., Teil C, 46, 963-965.
36. HARVEY D.M.R., 1989, *Salinity tolerance in Plantago species: an ultrastructural and X-ray microanalytical investigation of differences in ion transport in the roots*. Scanning Microsc., 3, 527-533.
37. HAZNAGY A., 1970, *Recent results with plantaginis folium (Plantain leaves)*. Herba Hung., 9, 57-63.
38. HAZNAGY A., Toth G., Bula E., 1976, *Apigenin-7-Omonoglucosid im Kraut von Plantago lanceolata*. Pharmazie, 31, 482-483.
39. HOSNY A., WALY NM, 2001. *Plantaginaceae in the flora of Egypt I, systematic revision of the indigenous taxa*. Taeckholmia 21: 239-255.
40. IANOVICI N., 2009, *Morphoanatomical researches on Plantago species from România*, teză de doctorat, Universitatea din București.
41. JEFFERIES RL., RUDMIK L., DILLON E.M., 1979, *Responses of halophytes to high salinities and low water potentials*. Plant Physiol., 64, 989-994.
42. KAMEL WM, 2003. *Plantaginaceae in the flora of Egypt: 2. Taxonomic significance of seed characters*. Taeckholmia 23: 97-110.

43. KAMEOKA H., WANG C.P., YOKOYAMA K., 1979, *Constituents of the essential oil from Plantago asiatica L.* Yakugaku Zasshi, 99, 95-97.
44. KANBI V.H., CHAKRABORTY M.K., 1990, *Biochemical changes in developing seeds of isabgol (Plantago ovata Forsk).* Indian J. Plant Physiol., 33, 286-293.
45. KLIRONOMOS J.N., MOUTOGLIS P., 1999, *Colonization of nonmycorrhizal plants by mycorrhizal neighbours as influenced by the collembolan, Folsomia candida.* Biol Fertil. Soils, 29, 277-281.
46. KONIGSHOFER H., 1983, *Changes in ion composition and hexitol content of different Plantago species under the influence of salt stress.* Plant Soil, 72, 289-296.
47. KOYRO H.W., 2006, *Effect of salinity on growth, photosynthesis, water relations and solute composition of the potential cash crop halophyte Plantago coronopus (L.).* Environ. Exp. Bot., 56,136-146.
48. KRASNOV M.S., MARGASYUK D.V., YAMSKOV I. A., YAMSKOVA V. P., 2003, *Effect of extremely low doses of the novel regulatory proteins obtained from plants.* Radiatsionnaya Biologiya, Radioekologiya, 43, 269-272.
49. LACEY E.P., HERR D., 2000, *Parental effects in Plantago lanceolata L. III - Measuring parental temperature effects in the field.* Evolution, 54,1207-1217.
50. LI Y., LI P., 2005, *Method for culturing Plantago major by inducing adventitious buds.* Patent written in Chinese CN 1685811, 9 p.
51. LONG C., MOULIS C., STANISLAS E., FOURASTE I., 1995, *Aucuboside and catalpol in Plantago lanceolata L., Plantago major L. and Plantago media L. leaves.* J. Pharm. Belg., 50, 484-488.
52. MARCHESAN M., HOSE S., PAPER D.H., FRANZ G., 1998, *New investigations of antiinflammatory activity of Plantago lanceolata extract.* Dtsch. Apoth.-Ztg., 138, 2987-2992.
53. MATHUR J., MUKUNTHAKUMAR S., GUPTA S.N., MATHUR S.N., 1991, *Growth and morphogenesis of plant tissue cultures under mineral-oil.* Plant Sci., 74, 249254.
54. MATSU K., NOGUCHI J., 1989. *Karyotype analysis of several Plantago species in Japan with special reference to the taxonomic status of Plantago japonica.* J Phytogeogr Taxon 37: 27-35.
55. METCALFE, C.R., CHALK, L., 1950. *Anatomy of the Dicotyledons*, vol.2, Oxford University Press, Oxford
56. MICHAELSEN T.E., GILJE A., SAMUELSEN A.B., HOGASEN K., PAULSEN B.S., 2000, *Interaction between human complement and a*



- pectin type polysaccharide fraction, PMII, from the leaves of Plantago major L.* Scand. J. Immunol., 52, 483-490.
57. MISRA RC, 1964a, *Ovule in Plantago*. Curr Sci 33: 438-439.
  58. MISRA RC, 1964b: *Development and structure of angiosperm seed*. 111. *Plantago L.* Bull Natn Bot Gdn (105).
  59. NEWMAN E.1., ROVIRA A.D., 1975, *Allelopathy among some British grassland species*. J. Ecol., 63, 727-737.
  60. PARK K.S., CHANG I.M., 2004, *Anti-inflammatory activity of aucubin by inhibition of tumor necrosis factor alpha production in RAW 264.7 cells*. Planta Med., 70, 778-779.
  61. PEYROUX J., MEHRI M.H., PLAT M., ROSSIGNOL P., VELETTE G., 1972, *Plantago arenaria Waldst. & Kit. Isolation of narcotin and a new alkaloid arenaine*. Ann.Pharm. Fr., 30, 51-54.
  62. PILGER R, 1937. *Plantaginaceae* In: Engler A (ed.) Das Pflanzenreich. Berlin: Engelmann Verlag, pp. 1-466.
  63. PRABHAKAR M., 2004, *Structure, Delimitation, Nomenclature and Classification of Stomata*, Acta Botanica Sinica, 46 (2): 242-252.
  64. PRAMANIK S., SEN-RAYCHAUDHURI S, 1997. *DNA content, chromosome composition, and isozyme patterns in Plantago L.* Bot Rev 63: 124-139.
  65. RAHN K., 1978. *Nomenclatorial changes within the genus Plantago L., Infraspecific Taxa and subdivisions of the genus*. Bot Tidsskrift 73: 106-111.
  66. RAVN H., NISHIBE S., SASAHARA M., XUEBO L., 1990. *Phenolic compounds from Plantago asiatica*. Phytochemistry, 29, 3627-3631.
  67. REYNOLDS H.L., HARTLEY A.E., VOGELSANG K.M., BEVER J.D., SCHULTZ P.A., 2005, *Arbuscular mycorrhizal fungi do not enhance nitrogen acquisition and growth of oldfield perennials under low nitrogen supply in glasshouse culture*. New Phytol., 167, 869-880.
  68. REZK MR, 1987. *Variation in seed coat microsculpture in five species of Plantago*. Alex Sci Exch 8: 57-71.
  69. ROACH DA, RIDLEY CE, DUDYCHA JL, 2009, *Longitudinal analysis of Plantago: age-by-environment interactions reveal aging*, Ecology, 90(6), 1427–1433.
  70. ROESTI D., LNEICHEN K., BRAISSANT O., REDECKER D., WIEMKEN A., ARAGNO M., 2005, *Bacteria associated with spores of the arbuscular mycorrhizal fungi Glomus geosporum and Glomus constrictum*. Appl. Environ. Microbiol., 71, 6673-6679.



