

ECOLOGIE GENERALĂ

INTRODUCERE. ECOLOGIA ASTĂZI.

Interesul pentru mediu a crescut semnificativ în ultimele trei decenii: conștientizarea, la nivelul factorilor de decizie cât și la nivelul societății civile, a amenințărilor “adresate” de poluare, defrișare, desecări etc societății umane dar și naturii în general a dus la constituirea infrastructurii care să se ocupe de problemele de mediu și la direcționarea de fonduri importante către aceasta.

A fost lansat și s-a dezvoltat conceptul dezvoltării durabile, s-au semnat numeroase tratate internaționale privind protecția mediului și a resurselor naturale, legislația a beneficiat de fundamentarea unei noi discipline, dreptul mediului.

Totul s-a făcut și se face sub umbrela ecologiei, **mediul și ecologia** formând o pereche inseparabilă. Cuvântul ecologie apare astăzi cam în toate domeniile activității umane: ecologie industrială, ecologie economică și economie ecologică, ecologie culturală, ecologie urbană, ecologia resurselor...Nici un alt domeniu al științei n-a “suferit” atâtea intervenții, adăugiri, redirecționări, reinterpretări, ca să nu mai vorbim despre utilizările cele mai variate – în politică - partidele ecologiste, în inginerie – ingineria sistemelor ecologice, în educație – educația ecologică, chiar în viața casnică – spălătoria ecologică ...

Așa încât pare firesc a ne întreba ce a mai rămas din ecologia clasică, ce înseamnă ecologia în anul 2004 și ce viitor i se prevede?

Ernst Haeckel, 1866 (în lucrarea *Generelle Morphologie der Organismen*) definește ecologia ca fiind **știința relațiilor dintre organisme și întregul lor mediu de viață**. Tot Haeckel, în 1869, utilizează trei termeni înrudiți (fiziologie – periologie – ecologie) pentru a defini **știința economiei naturii**. În 1794 Linnaeus folosea un vechi concept atribuit lui Pithagoras, *oeconomia naturae*. Astfel, Haeckel a inventat cuvântul **ecologie** înlocuind *nomos* (în sensul de lege, obicei, cu referire la vechile reguli privind împărțirea pășunilor) cu *logos* (lege divină, lege naturală) și adăugându-l particulei *oikos* (casă): deci *oeconomia* s-a transformat în *oecologia*.

Primul program de cercetare în ecologie a fost dezvoltat de botanistul danez Eugenius Warming, la sfârșitul sec. XIX și începutul sec. XX, acesta fiind recunoscut ca fondatorul ecologiei propriu-zise (în lucrările sale, *Plantensamefund* din 1895 și *Introduction to Plant Ecology*, din 1909). Warming a încercat să dea răspuns la câteva întrebări: de ce crește o plantă într-un anumit loc și de ce are anumite caracteristici care-i permit să supraviețuiască în condițiile unor combinații de parametri de mediu.

Iată câteva din definițiile moderne ale ecologiei: Odum (1972): ecologia este *studiul structurii și funcțiilor naturii sau studiul ecosistemelor*; Krebs (1972): *studiul științific al interacțiunilor care determină distribuția și abundența organismelor*; Peters (1980): ecologia se ocupă cu *predicții privind biomasa, productivitatea și diversitatea*; Begon, Harper și Townsend (1986): ecologia se ocupă cu *descrierea, explicarea și prognozarea indivizilor, populațiilor și comunităților, în timp și spațiu*; Likens (1992): *studiul științific al proceselor care influențează distribuția și abundența organismelor, interacțiunile dintre organisme și interacțiunile dintre organisme și fluxul de energie și reciclarea materiei*.

În timpul lui Haeckel existau diferiți termeni științifici și discipline care se refereau la relația organism-mediu dar ecologia a lărgit înțelesul sintagmei. Ceea ce astăzi se numește ecologie era altădată caracterizată prin termenii de etologie sau biologie (într-un sens foarte restrictiv).

Consolidarea **conceptului** haeckelian, mai ales la începutul sec. XX, a dus la formarea unei discipline de sine stătătoare care și-a conturat propriul său drum. La mijlocul sec. XX ecologia a căpătat și forma instituțională necesară prin înființarea primelor institute de cercetare de specialitate și prin predarea disciplinei în universități. Totodată însă, odată cu concentrarea pe un domeniu specific, conceptul de ecologie a marcat și un proces de extindere, înglobând ideile mișcărilor pentru mediu și teoria sistemelor. Așa a luat naștere ecologia sistemică.

Studiul fenomenelor ecologice nu a fost apanajul exclusiv al ecologilor, subdiviziunile ecologiei fiind "atacate" de diferiți specialiști (biologi, biochimiști, medici, ingineri):

Ecologia microorganismelor, ecologie terestră, ecofiziologie, ecologia comportamentului, ecologie teoretică, ecologie fundamentală, ecologia plantelor, ecologie polară, ecologie tropicală, ecologia deșerturilor, ecologie forestieră, agroecologie, ecologia populațiilor, demografie, ecologie aplicată (conservare, agricultură, management și reconstrucție), ecologia animalelor, ecologie acvatică, ecologia comunităților, biocenologie, ecologie evoluționistă, ecologie umană, ecologie marină, ecologia ecosistemelor, paleoecologie, limnologie, hidrobiologie, ecologia complexelor de ecosisteme (ecologia peisajului), ecologie biochimică, ecologia radiațiilor.

Ecologia își caută încă o identitate care să o scoată din categoria “superștiințelor”, atât prin structurarea clară a obiectului de lucru (ecosistemul?) cât și prin delimitarea instituțională și socială. Secolul XXI va marca o poziționare precisă a ecologiei în câmpul vast al științelor mediului. Se pare că **ecologia științifică**, caracterizată prin detașarea observatorului de obiectul său de studiu (populația, comunitatea, ecosistemul) va rămâne domeniul conservator (în sens pozitiv!) și se va separa de **ecologia generalistă** (*deep ecology*), caracterizată prin abordarea holistă a problemelor planetei, aducând împreună rațiunea, sentimentele, spiritualitatea și acțiunea. Am folosit termenul de ecologie generalistă încercând o traducere aparte a termenului **deep ecology** tocmai pentru a acorda ecologiei științifice importanța de disciplină fundamentală pe care o merită și pentru a evita confuzia ce s-ar crea dacă am pune în fața unui cititor mai puțin avizat doi termeni care, în limba română, ar exprima diferențe care, de fapt, nu există. Cu alte cuvinte, nu aș contrapune ecologiei științifice ecologia fundamentală, în sensul obținut prin traducerea cuvintelor *deep ecology*. Această “*deep ecology*”, inventată de filozoful și activistul de mediu norvegian Arne Naess la începutul anilor 70 exprimă nevoia de responsabilitate în relația om-mediu.