71. RØNSTED N., FRANZYK H., MØLGAARD P., JAROSZEWSKI J. W., JENSEN S. R., 2003, *Chemotaxonomy and evolution of Plantago L.*, *Plant Syst. Evol.* 242: 63–82.
72. SAMUELSEN A.B., PAULSEN B.S., WOLD J.K., OTSUKA H., YAMADA H., ESPEVIK T., 1995, *Isolation and partial characterization of biologically active polysaccharides from Plantago major L.* *Phytother. Res.*, 9, 211–218.
73. SAMUELSEN A.B., 2000, *The traditional uses, chemical constituents, and biological activities of Plantago major. A review.* *J. Ethnopharmacol.*, 71, 1–21.
74. SANDERSON M.A., ELWINGER G.F., 2000, *Seedling development of chicory and plantain.* *Agron. J.*, 92, 69–74.
75. SHEHATA A.A., 2006, *On the Taxonomy of Plantaginaceae Juss. Sensu Lato: evidence from SEM of the Seed Coat*, *Turk J Bot*, 30, 71–84.
76. STADDON P.L., FITTER A.H., GRAVES J.D., 1999, *Effect of elevated atmospheric CO<sub>2</sub> on mycorrhizal colonization, external mycorrhizal hyphal production and phosphorus inflow in Plantago lanceolata and Trifolium repens in association with arbuscular mycorrhizal fungus Glomus mosseae.* *Global Change Biol.*, 5, 347–358.
77. TAMURA Y., NISHIBE S., 2002, *Changes in the concentrations of bioactive compounds in plantain leaves.* *J. Agric. Food Chem.*, 50, 2514–8.
78. TASKOVA R., EVSTATIEVA L., HANDJIEVA N., POPOV S., 2002, *Iridoid patterns of genus Plantago L. and their systematic significance.* *Z. Naturforsch., C, J. Biosci.*, 57, 42–50.
79. TONNEIJCK A.E.G., FRANZARING J., BROUWER G., METSELAAR K., DUECK T.A., 2004, *Does interspecific competition alter effects of early season ozone exposure on plants from wet grasslands? Results of a three-year experiment in open-top chambers.* *Environ. Pollut.*, 131, 205–213.
80. TSIPLIANOVSKY A.M. 1996, *Genetic - demographic simulation model of populations Plantago major.* M.Sc. Dissertation. Pushchino State University, 80 p.
81. VAN DAMME J.M.M., HUNDSCHIED M.P.J., IVANOVIC S., KOELEWIJN H.P., 2004, *Multiple CMS–restorer gene polymorphism in gynodioecious Plantago coronopus*, *Heredity* 93, 175–181.
82. VAN DIJK, H, WOLFF, K, DE VRIES, A. 1988. *Genetic variability in Plantago species in relation to their ecology. Part 3. Genetic structure of populations of P. major, P. lanceolata and P. coronopus.* *Theor Appl Genet*, 75, 518–528.

83. VELASCO-LEZAMA R., TAPIA-AGUILARA R., ROMANRAMOS R., VEGA-AVILA E., PEREZ-GUTIERREZ M.S., 2006, *Effect of Plantago major on cell proliferation in vitro*. J. Ethnopharmacol., 103, 36-42.
84. VERHAGEN F.J.M., LAANBROEK H.J., WOLDENDORP J.W., 1995, *Competition for ammonium between plant roots and nitrifying and heterotrophic bacteria and the effects of protozoan grazing*. Plant Soil, 170, 241-250.
85. WESTERHOF W., DAS P.K., MIDDELKOOP E., VERSCHOOR J., STOREY L., REGNIER C., 2001, *Mucopolysaccharides from psyllium involved in wound healing*. Drugs Exp. Clin. Res., 27,165-175.
86. WHITFIELD C.P., DAVISON AW., ASHENDEN TW., 1997, *Artificial selection and heritability of ozone resistance in two populations of Plantago major*. New Phytol., 137, 645-655.
87. ZHENG YB., LYONS T., OLLERENSHAW J.H., BARNES J.D., 2000, *Ascorbate in the leaf apoplast is a factor mediating ozone resistance in Plantago major*. Plant Physiol. Biochem., 38, 403-411.

## *IV. Biologia în școală*

### **PLEDOARIE PENTRU PREDAREA – ÎNVAȚAREA BIOLOGIEI**

**Georgeta MIHAILĂ\*, Naela COSTICA\*\***

**Abstract:** *The present paper presents arguments for biology teachers in promoting importance of their field of study, as well as for developing interdisciplinary teaching initiatives centred on Biology, in area of science.*

**Key words:** *Biology teaching, interdisciplinary teaching.*

Probleme ale lumii contemporane, precum: schimbările climatice, reducerea biodiversității, creșterea nivelului de poluare, globalizarea, inechitățile sociale, sărăcia sunt, în egală măsură, provocări și pentru sistemele de învățământ.

În fața acestor probleme, soluțiile țin de restructurarea/reorientarea sistemelor de învățământ spre noi tipuri de educație, între care educația pentru dezvoltare durabilă, care, în ciuda numeroaselor controverse, este una dintre cele mai constructive. Acest concept a fost fundamentat pornind de la premisa că sistemele biologice sunt cele care susțin sistemele socio-economice. În acest context, profesorii de biologie, care cunosc principiile de funcționare și particularitățile viului la nivel individual și supraindividual, ar trebui să fie nuclee de gândire în abordarea metodică a conceptelor aferente dezvoltării durabile. În mod cert, este nevoie să dezvoltăm la elevi noi sisteme de gândire și comportamente, fundamentate pe abordări interdisciplinare, astfel încât să facem loc la interpretări integratoare ale cunoștințelor funcționale care să ducă la soluții și luare de decizii eco-conștientizate.

Implementarea educației pentru dezvoltare durabilă este o responsabilitate dificilă deoarece conceptul este complex și relativ extins, nu poate fi atins decât pe termen lung, presupune activități de învățare

---

\* Prof.gr.I Inspectoratul Școlar al Județului Iași

\*\* Conf. univ. dr., Facultatea de Biologie, Universitatea “Alexandru Ioan Cuza” Iași

reflexive, iar școlile nu se pot adresa multitudinii de fațete ale dezvoltării durabile. Totuși, aceste bariere odată conștientizate, incită la identificare de strategii de depășire, la acțiuni concertate din partea tuturor factorilor responsabili.

Pe de altă parte, globalizarea culturală produce un nou tip de generație socială (EDMUNDS & TURNER, 2005), cu un alt tip de conștiință generațională, care dezvoltată în era informațională, manifestă un alt sistem de valori, o altă orientare în muncă și societate. Aceste tendințe și orientări le constatăm atât la elevii noștri, cât și la noile generații de cadre didactice pe care (unii dintre noi) le ghidăm în viața profesională. Deși profesia didactică este una caracterizată prin altruism, vocație, dăruire, totuși, în ultima vreme tinerii absolvenți ai universităților de profil o privesc cu incertitudine și, mai mult, ca o ocupație temporară, manifestând cu puncte de vedere mai puțin pozitive privind perspectiva individuală profesională și socio-economică.

Fără exagerări privind uniformitatea acestor efecte generaționale (DONNISON, 2009), considerațiile de mai sus ne determină să privim cu mai multă atenție particularitățile noilor generații și să găsim soluții flexibile, pârghii motivaționale și direcții de orientare în muncă relevante pentru a putea contribui la menținerea valorilor caracteristice profesiei didactice.

Conștientizăm cu toții că predarea este o practică de îmbunătățire a naturii umane; în această practică, principala problemă este că orice rezultat depinde și de caracteristicile și implicarea beneficiarilor direcți ai instruirii - elevii. Dificultățile cu care sunt confrunțați, îi determină pe profesori să depună eforturi mari pentru a motiva elevii să învețe și, chiar în aceasta situație, rezultatele nu pot fi, în mod cert, unele foarte bune.

Ca și doctorii, avocații ori arhitecții, profesorii trebuie să atingă măiestria în cunoașterea specialității pentru a-și putea exercita eficient profesia, dar acest lucru nu este suficient; ei nu sunt doar simpli deținători ai cunoștințelor, ei sunt oamenii care transmit cunoștințele beneficiarilor instruirii. Aici apar diferențe între profesori și alte categorii profesionale. Cei mai mulți profesioniști utilizează cunoștințele pentru a-și ajuta clienții să rezolve anumite probleme, dar ei nu dezvoltă la cei cu care lucrează capacitatea de a folosi acele cunoștințe autonom, în viitor; ei își folosesc expertiza, dar fără a-și dezvălui secretele meseriei.

Profesorul se pune în situația de a-și diminua propriul statut și putere, de a se demitiza pentru a mări capacitatea și independența elevilor săi. Aici este noblețe, dăruire, altruism...

Constatăm că, în lumea întreagă, profesia didactică este pusă în fața unui parcurs dinamic (OECD, 2005), de creștere a complexității ceea ce, în mod cert, presupune o serie de intervenții pe direcții prioritare.

Profesorii se cer a fi asistați, sprijiniți, în planul formării profesionale continue pentru a face față acestor provocări. Oportunitățile de dezvoltare profesională continuă sunt multiple, însă de cele mai multe ori, poartă amprenta străduințelor personale, adesea necorelate fluent în planuri ori proiecte încheiate la nivel instituțional. Profesorul este cea mai valoroasă resursă a școlii, de competența fiecăruia și a tuturor în ansamblu depinde, în mare parte, succesul/supraviețuirea instituției pe o piață educațională ce va deveni din ce în ce mai concurențială. Cursa pentru calitate, nu doar în temeni declarativi, va deveni una reală pe termen mediu și lung, iar investiția în resursa umană va fi una dintre cele mai durabile soluții.

Înainte de a fi matematicieni, geologi, geografi, chimiști, informaticieni sau orice altceva, înainte de a fi ființe sociale, suntem ființe inteligente, care în mod evident, avem atributele viului; suntem ființe care trebuie să se cunoască în privința structurilor și mecanismelor prin care își asigură supraviețuirea și performanțele; suntem ființe care ne integrăm într-un mediu, în care interrelaționăm cu factori lipsiți de viață și cu alte ființe vii, care trebuie să cunoască beneficiile și amenințările care ne vin din partea mediului înconjurător, precum și modalitățile prin care afectăm calitatea mediului.

Oare, nu cumva ar trebui să începem printr-un exercițiu bazal de autocunoaștere? Și nu cumva biologia, știința vieții, este cea cu care ar trebui să începem cunoașterea eului și a interrelațiilor acestuia cu mediul înconjurător? Sper să fiți de acord cu mine, că acesta ar trebui să fie startul.

Și aceasta nu este tot. Lumea vie în ansamblul său, oferă resursele de supraviețuire și confort pentru ființa umană. De unde provine hrana zilnică, care este sursa primară a resurselor materiale de care noi suntem adesea dependenți? nu utilizăm, chiar preferăm îmbrăcăminte și accesorii din materii prime naturale? și nu cumva toate acestea provin din resurse naturale, din resurse ale biodiversității? Numeroasele industrii (textilă, alimentară, farmaceutică) producătoare de bunuri de consum folosesc resursele viului, pe care le prelucrează pentru a oferi produse finite de folosință indispensabilă ființei umane. Construcții civile sau industriale, amenajări urbane sau rurale în folosul comunităților umane se realizează agresând suportul material al vieții și biodiversitatea în sine. Nu cumva ar trebui să existe un echilibru între exploatarea resurselor și capacitatea sistemelor biologice de a suporta această exploatare? Și aici, biologia ne poate învăța să avem limite, să integrăm viul în economic și social.

Omul folosește cu prisosință resursele viului, însă returnează în mediu o multitudine de deșeuri și poluanți care, în mod evident, afectează în mod negativ calitatea mediului abiotic și biotic și implicit, au impact negativ multiplicat asupra aceluiași om, care a generat consumul de resurse. Omul este generator și direct responsabil pentru dezechilibrele din natură, pentru schimbările climatice, deșertificare, reducerea biodiversității, reducerea stratului de ozon, inundații, catastrofe ecologice, etc. În acest tablou apocaliptic, în care tot el – omul – se simte neputincios, oare alfabetizarea ecologică nu ar fi una dintre soluții? Nu cumva ar trebui să-l înarmăm pe viitorul adult cu conștiință ecocivică, cu responsabilitate, cu un sistem de valori asociate protecției viului, cu capacitate de a lua decizii ecoconștientizate, cu părgiile comportamentale și atitudinale fundamentate pe cunoașterea interrelațiilor dintre viu și neviu? Și nu cumva acesta este rolul predării-învățării disciplinelor biologice în școală ?

Evadând din stresul cotidian și din climatul caracteristic aglomerărilor urbane, ne întoarcem din ce în ce mai frecvent în natură unde găsim relaxarea, oaza de liniște atât de necesară. Și marii artiști, tot în mijlocul naturii, au găsit surse perene de inspirație. Multe dintre marile descoperiri în domeniul tehnicii și-au găsit modele tot în lumea viului.

Ce oferă omul contemporan, în schimb, naturii? Gaze toxice, deșeuri solide, zgomot, praf? Mult invocată educație ecologică este ceea ce adesea lipsește. Însă și aceasta, tot prin învățarea științelor biologice se fundamentează, însă prin strategii activizante, de tip participativ, astfel încât etapele necesare care duc de la cunoaștere, la conștientizare, la acțiune și fundamentare de schimbări comportamentale să fie temeinic parcurse, astfel încât parcursul în învățarea biologiei să fie unul formativ și nu informativ-reproductiv.

Cunoașterea în domeniul biologiei a avansat spectaculos în ultimele decenii, încât exporarea viului a atins nivelul cunoașterii moleculare, cu extrem de multe aplicații tehnologice. Biotehnologiile moderne, intervențiile ingineresti asupra materialului biologic reprezintă unul dintre domeniile de mare actualitate al biologiei moderne și care, în egală măsură, oferă oportunități pentru dezvoltarea carierei multor specialiști, dar și un teren expus diferitelor interpretări și controverse de ordin bioetic.

Ființa umană este integrată într-o complicată rețea de relații cu forme de manifestare a viului, precum și cu mediul abiotic, într-o rețea de relații economice și sociale. Pentru a da relevanță învățării, predarea nu trebuie făcută abstract, ci trebuie centrată pe realități și probleme, spre identificare de soluții. În acest context, sunt din ce în ce mai relevante abordările interdisciplinare, ceea ce presupune integrarea de conținuturi pentru a

răspunde unor obiective comune. Educația ecologică, devenită, în mod firesc, educație pentru dezvoltarea durabilă este unul dintre câmpurile educaționale extrem de propice pentru abordări interdisciplinare. Profesorii de biologie pot iniția colaborări inter și transdisciplinare, având ca punct de pornire sistemul biologic, dezvoltând apoi, analiza interrelațiilor și condiționărilor cu alte categorii de sisteme.

Teme, concepte, informații, exemple din domeniul biologiei pot fi utilizate ca bază în aplicațiile matematicii, ca sursă de inspirație pentru discipline din sfera vocațională, ca studii de caz pentru mecanisme din fizică sau chimie, ca subiect pentru disciplinele de educație civică, ca sursă și resursă pentru disciplinele tehnologice. Cu alte cuvinte, cum viața se găsește în tot și în toate, biologia poate fi arena de lucru pentru diferite alte discipline.

Lumea în ansamblul său, societatea și natura, speciile, mediul sunt în evoluție, în devenire. Pentru a înțelege încotro ne îndreptăm avem nevoie de cunoaștere, fundamentată prin științe, între care științele naturii, respectiv biologia au un rol important. Nu prin fragmentare, eliminare și simplificare vom înțelege lumea, ci prin abordări integrate, unitare, corelate, interrelaționate. La toate acestea vă invit dragi colegi și elevi, la un demers conștient și responsabil, în cunoașterea viului, acela de a transmite cât mai mult din forța noastră de „a ști”, dar mai ales din aceea „de a face”, pentru a asigura **devenirea** viitorilor cetățeni responsabili, pentru a contribui la menținerea și perpetuarea vieții pe pământ.

## **BIBLIOGRAFIE**

1. EDMUNDS, J. AND TURNER, B. S. 2005. Global generations: social change in the twentieth century. *The British Journal of Sociology*, 56: 559–577.
2. SHARN DONNISON 2009. Discourses in conflict: The relationship between Gen Y pre-service teachers, digital technologies and lifelong learning. *Australasian Journal of Educational Technology*, 25 (3): 336-350.

# UN POSIBIL CADRU DE DEZVOLTARE PROFESIONALĂ PENTRU PROFESORII DE BIOLOGIE: PROIECTUL INTERNATIONAL “MANAGEMENTUL INTERCULTURAL ȘI DE MEDIU AL ȘCOLILOR” (3EMI)

Naela COSTICA\*, Anisoara STRATU\*\*, Mihai COSTICA\*\*

**Abstract:** *This paper aims to present the objectives, approaches and the impact of implementing the "Intercultural and Environmental Management of Schools" (3EMI) international project, addressing teachers and academic community in Romania.*

**Key words:** *education for sustainable development, intercultural management, school management, pre-university education.*

Probleme grave ale omenirii, precum schimbările climatice, supraexploatarea resurselor naturale, reducerea rezervelor energetice, poluarea, sărăcia, globalizarea impun modificări radicale la nivelul societății prin implicarea tuturor factorilor responsabili: cetățeni, autorități, organisme naționale și internaționale, instituții. În acest context, este nevoie de schimbări rapide spre o nouă formă de societate (ELAMÉ, 2004; WALDEN, 2004), este necesar să ne modificăm stilul de viață, astfel încât să contribuim la perpetuarea vieții pe pământ.