Așadar, ecologia va urma două direcții, destul de bine individualizate: pe de o parte, studiul sistemelor biologice supraindividuale aflate în relații biunivoce cu mediul lor ceea ce înseamnă, de fapt, studiul sistemelor ecologice și pe de

altă parte, dezvoltarea de concepte, mentalități și atitudini care să ducă la formarea unei relații mai bune între om și natură.

CONCEPTELE DE BAZĂ ALE ECOLOGIEI

Ce este ecologia?

Ernst Haeckel, 1866 (în lucrarea *Generelle Morphologie der Organismen*) definește ecologia ca fiind **știința relațiilor dintre organisme și întregul lor mediu de viață**. Tot Haeckel, în 1869, utilizează trei termeni înrudiți (fiziologie – periologie – ecologie) pentru a defini **știința economiei naturii**. În 1794 Linnaeus folosea un vechi concept atribuit lui Pithagoras, *oeconomia naturae*. Astfel, Haeckel a inventat cuvântul **ecologie** înlocuind *nomos* (în sensul de lege, obicei, cu referire la vechile reguli privind împărțirea pășunilor) cu *logos* (lege divină, lege naturală) și adăugându-l particulei *oikos* (casă): deci *oeconomia* s-a transformat în *oecologia*.

Primul program de cercetare în ecologie a fost dezvoltat de botanistul danez Eugenius Warming, la sfârșitul sec. XIX și începutul sec. XX, acesta fiind recunoscut ca fondatorul ecologiei propriu-zise (în lucrările sale, *Plantensamfund* din 1895 și *Introduction to Plant Ecology*, din 1909). Warming a încercat să dea răspuns la câteva întrebări: de ce crește o plantă într-un anumit loc și de ce are anumite caracteristici care-i permit să supraviețuiască în condițiile unor combinații de parametri de mediu.

Definiții ale ecologiei

Inițial ecologia a evoluat ca o **ramură a biologiei**, așa cum reiese și din tabelul lui Kant de clasificare a științelor:

Anatomia Morfologia	Sistematica	STATICE
Fiziologia	Ecologia	DINAMICE

GENERALE NOMOTHETICE (formulează legi obiective)	SPECIALE IDIOGRAFICE
--	---------------------------------------

Definiții moderne:

- ❖ Odum (1972): Ecologia este *studiul structurii și funcțiilor naturii sau studiul ecosistemelor*; este o definiție foarte generală.
- ❖ Krebs (1972): *studiul științific al interacțiunilor care determină distribuția și abundența organismelor*; introduce aspecte precise, unde, cât.
- ❖ Peters (1980): Ecologia se ocupă cu *predicții privind biomasa, productivitatea și diversitatea*; definiție restrictivă.
- ❖ Begon, Harper și Townsend (1986): Ecologia se ocupă cu *descrierea, explicarea și prognozarea indivizilor, populațiilor și comunităților, în timp și spațiu*.

Ecologie este ceea ce fac ecologii! Ecologia este pluridisciplinară.

Subdiviziunile ecologiei

Definite prin grupe sistematice	Definite prin tipul de habitat	Definite prin nivelul de observare sau perspectivă	Definite prin aplicabilitate
Ecologia microorganismelor	Ecologie terestră	Autecologie Ecofiziologie Ecologia comportamentului	Ecologie teoretică Ecologie fundamentală
Ecologia plantelor	Ecologie polară Ecologie tropicală Ecologia	Ecologia populațiilor Demografie	Ecologie aplicată ❖ Conservare ❖ Agricultură

	deșerturilor Ecologie forestieră Agroecologie		❖ Mangement și reconstrucție
Ecologia animalelor	Ecologie acvatică	Ecologia comunităților Biocenologie Sinecologie	Ecologie evoluționistă
Ecologie umană	Ecologie marină	Ecologia ecosistemelor	Paleoecologie
	Limnologie Hidrobiologie Ecologia apelor dulci	Ecologia complexelor de ecosisteme (ecologia peisajului)	Ecologie biochimică Ecologia radiațiilor

NATURĂ-MEDIU, ABORDARE CONCEPTUALĂ NECESARĂ PENTRU FUNDAMENTAREA PRINCIPIULUI DEZVOLTĂRII DURABILE

CONVENȚIA DE LA RIO (ratificată prin Legea 58/1994)

Convenția de la Rio de Janeiro privind Diversitatea Biologică (Biodiversitatea), dedicată promovării dezvoltării durabile, a fost semnată de 150 conducători de guverne. Această convenție, gândită ca un instrument pentru transpunerea în practică a principiilor Agendei 21, scoate în evidență nu numai **importanța conservării speciilor de plante și animale și a ecosistemelor** din care acestea fac parte dar și necesitatea de a asigura hrana omenirii, de a menține curate aerul și apa, de a produce medicamente, într-un cuvânt, de a asigura sănătatea mediului în care trăim.

De la intrarea în vigoare, în 1994, convenția a fost ratificată de 180 state care s-au constituit în părți ale convenției. Au fost validate trei concepte cheie care astăzi au cuprindere globală:

1. Dezvoltarea durabilă. **Protecția și conservarea biodiversității sunt strâns legate de satisfacerea nevoilor economice și sociale ale omenirii.**

Această adevărată filozofie a dezvoltării stă la baza triplului scop al convenției: conservarea biodiversității, folosirea durabilă a componentelor biodiversității și distribuirea echitabilă a beneficiilor rezultate din exploatarea resurselor genetice.