Singura alternativă în fața provocărilor lumii contemporane este dezvoltarea durabilă (sustenabilă), adică acel tip de dezvoltare în care se răspunde nevoilor prezentului, fără a periclita capacitatea generațiilor viitoare de a-și satisface propriile nevoi (RAPORTUL BRUDTLAND, 1987). Scopul dezvoltării durabile este de a asigura dezvoltarea economică compatibilă cu echitatea socială și responsabilitatea față de mediu (RAPORTUL BRUDTLAND, 1987). Ca urmare, dezvoltarea durabilă se sprijină pe 3 piloni: societate, economie și mediu.

---

\* Conf. univ. dr., Facultatea de Biologie, Universitatea “Alexandru Ioan Cuza” Iași

\*\* Lector univ.dr. Facultatea de Biologie, Universitatea “Alexandru Ioan Cuza” Iași



Evoluții recente în sfera conceptuală indică faptul că dezvoltarea durabilă, pentru a-și atinge țintele, ar trebui să ia în considerare și interculturalitatea. Termenul de intercultură este definit ca fiind un proces dinamic eco-socio-cultural care țintește spre promovarea armoniei interetnice, astfel încât oamenii să devină conștienți de diferențele culturale și biologice adânc înrădăcinate în practicile sociale, economice și ecologice. Intercultura implică dezvoltarea de legături între diferite culturi; recunoașterea identităților conduce spre crearea unei identități colective.

Dialogul necesar implementării dezvoltării durabile la nivel local / global reclamă competențe culturale și interculturale, care se bazează pe: egalitate interculturală, solidaritate interculturală, responsabilitate interculturală (ELAMÉ, 2004), autonomie interculturală și interdependență interculturală. Fără aceste principii și valori este imposibil să se dezvolte canale de dialog bi- sau multidirecționale. Aceste valori și principii sunt necesare pentru a consolida orice proces de comunicare interculturală, bazat pe o perspectivă a dezvoltării extrem de dinamică.

Din perspectiva implementării dezvoltării durabile, sistemele de educație reprezintă factori de bază în măsură să faciliteze conștientizarea cu privire la nevoia omenirii de a adopta modele și stiluri de viață mai durabile. Instituțiile de învățământ ar trebui să pună în practică sisteme de management orientate pe probleme de mediu, devenind spațiul în care elevii să implementeze proceduri adecvate de economisire a energiei, de reducere a consumului de apă, de separare selectivă a deșeurilor, de promovare a toleranței etnice etc. În școli, elevii ar trebui să deprindă comportamente eco-conștiente pentru a deveni cetățeni responsabili.

În consecință, sunt necesare proceduri de (1) *realizare a unui nou model de școală eco-eficientă, cu scopul de a face din dezvoltarea durabilă interculturală conceptul-cheie al procesului instructiv-educativ*; (2) *implementare a unor sisteme de management de mediu „personalizate”*, pentru a integra într-un mod coerent și eficient din punct de vedere economic aspectele ecologice ale principalelor activități din școală; (3) *oferire de sprijin școlilor* pentru a duce la îndeplinire inițiativele care promovează dezvoltarea durabilă.

Implementarea managementului de mediu în școli nu modelează doar comportamentul angajaților, ci și comportamentul elevilor și părinților. Învățarea într-un context în care energia și apa sunt economisite, iar colectarea separată a deșeurilor și achizițiile ecologice sunt o realitate îi va face pe elevi să creadă că ei pot avea comportamente de consum în concordanță cu țintele dezvoltării durabile.

În managementul școlar, factorul uman joacă un rol important. Este nevoie de manageri care să fie și lideri (GOLEMAN și colab., 2002), care pot decide și negocia schimbarea (MARIANI, 2004), acea schimbare care țintește la implementarea dezvoltării durabile. Ar fi nevoie de o nouă formă de management școlar (QUALINO și colab., 2004) pentru a aduce inovații în spațiul școlii. Acesta este raționamentul de la care a fost fundamentat proiectul internațional “**Managementul intercultural și de mediu al școlilor**” 3EMI, care prin intermediul unui masterat profesional își propune să formeze manageri pentru instituții de învățământ preuniversitar, capabili să instrumenteze proceduri eco-manageriale inovative.

3EMI este acronimul pentru *Expérimentation du Management Interculturel et Environnemental dans les Etablissement scolaires*, un proiect european promovat de Universitatea Cà Foscari din Venetia, cofinanțat de Comisia Europeană ca parte a Lifelong Learning Programme, LLP. Scopul acestui proiect este să creeze un model de învățare on-line pe tema leadership-ului educațional, capabil să promoveze managementul intercultural și eco-managementul în școli.

Parteneri în proiectul 3EMI sunt: Youth Centre din Haskovo (BG), Universitatea din Malta (MT), KCDKO – Centrul de administrație și management din Cracovia (PL), Centro de Formação dr. Rui Grácio (PT), Fundația Filocalia (RO) și Çankiri National Education Directorate (TK). Cursul se adresează în mod special managerilor de școli și profesorilor.

3EMI constă în 789 de ore de curs de masterat - nivelul I - despre managementul intercultural și eco-management, în care sunt implicați 166 de manageri de școală și profesori din Italia (64 participanți), Portugalia (27 participanți), Malta (30 participanți), România (17 participanți) și Bulgaria (28 participanți).

Tematica instruirii este structurată pe 4 unități de învățare, fiecare cu mai multe module. Modulele sunt alcătuite din cursuri având caracter teoretic și seminarii/activități de laborator, cu caracter practic - aplicativ. Fiecărei unități de învățare, respectiv modul și temă, îi sunt asociate obiectivele de urmărit și abilitățile ce se doresc a fi formate cursanților.

Conținuturile instruirii urmăresc introducerea treptată și aprofundarea tematicii, atât din punct de vedere teoretic, cât mai ales din punct de vedere aplicativ.

Se pornește de la analiza conceptului de dezvoltare durabilă, cu prezentarea evoluției acestui concept, a documentelor internaționale programatice care au delimitat această evoluție, precum și a punctelor tari și a punctelor slabe ale conceptului; sunt prezentați pilonii dezvoltării durabile și se insistă pe dimensiunea inter-culturală a acesteia. Ulterior sunt detaliate

aspecte legate de participarea cetățenilor la politicile și practicile de dezvoltare durabilă, trecându-se spre analiza modului în care dezvoltarea durabilă este reflectată în politicile naționale, locale și ale școlii, respectiv a modului în care se acționează prin intermediul Agendei 21 (națională, locală și la nivel de școală).

Este analizat managementul de mediu, precum și modalitățile prin care responsabilitatea socială corporativă poate fi integrată în managementul școlar. Se insistă asupra conceptului de eco - responsabilitate și asupra instrumentelor de implementare a acestuia, respectiv balanța sustenabilității, bugetul participativ și sistemele de management de mediu.

Deosebit de interesantă este analiza aplicabilității standardelor de calitate a mediului la contextul școlar, cu referire la utilizarea durabilă a energiei în școli și la mobilitatea școlară sustenabilă (deplasarea cu mijloace de transport care poluează puțin mediul). Coduri comportamentale și de bune practici, precum și elaborarea planurilor de acțiune pentru economisirea energiei în context școlar reprezintă aspecte aplicative relevante pentru aspectele teoretice detaliate în cadrul acestei teme.

O atenție deosebită este acordată descrierii managementului intercultural și explorării posibilităților de aplicare a acestuia în context școlar. Sunt detaliați termenii operaționali necesari, precum: comunicare interculturală, mediere interculturală, tehnici de management intercultural, managementul schimbării, lucru în echipă etc.

Spre final, deosebit de relevantă este partea aplicativă, care invită la alcătuirea unei Agende locale 21 la nivel de școală și, mai ales, la dezvoltarea și experimentarea unor modele și metode inovative de management de mediu și intercultural în școli, aceasta din urmă fiind și tematica proiectului de absolvire a masterului.

Pe tot parcursul derulării instruirii s-a putut remarca importanța și valoarea dată aplicațiilor practice de laborator. Prin modul în care acestea sunt concepute, studenții sunt în permanență provocați să utilizeze concepte însușite teoretic, să le contextualizeze, să le aplice creativ, să le probeze funcționalitatea. Nimic nu scapă aprofundării, exercițiului, aplicării la situații concrete. De exemplu, învățarea despre dezvoltarea durabilă este aprofundată prin analiza comparativă, pe text, a Declarației de la Stockholom, a Declarației de la Rio și a Declarației de la Johannesburg; la discuția despre pilonul cultural al dezvoltării durabile cursanții au fost invitați să facă un inventar al celor mai relevante piese de patrimoniu cultural tangibil și intangibil, respectiv să discute despre ceea ce ar trebui făcut pentru mai buna sa conservare; la învățarea despre democrația participativă, li s-a cerut cursanților să elaboreze un plan de implicare a factorilor responsabili într-un

proiect al școlii. Pentru analiza modului în care se reflectă dezvoltarea durabilă în politicile naționale, respectiv locale, s-a lucrat efectiv pe Agenda 21 a localității de proveniență a cursanților și, în plus, ulterior li s-a cerut cursanților să elaboreze o Agendă 21 a școlii în care lucrează. În direcția acestor abordări se înscrie și alcătuirea unei balanțe a sustenabilității la nivel de școală, a unui buget participativ, respectiv a introducerii unui sistem adaptat de management de mediu, centrat pe economisirea energiei și reducerea poluării.

Evaluarea cursanților, pe parcurs și finală, formativă și sumativă, riguros concepută pe baza unor indicatori de performanță, include rezolvarea unor teste on-line pentru partea de teorie, cât și rezolvarea unor sarcini de lucru concrete aferente fiecărui laborator.

Instruirea on-line a fost o provocare atât pentru cursanți, cât și pentru tutorii mai puțin familiarizați cu această modalitate de instruire (autoarea acestui articol fiind tutore on-line pentru clasa de studenți din România). Pentru asigurarea calității derulării masteratului, tutorii on-line au parcurs, la rândul lor, un modul de pregătire prin care au fost instruiți cu privire la particularitățile învățării on-line, la tehnicile de tutoriat și de evaluare.

În ansamblul său, proiectul 3EMI are mare valoare inovativă și aplicativă, reprezentând un pas semnificativ făcut în direcția îmbunătățirii practicilor de educație pentru dezvoltare durabilă.

## **BIBLIOGRAFIE**

1. CHAE, Y., HONG, S., JUN, W., 2003. *A web-based environmental education system for elementary school students*. Book chapter in: *Computational Science and Its Applications*, ICCSA, ISBN 978-3-540-40161-2.
2. CHAPMAN, D., SHARMA, K., 2001. *Environmental attitudes and behaviour of primary and secondary students in Asian cities: an overview strategy for implementing an eco-schools programme*. *The Environmentalist* **21**: 265-272.
3. COSTICA, N., CIUMASU, I.M., COSTICA, M., 2006. *Partnership for human resources development in Romania and the European Union: methodological training of trainers in the field of environmental education*. The Second European Fair on Education for Sustainable Development, 13-15 September, Hamburg, Germany, Extended abstract in proceedings, page 36. [http://sd.tutech.net/fair/content/Download/ERP\\_Fair\\_2006\\_Book\\_of\\_Abstracts.pdf](http://sd.tutech.net/fair/content/Download/ERP_Fair_2006_Book_of_Abstracts.pdf).

4. ESOH ELAME., 2004. *Intégrer la dimension interculturelle dans l'évaluation du développement durable*. In: AFFREDI, Claudine (dir.), *La dynamique de l'évaluation face au développement durable - Cinquième journées françaises de l'évaluation sur le thème «Evaluation et développement durable»*. Limoges, Harmattan, p.302-318.
5. ESOH ELAMÉ., 2004b. *Interculturaliser le développement durable*. In Actes du colloque « Développement durable : leçons et perspectives » Tome 1, Agence Universitaire de la Francophonie (AUF), Paris, p.71-80, <http://www.francophonie-durable.org/documents/colloque-ouaga-a1-esoh.pdf>.
6. Commission des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement (World Commission on Environment and Development (WCED)),(1987). Brundtland Gro Harlem, rapport Brundtland «*Our Common Futur*».
7. HDR2003, 2003. Human Development Report 2003. *Millenium Development Goals: A compact among nations to end human poverty*. United Nations Development Programme (UNDP), New York, Oxford University Press, ISBN 0-19-521915-5, 368 pp.  
[http://hdr.undp.org.reports/global/2003/pdf/hdr03\\_complete.pdf](http://hdr.undp.org.reports/global/2003/pdf/hdr03_complete.pdf)
8. HDR2004, 2004. Human Development Report 2004. *Cultural liberty in today's diverse world*. United Nations Development Programme (UNDP), New York, Hoechstetter Printing Co, ISBN 0-19-522146-X, 299 pp. [http://www.undp.org.in/hdr2004/HDR2004\\_complt.pdf](http://www.undp.org.in/hdr2004/HDR2004_complt.pdf).
9. HDR2005, 2005. Human Development Report 2005. *International cooperation at a crossroads. Aid, trade, and security in an unequal world*. United Nations Development Programme (UNDP), New York, Hoechstetter Printing Co, ISBN 0-19-530511-6, 388 pp.  
<http://www.sd.undp.org/HDR/HDR05e.pdf> .
10. HDR2006, 2006. Human Development Report 2006. *Beyond scarcity: Power, poverty and the global water crisis*. United Nations Development Programme (UNDP), New York, Palgrave Macmillan Ltd, ISBN 0-230-50058-7, 440 pp.  
<http://hdr.undp.org/hdr2006/pdfs/report/hdr06-complete.pdf>.
11. POWER, C., 2006. *Education for the future: an international perspective*. Education Research for Policy and Practice 5: 165-174.
12. RAUCH, F., 2002. *The potential of Education for sustainable development for reforms in schools*. Environmental Education Research 8 (1): 43-51.
13. UN Agenda 21. 2005. United Nations Agenda 21.

<http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/english/agenda21toc.htm>.

14. <http://www.3emi.eu/?q=ro>.

# ADAPTARILE OMULUI LA CONDIȚIILE DE VIAȚĂ

**Carmen Anamaria NICOLESCU<sup>8</sup>, Roxana PARASCHIVOIU<sup>\*\*</sup>,  
Maria BURDUȘEL<sup>\*\*</sup>**

Așa cum se știe, după alcătuirea sa generală și după felul de funcționare a organismului său ca și prin dezvoltarea sa individuală omul face parte din regnul animal. Pentru a stabili care este locul lui printre celelalte animale să trecem în revistă caracterele morfo-anatomice ale acestuia.

Prin caracteristicile scheletului său, omul intră în marea grupă a vertebratelor.

Dacă vom compara de pildă coloana vertebrală a unui pește, a unui șarpe, a unei păsări sau a unui câine cu cea a omului, vom vedea că ea este formată din vertebre.

Dacă vom compara membrele omului cu piciorul calului, cu laba cârțiței, cu vâsla înotătoare a delfinului, cu aripa păsării sau cu laba crocodilului, vom constata că alcătuirea lor este în linii generale aceeași. Ele sunt formate din aceleași oase chiar dacă proporțiile și forma acestora variază.

La om ca și la celelalte vertebrate, sistemul nervos central este constituit din măduva spinării și din creier. Sângele prezintă aceleași părți componente; globul ocular, pielea și tubul digestiv au aceeași structură generală.