2. Abordarea ecosistemică. Biodiversitatea este văzută în toată complexitatea ei, incluzând toate procesele și funcțiile esențiale ale ecosistemelor, interacțiunile dintre organisme și mediul lor de viață și diversitatea culturală. Din această perspectivă cea mai eficientă cale de a promova conservarea, folosirea durabilă și echitabilă a resurselor biodiversității este aceea a managementului integrat al acestora (sol, apă, specii).

3. Prioritizarea biodiversității. **Biodiversitatea trebuie să fie integrată în diferite politici sectoriale** cum ar fi planificarea resurselor naturale, exploatarea pădurilor, managementul zonelor de coastă și a celor marine, planificarea dezvoltării agricole și rurale. Convenția poate contribui la toate capitolele Agendei 21 –și invers – mai ales cele referitoare la planurile naționale, cooperarea tehnico-științifică, creșterea capacității instituționale, resursele financiare.

În afara de impactul produs în modul de gândire privind biodiversitatea, Convenția a mai avut și alte rezultate:

- ❖ Conștientizarea publicului. Convenția a încurajat o mai bună înțelegere a importanței biodiversității din punct de vedere socio-economic: bunurile și serviciile asigurate, legătura dintre pierderile de biodiversitate și problemele globale care amenință existența omenirii.
- ❖ Strategii naționale de conservare a biodiversității și planuri de acțiune. Peste 100 de țări au elaborat planuri de management pentru resursele lor naturale.

Prin planurile de acțiune s-au identificat priorități și s-au stabilit politicile adecvate.

- ❖ Teme și programe conexe. Convenția a lansat programe de lucru privind biodiversitatea în agricultură, diversitatea zonelor aride, diversitatea pădurilor, a apelor interioare și a celor marine, specii invadatoare, abordarea ecosistemică, bioindicatori, inițiativa taxonomică globală, turism durabil.

Cooperare internațională. Au fost lansate programe de cooperare cu Convenția Ramsar privind zonele umede, cu Convenția ONU privind combaterea deșertificării, cu programele UNEP, FAO, IUCN.

Protocolul Cartagena privind securitatea biologică. Acest protocol, adoptat în ianuarie 2000, se referă la riscurile potențiale ale manipulării și folosirii organismelor rezultate din experimente biotehnologice moderne. Aceste organisme modificate pot afecta atât biodiversitatea cât și sănătatea umană. Protocolul Cartagena susține aplicarea practică a principiului precauției, bazându-se pe ideea că insuficienta cunoaștere științifică nu este un motiv de amânare a acțiunilor care să prevină riscurile potențiale. Totodată, acest protocol va sprijini transferul de biotehnologie și va facilita accesul țărilor în curs de dezvoltare la informația din domeniul biotehnologiei.

10 ani după Rio. Progresele înregistrate au fost totuși insuficiente iar biodiversitatea este în continuare sever afectată de activitatea umană. Refacerea va necesita schimbări fundamentale în politica de utilizare și distribuție a resurselor, ceea ce înseamnă:

- ❖ Întărirea instituțiilor naționale
- ❖ Implicarea tuturor categoriilor interesate (stakeholders)
- ❖ Stabilirea unor ținte precise
- ❖ Educarea publicului
- ❖ Integrarea politicii de conservare a biodiversității în deciziile naționale de mediu
- ❖ Ratificarea protocolului privind securitatea biologică
- ❖ Accelerarea acțiunilor privind conservarea diversității genetice
- ❖ Întărirea instrumentelor de piață pentru conservarea biodiversității

- ❖ Îmbunătățirea procesului de administrare internațională a mediului
- Întărirea instrumentelor financiare

MEDIU – NATURĂ - GLOBALIZARE

Definiția mediului din perspective teoriei sistemelor (Kramer și de Smit, 1977):

mediul reprezintă totalitatea entităților aflate în jurul unui sistem dat, care pot fi influențate de acest sistem și care, la rândul lor pot influența sistemul.

Mediul este definit drept totalitatea condițiilor înconjurătoare sau acea zonă în care există ceva sau trăiește ceva.

Din punct de vedere științific biodiversitatea reprezintă descrierea în detaliu a ceea ce este cunoscut în general sub numele de natură. Totodată, biodiversitatea este un concept politic ce fundamentează trei obiective globale:

- ❑ Conservarea;
- ❑ Utilizarea durabilă a resurselor biologice;
- ❑ Distribuirea echitabilă a beneficiilor obținute din exploatarea resurselor biologice.

Din punct de vedere politic conceptul de biodiversitate este deosebit de relevant pentru interpretarea fenomenului de globalizare și poate fi un fel de interfață între procesele ecologice, economice și sociale (Vorhies, 1999):

- ✓ Control asupra resurselor biologice planetare sau locale;
- ✓ Economia utilizării acestor resurse;
- ✓ Echitatea repartiției resurselor, ținând seama atât de beneficii cât și de costuri;
- ✓ Conservarea sistemelor ecologice ale planetei.

Biodiversitatea este și un concept economic deoarece resursele biologice asigură o multitudine de bunuri și servicii pentru umanitate:

- ✓ Servicii fundamentale pentru supraviețuirea omenirii – menținerea sistemului climatic, asigurarea apei dulci;
- ✓ Bunuri care asigură hrană, îmbrăcăminte, adăpost;
- ✓ Servicii care asigură frumusețea naturii, recreerea sau necesarul pentru cercetare.

Bunurile și serviciile oferite de biodiversitate pot fi:

- ❖ Publice – serviciile bazinelor acvatice sau sechestrarea carbonului;
- ❖ Private – hrană, turism.

Aceasta înseamnă că atât instituțiile publice cât și structurile private sunt implicate în managementul biodiversității. Dar, dacă până acum rolul principal revenea instituțiilor de stat, globalizarea tinde să schimbe rolul acestor instituții.

Conservarea biodiversității și managementul acelor sectoare economice bazate pe exploatarea directă a biodiversității (agricultura, silvicultura, pescuitul) cad în mod tradițional în responsabilitatea structurilor (agențiilor) guvernamentale.

Aceste structuri folosesc cu precădere pentru managementul biodiversității proceduri administrative și instrumente de reglare și prea puțin procesele caracteristice pieții și stimulentele economice, rămânând foarte tradiționaliste și departe de cerințele procesului de globalizare (trebuie remarcat că și USA mențin monopolul de stat asupra pădurilor, munților, râurilor, lacurilor, zonelor costiere și vieții sălbatice în general).