Dintre toate vertebratele omul, se aseamănă, cel mai bine cu mamiferele, adică cu viețuitoarele purtătoare de mamele, care își hrănesc puii cu laptele mamei. Ca toate mamiferele omul are corpul acoperit cu păr. Inima sa este formată tot din patru camere, vasele sanguine prezintă dispoziții în linii generale, asemănătoare, iar temperatura corpului este constantă. Plămânii, rinichii, aparatul genital au aceeași structură. Cavitata generală a corpului este împărțită, prin diafragmă tot în două părți: cavitate toracică și cavitate abdominală. Toate acestea justifică așezarea omului în

---

<sup>8</sup> Prof. dr. Școala Sanitară Postliceală "Carol Davila" București

<sup>\*\*</sup> Prof.dr. Colegiul Național "Victor Babeș" București

<sup>\*\*\*</sup> Prof. dr. Facultatea de Biologie, București

clasa mamiferelor. Ele atestă convingător apartenența omului la lumea animală.

Dar și așa numitele *organe rudimentare*, azi inutile organismului nostru, constituie o mărturie a originii noastre animale. Dintre acestea cităm: *apendicele vermiform* (a cărui inflamare cauzează apendicita) prezent încă la unele rumegătoare și erbivore, *mușchii coccisului*, *mușchii de la baza părului*, *mușchii urechii*, *mușchii piramidali ai abdomenului* (care susțin punga marsupială la cangur și ornitorinc) ș.a.

*Atavismele* - caractere ce nu există la om nici măcar în stare rudimentară, dar care au existat la strămoșii săi, sunt de asemenea mărturii ale originii animale a omului. Dintre acestea menționăm: *pilozitatea* pe tot corpul inclusiv pe față; *reapariția cozii* (până la 10 cm lungime).

O altă serie de caractere, cele *embrionare* (de la etapa unicelulară-zigot- la cea pluricelulară a embrionului) sunt de asemenea de reținut și comentat. Așa de pildă în săptămâna a treia fătul prezintă un fel de crăpături pe laturile gâtului (pungi ectobranhiale) care amintesc de pungile branhiale ale unui rechin. În pereții dintre pungile branhiale apar și arcurile branhiale cartilaginoase destul de asemănătoare cu cele ale peștilor. În săptămâna a 5-a și a 6-a fătul este înzestrat cu o coadă din aproximativ 10 vertebre. Mai târziu ele se resorb formând *coccisul* (din 3-5 vertebre) care rămâne ascuns sub piele.

La embrionul uman inima apare la început alcătuită dintr-un ventricul și un atriu (auricul) ca la pești. Mai târziu inima embrionului i-a înfățișarea aceleia de la batracieni, prezentând două atrii și un ventricul, apoi aspectul aceleia de la reptile cu patru camera incomplet separate între ele (două atrii și două ventricule). Abia mai târziu, pereții de separare între partea dreaptă și stângă a inimii se completează și inima capătă structura tipică pentru un mamifer.

Din toate aceste exemple, biologul german *Ernst Haeckel* (1834-1919) a ajuns la concluzia că *ontogenia* (dezvoltarea individuală) respectă pe scurt, *filogenia* (evoluția istorică a speciilor).

Dacă ne gândim la om, rezultă că embrionul omului repetă întrucâtva întregul mers al evoluției speciei omenești.

## FACTORII BIOLOGICI ȘI SOCIALI ÎN ADAPTAREA ȘI EVOLUȚIA OMULUI

Primul pas hotărâtor în procesul apariției omului s-a produs în Paleozoic cu aproximativ 7 milioane de ani în urmă, când datorită schimbărilor climatice pădurile s-au retras și ca urmare savanele le-au luat



locul. Aceasta a făcut ca unele maimuțe antropomorfe (asemănătoare cu cimpanzeul, gorila, urangutanul și gibonii) să se adapteze la viața terestră și la mersul biped. Aceste prime adaptări la viața terestră au schimbat radical relațiile primelor specii umane cu mediul de viață. Mai mici și mai slabi decât multe mamifere carnivore din acel timp, acești oameni nu aveau ca mijloace de hrănire și de apărare decât *viața în turmă* sau *în grup* moștenite de la maimuțele arboricole.

*Poziția* tot mai verticală a corpului și *locomoția bipedă* au condus la adaptări esențiale morfo-anatomice: *curburile coloanei vertebrale*, *schimbarea formei bazinului* (a centurii pelviene), a poziției centurii scapulare, a poziției orificiului occipital, a poziției și formei capului, facializarea, cerebralizarea ș.a.

Aceste adaptări petrecute într-o perioadă de câteva sute de mii de ani erau permanent controlate de selecția naturală și mai puțin de legi sociale. Ca urmare supraviețuiau, se perpetuau și se extindeau acele populații de indivizi care prin capacitățile lor fizice, psihice, prin modul lor de organizare făceau față cu mai mult succes vicisitudinilor mediului abiotic și biologic în care își duceau viața. Tot în această perioadă a evoluției omului își pun amprenta noi factori ai umanizării: *utilizarea uneltelor* (bețe, pietre, oase pentru apărare și vânătoare) și a *focului* (din incendii naturale).

Utilizarea uneltelor, chiar rudimentare, și a focului a reprezentat un salt important al umanizării și a pregătit perioada predominanței factorilor sociali față de cei biologici. Urmarea firească a acțiunii celor doi factori a fost dezvoltarea gândirii (a creierului), producerea și prelucrarea uneltelor, creșterea mobilității mâinilor, dezvoltarea mijloacelor de comunicație între oameni, conștientizarea transformării mediului de viață ș.a.

Toate acestea au dus la apariția *limbajului articulat* și a vieții sociale.

Odată cu dezvoltarea procesului muncii, deosebit de complex, rolul legilor biologice (în special al selecției naturale) trece pe un plan secundar, iar evoluția omului este guvernată în principal de *legile sociale*.

Specialiștii au constatat că aspectul morfo-fiziologic al omului de acum câteva zeci de mii de ani practic nu s-a schimbat. Dar în acest interval cele mai importante realizări ale umanității s-au produs în domeniile artei, științei, tehnicii ș.a. Prin urmare ceea ce a evoluat a fost societatea umană (relațiile interumane, organizarea socială, modul de producție etc.).

Cu toate acestea legile biologice nu și-au încetat acțiunea. Așa de pildă legile biologice ale dezvoltării individuale, ale proceselor fiziologice, biochimice și fizico-chimice (ale proceselor metabolice), ale vieții celulare ș.a. continuă să acționeze atât la om cât și la animale. Mai mult chiar,

caracterele morfologice și morfo-anatomice se află sub influența nemijlocită a condițiilor de mediu și a modului de viață al oamenilor.

Variabilitatea și ereditatea la om urmează și ele aceleași legi. Sunt consemnate date privind ritmul de apariție al mutațiilor, aproximativ aceleași la om și la diferite specii de animale și ca urmare, în diferite populații umane, acționează selecția naturală. Polimorfismul genetic al populațiilor umane (grupele de sânge, rezistența la malarie) este unul dintre rezultatele selecției naturale.

Procesul evoluției umane, este guvernat în întregime de *legile sociale specifice*.

## PARTICULARITĂȚILE OMULUI ACTUAL

Așa cum am văzut omul aparține lumii animale fiind un primat foarte apropiat de maimuțele antropomorfe arboricole. Pe lângă asemănările cu acestea, omul prezintă și numeroase particularități care îl deosebesc de toate animalele.

În primul rând omul este un primat terestru, adaptat la stațiunea verticală și locomoție bipedă. Această caracteristică a devenit posibilă datorită dezvoltării mușchilor *fesieri* și a *cvadriicepsului crural*, a unor ligamente din regiunea *bazinului* și a *coapsei*, a bazinului (care s-a lărgit) și a femurului (care s-a alungit și și-a schimbat înclinarea).

Coloana vertebrală a căpătat patru curburi care-i dau forma literei S și permit amortizarea smuciturilor întocmai ca un resort.

Membrele anterioare, ca urmare a mersului biped, s-au eliberat de funcția de susținere și de locomoție și ca urmare s-au scurtat considerabil. Musculatura și scheletul lor (în special la nivelul articulațiilor) au suferit modificări importante care le permit să execute mișcări cât mai variate.

Degetul mare neopozabil, s-a alungit, mâna devenind un organ al muncii.