Procesul de globalizare este determinat de dezvoltarea economică (economia de piață liberă și liberalizarea economică, atât în interiorul statelor cât și între state), tehnologică (progrese în economia informației și comunicațiilor) și politică (căderea comunismului, mișcările democratice).

Biodiversitatea, înțeleasă ca un complex de sisteme ecologice, exploatate prin metode clasice, este vulnerabilă la presiunea globalizării și creșterii tendinței de privatizare și comercializare.

Cel puțin unele din metodele bazate pe piață și propuse pentru managementul biodiversității nu au fost încă testate iar discernământul managerilor în privința folosirii biodiversității ca un obiect al pieții este discutabil.

În ultimii ani au apărut noi conjuncturi care pot afecta biodiversitatea și una dintre acestea este dezvoltarea comerțului internațional:

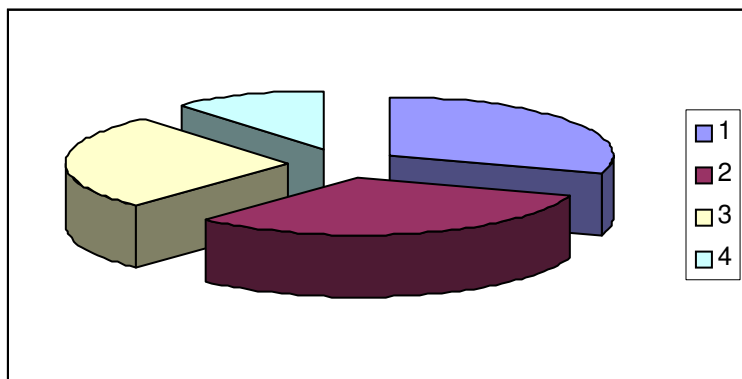
- ❖ Creșterea presiunii asupra unor resurse, inclusiv specii cu valoarea comercială deosebită;
- ❖ Exportul și importul de specii rare, unele pe cale de dispariție;

- ❖ Răspândirea speciilor oportuniste care pun în pericol integritatea ecosistemelor în care ajung în mod accidental (problema speciilor invadatoare);
- ❖ Accesul la resursele create prin metodele biotehnologiei (OMG).

Politica globală privind biodiversitatea se bazează deocamdată pe foarte multe convenții internaționale, programe și organizații. Având în vedere forța crescândă a corporațiilor multinaționale se ridică problema existenței unei *Organizații mondiale a biodiversității* care să reprezinte un partener puternic pentru aceste corporații. Globalizarea este un proces care nu poate fi ignorat și el poate fi astfel dirijat încât să ducă la o mai bună gospodărire a biodiversității. În caz contrar, globalizarea poate ajunge să afecteze integritatea planetei.

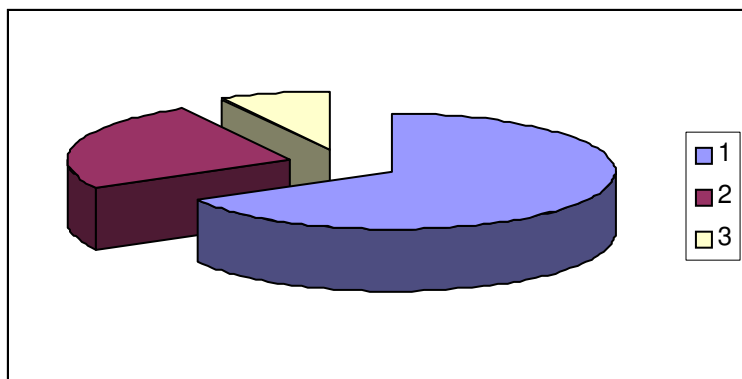
CE ÎNSEAMNĂ BIODIVERSITATEA PENTRU ROMÂNIA?

Matricea ecologică a României



1-teren agricol cultivat (teren arabil); 2-pășuni și alte terenuri cu folosință agricolă; 3-păduri; 4-sisteme urbane.

Distribuția pădurilor



1-păduri din zone montane; 2-păduri de deal; 3-păduri de câmpie

Diversitatea ecosistemelor. Biodiversitatea remarcabilă a României este datorată în principal procentului important (47%) de ecosisteme naturale și seminaturale. Pădurile reprezintă o componentă esențială a biodiversității României; o dovadă a stării lor naturale este dată de prezența a 60% din efectivele populațiilor de urs din Europa și a 40% din efectivele populațiilor de lup. Cu toate că în secolul trecut zonele de pădure s-au înjumătățit, aproape 50% din pădurile existente astăzi sunt încă gospodărite pentru valoarea lor de protejare a mediului (de exemplu protecția bazinelor acvatice, protecția solului și menținerea condițiilor climatice) cât și pentru valoarea lor socială pentru populație și mai puțin pentru producție. Una din cele mai mari zone umede ale Europei, rămasă până astăzi, Delta Dunării, este situată predominant pe teritoriul României. Prin programul CORINE- biotop s-au identificat 783 tipuri de habitate din care 758 sunt habitate terestre. Diversitatea mare de habitate se reflectă și în diversitatea florei și faunei.

PERCEPȚIA PUBLICĂ A CONCEPTULUI DE NATURĂ ȘI A ECOLOGIEI

Foarte mulți oameni, chiar dintre cei mai bine informați, au o percepție greșită a ecologiei moderne mai ales din cauza unor idei perimate care se păstrează încă în literatură. Astfel, o paradigmă mai veche consideră sistemele ecologice ca fiind închise, bine reglate și aflate într-o stare de echilibru. Este vorba de așa numita *paradigmă a echilibrului naturii* care susține că fiecare unitate funcțională se poate conserva păstrându-și o stare foarte apropiată de

starea inițială. Teoria echilibrului naturii nu este o teorie științifică ci mai degrabă un cadru metaforic, cultural, cu rădăcini adânci în tradițiile populațiilor umane.

Paradigma ecologiei moderne acceptă ideea existenței unui punct de echilibru dar *numai la o anumită scară spațio-temporală*. Pe de altă parte, această paradigmă subliniază câteva dintre cele mai importante rezultate ale cercetării ecologice:

- Populațiile, comunitățile, ecosistemele, complexe de ecosisteme sunt străbătute de fluxuri energetice și materiale
- Reglarea lor rezultă în urma perturbărilor frecvente determinate de mediu
- Disponibilitatea resurselor se poate modifica
- Se poate atinge o stare de echilibru dar numai la scări spațio-temporale foarte mari

Natura este foarte dinamică iar starea diferitelor sisteme ecologice este determinată de accidente ale istoriei inclusiv influențele umane, modificările climatului și altele. Noua paradigmă sugerează ideea unui *flux al naturii*, idee utilă pentru înțelegerea existenței a numeroase mecanisme de control, a stării departe de echilibru și a impactului populației umane. Astfel, natura are limite de rezistență și o capacitate de asemenea limitată de revenire după o perturbare majoră.

Dar această acceptare a ideii că natura se află permanent departe de starea de echilibru nu înseamnă și acceptarea nevinovăției omului față de perturbările induse.

În 1988 a avut loc un incendiu catastrofal în Parcul Național Yellowstone iar părerea publicului a reflectat foarte clar o anumită percepție a ecologiei, legată de ideea echilibrului naturii. Parcul fusese puțin exploatat de populațiile indigene, înainte de epoca industrială și deci ar fi păstrat multe caracteristici native. Această modalitate de interpretare a stării complexului de ecosisteme a condus la aplicarea unei politici manageriale care, în cele din urmă s-a dovedit a fi greșită.

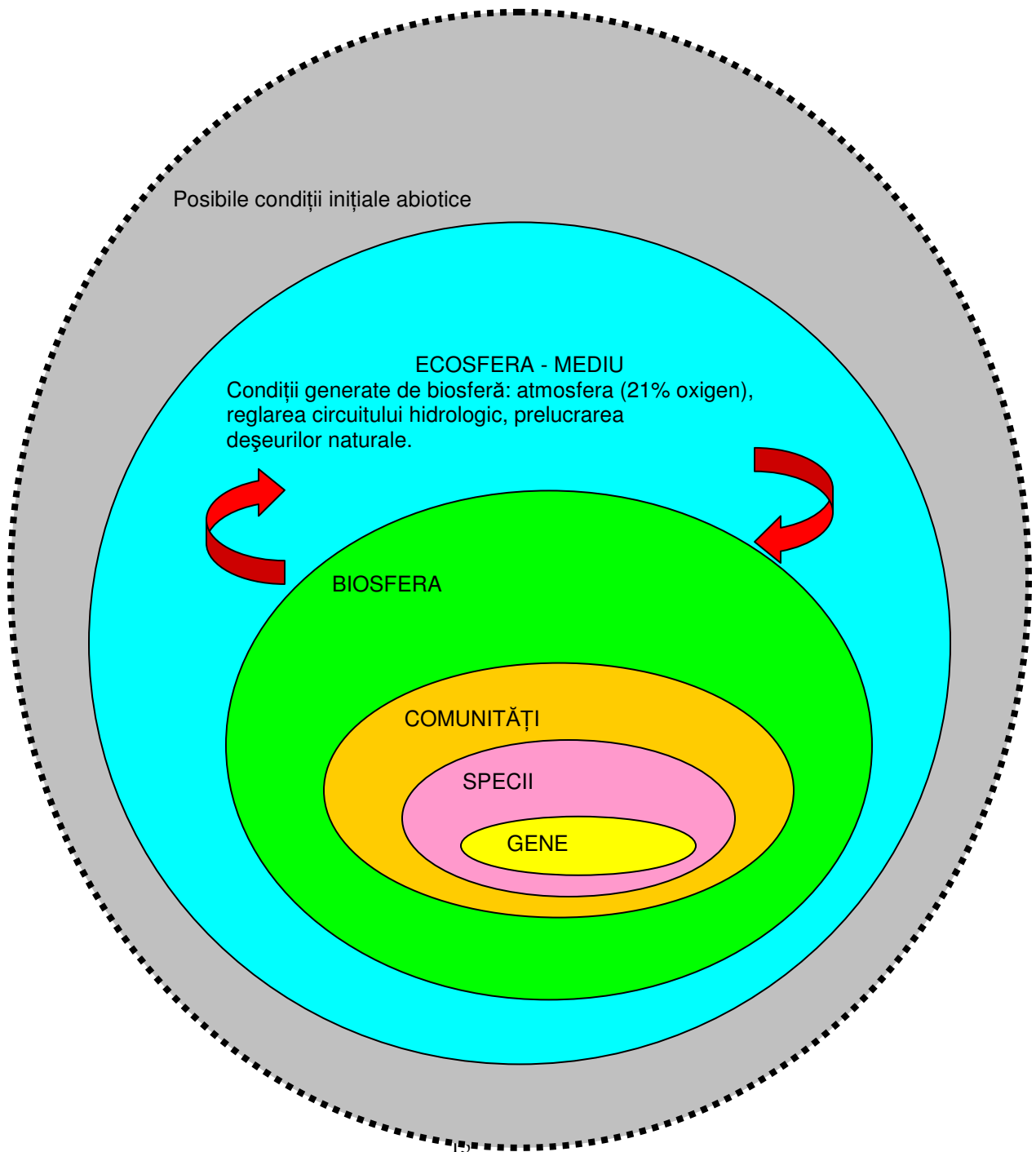
Una din problemele managementului parcului era aceea legată de populația de elani. Bazându-se pe concepția conform căreia plantele și ierbivorele care le consumă formează un sistem bine reglat și că populația umană indigenă nu a afectat în vreun fel peisajului parcului și nici elanii, managerii au adoptat o atitudine pasivă față de aceste mamifere mari. Urmarea, nedorită, a fost că populația de elani a suferit un proces de degradare datorită lipsei controlului asupra excesului de indivizi. Studii ulterioare au demonstrat că totuși, populațiile indigene aveau un anumit rol în controlul populației de elani, control care s-a pierdut mai târziu tocmai datorită lipsei de înțelegere a unor mecanisme de supraveghere, absolut necesare.