Membrele posterioare s-au alungit și ele comparativ cu antropomorfele; laba piciorului s-a boltit și prezintă ca și mâna degetul mare neopozabil.

Corelat cu membrele anterioare, maxilarele și-au pierdut rolul *prehensil* (de a apuca). Ele s-au scurtat, iar fața a devenit dreaptă (ortognată). Cutia craniană s-a mărit mult în legătură cu creșterea mare a creierului (1300-1500 m<sup>3</sup> față de 400-600 m<sup>3</sup> la antropomorfe). Fruntea devine dreaptă și înaltă și nu teșită ca la antropomorfe. Nasul devine proeminent și nu turtit, s-au dezvoltat centrii ce guvernează mișcările mâinii, limbii, buzelor.

Creierul cu emisferele cerebrale cutate, reprezintă cea mai înaltă și mai perfectă treaptă de organizare a materiei vii. El este organul gândirii și al conștiinței umane, al limbajului articulate și al posibilităților de învățare și comunicare între indivizi; grație lui, omul poate să cunoască ecosfera, să respecte, să creeze, să se bucure de toate posibilitățile pe care i le oferă viața și natura în toată complexitatea ei.

Provenim din strămoși comuni cu antropomorfele, dar evoluția omului a mers într-o altă direcție decât a acestora.

*Temă :*

Elaborați un referat, folosind datele din manual și bibliografia recomandată de profesor pornind de la următorul text:

*“Ce capodoperă este omul, cât e de nobil, cât e de nesfârșit în însușiri, în formă, în mișcare, cât e de expresiv, de admirabil.*

*În acțiune e ca un înger, în înțelegere e ca un zeu. E frumusețea lumii. Cel mai desăvârșit dintre animale “ (W. Shakespeare, Hamlet)*

# TENDINȚE ÎN EVOLUȚIA PROFESIEI DE BIOLOG

Naela COSTICA \*

**Abstract:** *The present paper presents the current challenges of biology and invites National Biologists Associations to present its view from a perspective of professional biologists aims at the same focus: to promote professionalism in the community of biologists and biology teachers, according to initiative of UNESCO/International Union of Biological Sciences (IUBS) with its Commission for Biological Education (CBE).*

**Key words:** *biological disciplines, European Professional Biologist.*

Biologia este, în sens tradițional, știința de bază care investigează varietatea formelor de viață, în cadrul unor departamente universitare de botanică, zoologie microbiologie și antropologie (biologie umană). Acești piloni clasici ai cunoașterii în biologie s-au lărgit și diversificat notabil. Introducerea echipamentelor avansate de laborator și elaborarea tehnicilor de lucru adecvate, în colaborare cu fizicieni, chimiști și ingineri au dus la o dezvoltare dinamică a cercetărilor la toate nivelele complexității biologice: la nivel de molecule (*biologie moleculară și metabolism celular*), la nivel de celule (*biologie celulară, microbiologie*), la nivel de țesuturi și organe (*histologie, anatomie, fiziologie*), la nivel de organisme (*morfologie*), la nivel de populații (*sistematică, taxonomie*) și la nivel de ecosisteme, unde sunt analizate interrelațiile și interacțiunile dintre organisme, dintre acestea și mediul înconjurător (*ecologie*). Unele discipline, precum *genetica*, se extind la toate nivelele de complexitate ale viului.

Corespunzător dinamicii în diferite câmpuri de cercetare, au fost dezvoltate noi discipline, considerate autonome, precum: *biofizica, biochimia, citologia, neurofiziologia, imunologia*. Toate acestea s-au dezvoltat din biologia clasică, iar procesul lor de diversificare se află încă în desfășurare (actualmente existând mai mult de 80 de subdiscipline).

Teama că educația și instruirea biologilor în asemenea micro-arrii diversificate și specializate ar putea crea absolvenți incapabili să depășească hiatusul între nivele de complexitate diferită nu poate fi fondată atâta vreme

---

\*Conf. univ. dr., Facultatea de Biologie, Universitatea "Alexandru Ioan Cuza" Iași

cât nucleul programelor universitare asigură însușirea conceptelor de bază în biologie: *structură/funcție, reglare, creștere, dezvoltare și evoluție*. Specializarea pe microdiscipline a dus la un nivel ridicat de expertiză, deschizând oportunități de cercetare care leagă pilonii clasici ai biologiei: o persoană specializată în biologie celulară este instruită să utilizeze instrumente pentru analiza celulelor de la om, plante, animale sau, respectiv de la microorganisme.

”Know how”-ul în biologie ține de modul de a gândi și utiliza tehnici, metodologii, procese și rezultate derivate, de exemplu, din bioștiințele fundamentale aplicate în domeniul sănătății (medicină, farmacie, diagnostic), producției animale (creștere, hormoni, vaccinuri, reproducere), producției vegetale (controlul dăunătorilor, inducerea rezistenței), utilizării industriale (biocatalize, biosinteze, bioconversii), mediului (evaluarea impactului, utilizarea biomasei, reciclarea deșeurilor, biodegradarea) și educației (alfabetizare biologică, deprinderi și atitudini, bioetică pentru cercetători și cei implicați în biologia aplicată).

Astăzi, biologii joacă multiple roluri în diferite domenii, astfel încât putem recunoaște “biodiversitatea” angajării lor la nivel european. Aproximativ 25% dintre biologi sunt angajați în școli, alți 25% lucrează în colegii și universități, 10% în instituții de cercetare, 15 % în administrația centrală sau locală, 10% în industrie, 5% în companii de consultanță, 3% în spitale și 10% în alte câmpuri ocupaționale.

În viitor, tipul de distribuție se va schimba către creșterea proporției biologilor care vor lucra în industrie și guvernanta. În plus, va fi o creștere a cerinței de biologi pentru diferite specialități: deja există biologi certificați și recunoscuți în câmpuri definite, specializați pentru cerințe profesionale speciale. Institutul de Biologie din Marea Britanie, de exemplu, deține un registru de “Chartered Biologists” care conține cel puțin 30 câmpuri de expertiză, asociate responsabilităților legate de mediu, precum: *agricultura, algologie, biologie și resurse acvatice, ecosisteme aride, ecologie de zone costiere, conservare păsări, conservare habitate, conservare nevertebrate, conservare mamifere, conservare natură, conservare soluri, conservare vertebrate, conservare viață sălbatică, ecotoxicologie, educație de mediu, evaluarea impactului de mediu, planificare și politici de mediu, ecologia estuarelor, silvicultură, hidrologie, utilizarea terenurilor, limnologie, putere nucleară, controlul dăunătorilor și paraziților, poluare* (acvatică, atmosferică, cu metale grele) etc.

În ansamblu, la nivel european un curent al schimbărilor a determinat că mai mulți biologi să se orienteze spre domenii nontradiționale și mai puțini spre sectoare clasice.

Pentru a asigura recunoașterea competențelor profesionale ale biologilor din Europa, Asociația Biologilor din Țările Europene (în engl. European Countries Biologists Association - ECBA) acordă titlul de biolog profesionist european (European Professional Biologist –“EurProBiol”).

Misiunea ECBA este să: promoveze științele biologice și educația biologică; să contribuie la îmbunătățirea statutului profesional al biologilor; să reprezinte viziunea biologilor la Uniunea Europeană; să asigure competență profesională biologilor prin acordarea titlului de “EurProBiol”. Acest titlu a fost introdus în 1995, după 2 ani de consultări între asociațiile naționale ale biologilor din Austria, Belgia, Danemarca, Franța, Germania, Irlanda, Italia, Olanda, Norvegia, Portugalia, Spania, Suedia și Marea Britanie. Titlul de biolog profesionist european “EurProBiol” este acordat aplicanților, când sunt îndeplinite 3 condiții: candidații au un grad academic în biologie; au experiență profesională într-o slujbă relevantă pregătirii; sunt de acord să respecte codul de comportament “EurProBiol”. Fiecare aplicant trebuie să descrie/să explice: cum este capabil să-și aplice cunoștințele la un standard satisfăcător de calitate la locul de muncă; dacă este un bun cunoscător în domeniile: sănătate, siguranță, mediu în corelație cu preocupările de la locul de muncă; că posedă un larg bagaj de cunoștințe și abilități de lucru în domeniul experimental; că este competent să-și planifice și să-și organizeze munca la un standard acceptabil; este capabil să facă prezentări și rapoarte științifice clare, în scris și oral.