O a doua chestiune ilustrată de situația parcului natural mai sus amintit este aceea a acceptării rolului perturbărilor naturale a sistemelor ecologice. Se cunoștea de multă vreme că marile incendii naturale aveau un rol esențial în structurarea vegetației iar măsurile tehnice de prevenire a acestor incendii (gândite în sens managerial) nu au făcut decât să înlăture un factor de control. Prevenirea incendiilor a determinat însă și efecte negative (!): excesul de biomasă vegetală a constituit un adevărat depozit de combustibil care, la un moment dat, scăpat de sub control, a favorizat incendiul catastrofal. Desigur, marele incendiu din 1988 a fost favorizat și de seceta prelungită dar evenimentul a subliniat concluzia că asemenea episoade fac parte din istoria naturală a regiunii.

Înțelegerea proceselor și fenomenelor care determină starea sistemelor ecologice, cu alte cuvinte înțelegerea ecologiei în sine induce pentru cei implicați drepturi dar și responsabilități. Publicul are dreptul să cunoască ceea ce studiază și interpretează ecologii pentru a avea acces la o decizie corectă în privința ofertei politice și sociale. Pe de altă parte, toți cei care se interesează de ecologie trebuie să știe să facă distincția între aspectul științific și cel politic. Din nefericire, ecologia de astăzi se află în situația ingrată de a fi sinonimă, în mintea publicului, cu anumite mișcări politice ("verzii") ori cu anumite filozofii ("environmentalismul") mai degrabă personale. Publicul trebuie să realizeze că știința nu este același lucru cu o mișcare politică iar că cercetătorul, specialistul

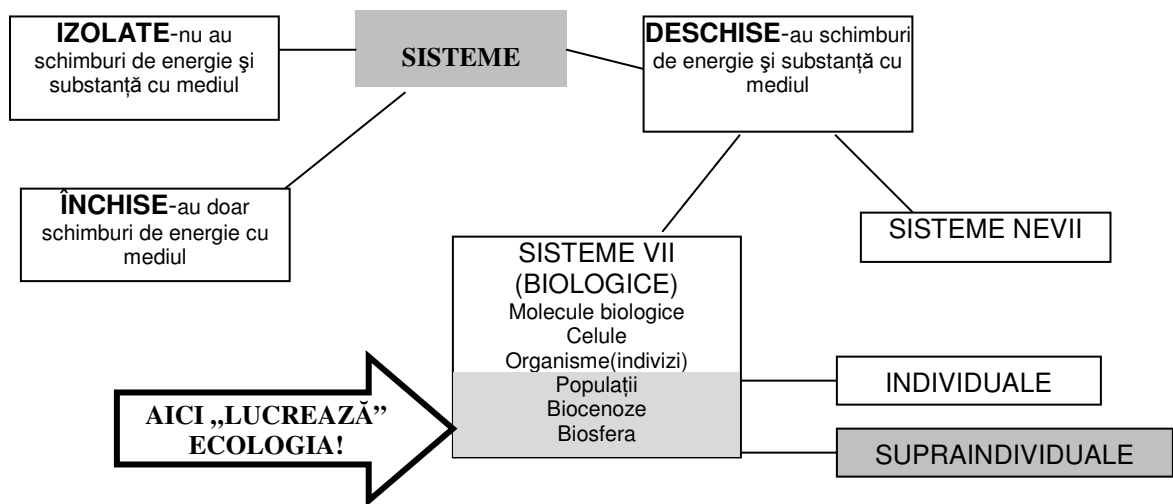
ecolog, nu este obligat să accepte conceptele emise de acele mișcări, partide sau congregații care folosesc în mod emblematic cuvântul ECOLOGIE. Multe din aceste concepte sunt mai apropiate de vechea paradigmă a ecologiei decât de orientările ei moderne.

Abordarea ierarhică a mediului



O responsabilitate deosebită revine mijloacelor de comunicare în masă care au, cum este și firesc, accesul la informația științifică. Un exemplu de interpretare eronată a concluziilor științifice este legat tot de incendiul din Parcul Yellowstone: acest eveniment a fost comparat, în privința efectelor sale, cu un incendiu devastator dintr-un oraș ceea ce a indus în conștiința publicului ideea unui dezastru, a unei adevărate catastrofe.

CLASIFICAREA SISTEMELOR



Mediul de viață al unei biocenoze este biotopul.

Din considerente didactice, studiile prin care este cercetat biotopul sunt separate de cele prin care este cercetată biocenoza fără însă ca aceasta să fie soluția înțelegerii ecosistemului.

Biotopul, ca parte integrantă a ecosistemului, este definit drept totalitatea *condițiilor abiotice* în care se desfășoară existența unei biocenoze și a *resurselor primare* de care depinde existența populațiilor.

Condiții abiotice: temperatură, umiditate, pH, oxigen etc

Resurse primare: lumina solară ca resursă energetică și sărurile minerale, necesare pentru desfășurarea procesului de fotosinteză; apa

Deci, putem folosi biotopul ca un criteriu de clasificare a ecosistemelor:

⇒ Ecosisteme terestre, condițiile abiotice fiind determinate de compoziția și umiditatea aerului, de compoziția solului, de mișcările maselor de aer, de precipitații, temperatură etc

- Ecosisteme arctice și alpine
- Păduri de rășinoase
- Păduri de foioase
- Păduri tropicale
- Ecosisteme de stepă
- Pășuni tropicale și savana
- Deșerturi

⇒ Ecosisteme acvatice, condițiile abiotice fiind determinate de sărurile minerale dizolvate în apă, de cantitatea de oxigen dizolvată în apă, de vâscozitatea apei (de 800 de ori mai densă decât aerul), temperatură, pH etc

- Ecosisteme marine și oceanice
 - ◇ Ecosisteme din largul mării
 - ◇ Ecosisteme din zona platformei continentale
 - ◇ Ecosisteme abisale
 - ◇ Estuare, lagune, recifi de corali
- Ecosisteme dulcicole
 - ◇ Lacuri și bălți
 - ◇ Fluvii, râuri, pâraie
 - ◇ Zone umede

Biotopul este alcătuit din componente ale celor trei sfere anorganice ale Pământului:

*litosfera, hidrosfera și atmosfera. Structura biotopului cuprinde factori geografici, mecanici și chimici, care nu au valori fixe, ci acționează după o anumită dinamică. Astfel, există *variații cu caracter de regim*, pe de o parte, și *perturbări sau "zgomote"*, pe de altă parte.*

Variațiile cu caracter de regim sunt ritmice având astfel un caracter previzibil: de exemplu alternanța zi-noapte, fazele lunii, mareele, viiturile fluviilor, succesiunea anotimpurilor etc.

Biocenoza modifică biotopul, datorită activității permanente a speciilor care o alcătuiesc.

- ◇ Prin pierderile de apă prin transpirație, copacii unei păduri mențin o umiditate mai mare a aerului decât într-un ecosistem agricol; umiditatea pădurii este benefică pentru multe alte specii, atât de plante cât și de animale dar și pentru om.
- ◇ Râmele afânează solul în care trăiesc, favorizând astfel pătrunderea oxigenului și totodată, folosind solul ca hrană, îi mențin o structură fină, necesară dezvoltării bacteriilor, protozoarelor, ciupercilor,
- ◇ Jneapănul fixează stratul subțire de pământ din zona alpină, împiedicând astfel erodarea acestuia din cauza ploilor și vântului.
- ◇ Mâlurile depuse pe fundul bălților sunt aerate datorită mișcării permanente a oligochetelor și larvelor de insecte care trăiesc acolo (fenomenul se numește *bioturbare*).
- ◇ La nivel planetar, vegetația este răspunzătoare de schimbarea fundamentală a compoziției aerului:

Compoziția atmosferei	<i>La începutul existenței Terrei</i>	<i>Înainte de apariția vieții</i>	Astăzi
Bioxid de	98%	50%	0,03%

carbon			
Azot	1,9%	50%	78%
Oxygen	urme	urme	20,9%

Datorită fotosintezei, plantele au modificat raportul dintre gazele atmosferei, crescând cantitatea de oxigen și reducând-o pe cea de bioxid de carbon. Aerul pe care-l respirăm astăzi îl datorăm plantelor.

Această dublă relație dintre biotop și biocenoză poate fi înțeleasă numai în cadrul ecosistemului.

Ecosistemul este un **sistem ecologic** care integrează biotopul și biocenoză. Nu se poate vorbi despre **existența** biotopului în absența biocenozei (este un nonsens!) și nici despre **existența** biocenozei în afara biotopului.

Biocenoză se menține ca sistem deoarece între populațiile diferitelor specii care o alcătuiesc există *relațiile interspecifice*.

În privința ecosistemului, lucrurile sunt mai complicate: biotopul determină o anumită structură a biocenozei iar biocenoză, la rândul ei, modifică biotopul.

Structura ecosistemului cuprinde deci atât **relațiile interspecifice** cât și **relațiile reciproce biotop-biocenoză**.

Ecosistemul se caracterizează prin două procese fundamentale:

- **Fluxul de energie**, inițiat de producători, care preiau energia solară; energia trece de la producători la consumatori și de la producători și consumatori la descompunători iar o parte se pierde sub formă de căldură (respirație). Cantitatea de energie care intră în ecosistem este egală cu cantitatea care iese din ecosistem.
- **Reciclarea nutrienților**, prin preluarea **necromasei** rezultată după moartea producătorilor și consumatorilor, de către descompunători.

Aceste procese reprezintă, de fapt, *funcțiile ecosistemului*.

Având în vedere capacitatea ecosistemelor de a-și menține funcțiile, se face următoarea clasificare:

- (a) *Ecosisteme naturale*: sisteme care se autoîntrețin, depind total de energia solară și reciclează eficient nutrienții minerali; influența antropică este limitată
- (b) *Ecosisteme seminaturale*: sisteme care se autoîntrețin, depind total de energia solară și reciclează eficient nutrienții minerali; influența antropică este mai puternică și constă în exploatarea unor resurse naturale (tăiere de copaci din pădure, pescuit industrial etc)
- (c) *Ecosisteme antropizate*: funcționarea lor depinde de o cantitate de energie (energie auxiliară) pe care o primesc din sistemul economic uman (energia necesară pentru irigarea culturilor agricole, energia necesară pentru întreținerea fermelor zootehnice etc).

Noțiunile de **biotop** și **habitat** nu sunt sinonime, termenul de habitat având o sferă mai largă decât cel de biotop: pe de o parte, habitatul nu este neapărat contrapus unei biocenoze pentru a forma un ecosistem, ci este o caracteristică a unei specii (de exemplu, tigrul populează habitate închise - păduri -, iar leul habitate deschise - savane, semideșerturi, tufărișuri rare), iar pe de altă parte, habitatul cuprinde nu numai factori abiotici, ci și componente biotice (intestinul subțire al omului este habitatul unor viermi paraziți - tenia, limbricul etc).

Nișa ecologică

În natură are loc în permanență o competiție între specii, pentru resursele de hrană, locuri de reproducere și adăpost. Competiția nu trebuie înțeleasă ca o luptă pentru supraviețuire ci ca o adaptare permanentă, ca o “perfecționare” față de condițiile de mediu, astfel încât resursele să poată fi mai bine împărțite între specii.

În ecologia modernă există principiul conform căruia, în urma competiției, nu are loc excluderea unei specii ci, mai degrabă se realizează conviețuirea acestora.

Are loc o specializare a populațiilor care sunt dependente de aceeași resursă: de exemplu, speciile de corcodei (păsări acvatice) din Delta Dunării care se hrănesc cu pește, pescuiesc la adâncimi diferite ale apei și la intervale de timp diferite.

Fiecare specie are o anumită poziție în lanțurile trofice, care reflectă atât compoziția hranei cât și felul în care este folosită ca hrană de alte specii. Ideea “locului” speciei în natură a stat la baza elaborării conceptului de **nișă ecologică**.

Nișă ecologică reprezintă un set de condiții de mediu care asigura supraviețuirea speciilor. Ea cuprinde două elemente:

- ◆ Condițiile propriu-zise de mediu în care trăiește specia;
- ◆ Rolul speciei într-un ecosistem.

Deși cuvântul *nișă* desemnează un loc în spațiu, definiția nișei ecologice nu are în vedere doar acest sens spațial.

Funcțiile unei specii sunt legate de diferiți factori biotici și abiotici de care specia respectivă are nevoie ca să poată trăi. Fiecare din acești factori au anumite valori potrivite pentru specia respectivă, diferite de valorile potrivite altor specii.