Deținătorii titlului “EurProBiol” trebuie să-și exprime acordul pentru respectarea Codului de conduită care solicita că fiecare “EurProBiol” să: își direcționeze activitatea în mod onorabil pentru că să mențină reputația profesiei de biolog; actualizeze cunoștințele, astfel încât să fie competent pentru practicarea profesiei de biolog; aplice cele mai înalte principii științifice în activitățile sale profesionale și să ia în calcul efectele pe termen lung ale activităților sale asupra mediului; respecte toate formele de viață și sistemele biologice. Codul de conduită solicită încă discuții și îmbunătățiri sub aspectul unor probleme de bioetică, în contextul aplicării diferitelor tehnologii în măsură să producă efecte discutabile asupra viului.

ECBA consideră că este esențial să fie în strânsă colaborare cu diferite societăți de biologie din Europa, inclusiv cu Uniunea Internațională a Științelor Biologice (Internațional Union of Biological Science). De asemenea, ECBA va dezvolta relații cu publicul general, și cu diferite domenii industriale, cu scopul de a fi la curent cu modificările de pe piața muncii - forța directoare în câmpul dezvoltării profesionale. Posibilitățile de angajare a biologilor create de implementarea tehnicilor biologice în diferite ramuri industriale sunt în creștere și indică schimbări în cerințele de

recrutare: durabilitatea calificării și deprinderilor, abilități lingvistice, adaptarea la alte culturi, experiență în relații internaționale.

ECBA și propune să dezvolte o schemă de formare profesională continuă prin care să asigure că în viitor deținătorul unui titlu de "EurProBiol" își va menține ridicat nivelul de competență profesională.

Tendențele recunoscute de evoluție ale specializărilor în biologie, mergând spre diversificarea câmpurilor de cercetare, implementarea noilor tehnologii biologice în sfera de producție și dezvoltarea câmpurilor profesionale în acord cu diferite directive, legi și programe indică că scopul de a realiza o biologie integrativă este, din punct de vedere științific, un pas în direcția corectă, dar acesta nu este suficient.

Un număr de rapoarte din diferite țări europene indică faptul că utilizarea tehnologiilor nu oferă doar un set de oportunități pentru dezvoltarea economică, dar, în același timp solicită o regândire a modului de formare a resurselor umane în sensul dezvoltării unor calificări adecvate. Dovezile arată un necesar crescut de ingineri și biologi. Însă, aceștia din urmă vor trebui să facă față unor schimbări în necesarul de competențe în sensul trecerii de la abilitatea de a opera în medii stabile și bine definite la aceea de a opera în medii în schimbare; de la capacitatea de a lucra cu procese concrete și repetitive la cea de a lucra cu procese abstracte care nu pot intra într-o rutină, de la abilitatea de a realiza o muncă supervizată la cea de a-și asuma responsabilități individuale; de la muncă izolată la cea interactivă, în grup; de la abilitatea de a opera în cadrul unor orizonturi înguste spațiale și de timp la abilitatea de opera cu orizonturi largi de timp, la scară globală.

Schimbările tehnologice și cele ce țin de necesarul de deprinderi pentru competențele profesionale de viitor ale biologilor ar trebui să fie motive serioase pentru a direcționa aceste tendințe într-o educație biologică de calitate la nivel terțiar, cu ridicate efecte multiplicatoare.

## **BIBLIOGRAFIE**

1. ECBA 1998. The voice of European Biologists. An action plan. Stockholm.
2. GRIMME H. L. 2000. The Necessity to Direct Trends into Biology Education and Training at the Tertiary Level. HonEurProBiol, Commissioner for Biotechnology, European Countries Biologists Association.
3. PRIESTLEY R. 1993. ECBA gives green light to EurBiol Title. *Biologist* 40 (5): 209.

## ÎN ATENȚIA MEMBRILOR S.S.B.R.

Revista „Natura” este interesată să publice articole de sinteză din domeniul biologiei, articole științifice legate de definitivare, grad didactic, perfecționare, de procesul instructiv-educativ (experimente privind predarea și evaluarea cunoștințelor etc.), precum și note originale, cronici ale vieții științifice, recenzii asupra celor mai recente și interesante lucrări din domeniul biologiei, conținutul programelor școlare etc.

Autorii sunt rugați să înainteze articole (maximum 10 pagini) redactate la un rând, cu font Times New Roman de 12 puncte, în format tipărit și în format electronic, pe adresa domnului prof.univ.dr. Andrei Marin-redactor șef, Intrarea Portocalilor nr. 1-3, Sector 6, București, Cod poștal 060101.

Pentru a redacta corect materialele înaintate redacției, vă rugăm să respectați următoarele instrucțiuni: oglinda paginii va fi 17x25 cm (sus 2,7 cm; jos 2 cm; stânga 2 cm; dreapta 2 cm); titlul articolului se scrie cu majuscule, boldat, centrat; numele autorilor se scriu tot centrat, la un rând distanță de titlu, prenumele de rând, numele cu majuscule (ex.Ioan VALERIU) însoțite de notă de subsol (marcată cu semn de tipul \*) cu funcția și instituția la care activează; textul va începe la o distanță de un rând de numele autorilor; capitolele din articol atunci când este cazul se scriu cu majuscule, boldat și la un tab de margine. Bibliografia se va redacta conform regulilor prezentate de Universitatea Harvard – Harvard Referencing System (sistem de referință Harvard):

- **Publicații periodice**

NUME DE FAMILIE, Inițiale. (Anul publicării – în paranteză) Titlul articolului. Titlul revistei/jurnalului – cu italice sau subliniat. Numărul volumului. (Numărul părții/luna – în paranteză). p. urmat de numărul de pagini.

- **Cărți cu 1, 2 sau 3 autori**

NUME DE FAMILIE, Inițiale. & NUME DE FAMILIE, Inițiale. (Anul publicării – în paranteză) Titlul cărții - cu italice sau subliniat. Seria și volumul – dacă există. Ediția – în cazul în care nu este prima. Locul publicării: Editura.

- **Cărți cu 4 sau mai mulți autori**

NUME DE FAMILIE, Inițiale. et al. (Anul publicării – în paranteză) Titlul cărții - cu italice sau subliniat. Seria și volumul – dacă există. Ediția – în cazul în care nu este prima. Locul publicării: Editura.

- **Capitole din cărți**

NUME DE FAMILIE, Inițiale. (Anul publicării – în paranteză) Titlul capitolului. În: Autorul sau Editorul Publicației – Nume de familie, Inițiale cu (ed.) – în paranteze, dacă este relevant. Titlul cărții - cu italice sau subliniat. Seria și volumul – dacă există. Ediția – în cazul în care nu este prima. Locul publicării: Editura.

- **Website & Document Online**

NUME DE FAMILIE, Inițiale sau numele website-ului dacă nu există autor (Anul - în paranteză) Titlul website-ului – cu italice sau subliniat. Numere, dacă site-ul este parte a unei serii. [Online – în paranteze pătrate] Available from/Disponibil la – URL (se scrie link-ul unde poate fi găsit site-ul). [Accessed/Accesat: urmat de data ultimei accesări, în paranteze pătrate].

Exemple de bibliografii redactate în acest mod se pot găsi în cuprinsul revistei.



Articolele primite la redacție, înainte de a fi publicate, vor fi referate de către specialiști. **Pentru a face cunoscute tuturor celor interesați din țară și din străinătate, activitatea didactică și de cercetare științifică, prioritățile în domeniu, metodele de predare în școala românească, articolele de sinteza etc. trimise redacției vor avea sub titlul în limba română, titlul în limba engleză urmat de numele autorilor, în continuare un scurt rezumat (Abstract) de maximum 10 rânduri și câteva cuvinte cheie (Key words) tot în limba engleză.**

**Tipărirea și difuzarea revistei este sponsorizată de  
Universitatea de Vest „Vasile Goldiș” din Arad**