Pentru 2 specii de pești fitofagi:

SPECIA A
Temperatura optimă 25oC
pH 7,5-8
Consumă alge
Se reproduce în luna iulie

SPECIA B
Temperatura optimă 20oC
pH 6,5-7,5
Consumă alge și suspensii
Se reproduce în mai-iunie

În multe lucrări, ca și în vorbirea curentă, se folosește noțiunea de “*nișă liberă*”. Ideea este greșită pentru că nișa este creată de specie, nu este preexistentă speciei. Nișa ecologică este creată de specie. Disparația unei specii dintr-o

biocenoză înseamnă și dispariția nișei, adică a tuturor relațiilor interspecifice determinate de indivizii acelei specii.

Nișa unei specii include:

- Spațiul ocupat permanent sau temporar de indivizi (de exemplu, pentru o specie migratoare, traseul de migrație este o componentă a spațiului său vital)
- Hrana folosită în diferite faze ale ciclului de viață
- Prădătorii
- Paraziții
- Condițiile abiotice optime

BIOTOPUL

Biotopul este alcătuit din componente ale celor trei sfere anorganice ale Pământului:

litosfera, hidrosfera și atmosfera. Structura biotopului cuprinde factori geografici, mecanici și chimici, care nu au valori fixe, ci acționează după o anumită dinamică. Astfel, există *variații cu caracter de regim*, pe de o parte, și *perturbări sau "zgomote"*, pe de altă parte.

Variațiile cu caracter de regim sunt ritmice având astfel un caracter previzibil: de exemplu alternanța zi-noapte, fazele lunii, mareele, viiturile fluviilor, succesiunea anotimpurilor etc.

Organismele se adaptează la aceste ritmuri și funcționează conform unor bioritmuri acordate variațiilor cu caracter de regim: migrațiile, intrarea și ieșirea din hibernare, ciclul diurn al activității indivizilor etc.

Prin acțiunea selecției naturale viețuitoarele se adaptează la variațiile cu caracter de regim ale factorilor abiotici care devin astfel limite de toleranță ale populațiilor respective față de factorul dat.

Indivizii care reușesc să suporte în condiții superioare celorlalți fluctuațiile regulate ale factorilor de mediu au șanse sporite de supraviețuire.

Variațiile neperiodice apar pe neașteptate, frecvența și intensitatea lor nu sunt predictibile, astfel încât sunt percepute de către viețuitoare drept catastrofe naturale.

Acestea sunt, de exemplu temperaturile neobișnuit de ridicate sau dimpotrivă exagerat de scăzute, secetele prelungite sau ploile torențiale, uraganele, valurile neobișnuite (ca de exemplu cele provocate de erupțiile vulcanilor submarini) etc. Deoarece depășesc limitele de toleranță ale populațiilor de viețuitoare, variațiile neperiodice ale factorilor abiotici elimină un număr catastrofal de mare de indivizi, indiferen de adaptările acestora.

Variațiile neperiodice sunt factori limitanți ai distribuției viețuitoarelor.

Factorii geografici se referă la caracteristicile și relațiile spațiale ale unui ecosistem: poziția geografică, altitudinea, expoziția geografică, morfologia ecosistemului.

Această categorie de factori abiotici exercită o influență indirectă asupra ecosistemului, prin imprimarea unor particularități altor factori ecologici: lumina, temperatura, umiditatea ș.a.

Poziția geografică pe glob (latitudinea și longitudinea) imprimă ecosistemului caracteristicile specifice zonei climatice în care acesta este situat. România este situată în zona de climă temperată.

Altitudinea “nuanțează” condițiile generale date de zona climatică. Urcând pe culmile Carpaților se întâlnesc condiții de climă mai aspre decât la șes, amintind de cele din taigaua siberiană și chiar de cele din tundra polară.

Expoziția geografică joacă un rol extrem de important în numeroase ecosisteme. Ecosistemele situate pe pante cu expuneri diferite la soare sau față de vânturile dominante se deosebesc profund între ele. Pentru a vă convinge examinați în teren sau pe hartă vegetația de pe două pante montane cu expoziție opusă (nord-sud, sau est-vest).

Morfologia ecosistemului este de asemenea un factor care influențează profund desfășurarea vieții biocenozelor. Gradul de sinuozitate al liniei țărmului este de exemplu un factor cu repercursiuni profunde asupra vieții dintr-o baltă.

Factorii mecanici sunt reprezentați de efectele mișcării aerului (vântul) și apei (curenți, valuri).

Vântul reprezintă mișcarea maselor de aer (*curenți aerieni*), care de cele mai multe ori se produc paralel cu suprafața pământului. Condițiile locale de presiune, temperatură, relief determină variații în direcția, viteza, forma curenților de aer.

Din punct de vedere ecologic se disting vânturi regulate, cu caracter de regim (alizee, brize, musoni, crivățul etc.) și vânturile cu caracter de perturbări, lipsite de regularitate (furtuni, uragane).

Există numeroase specii cu adaptări diverse la acțiunea vântului. Pentru multe plante acesta este factor de transport al polenului (conifere, graminee etc.) și al semințelor (plop, pădărie etc.). Există însă și multe nevertebrate mărunte care se răspândesc pasiv cu ajutorul vântului (păianjeni, omizi etc.), în timp ce multe păsări bune zburătoare se folosesc de curenții de aer pentru a plana timp îndelungat, economisind astfel energia consumată în zbor. Rezistența la forța vântului se observă la tulpina plantelor, care conține țesuturi mecanice.

Mișcările apei se întâlnesc nu numai la **apele curgătoare** (unde există curentul generat de sensul de scurgere al apei sub efectul gravitației), ci și la apele stătătoare, caracterizate de **curenți orizontali și verticali (de convecție), valuri, oscilații de nivel**.

Animalele din **apele curgătoare** cu un curent puternic prezintă **adaptări** pentru a evita antrenarea lor în aval:

- corp turtit dorso-ventral;
- fixarea de substrat cu cârlge, ventuze etc.;
- construirea de căsuțe grele din nisip, pietriș, resturi vegetale, care servesc atât ca lest cât și ca adăpost;
- reducerea dimensiunilor corpului, în comparație cu speciile înrudite care trăiesc în alte condiții.

Factorii fizici sunt temperatura, focul, lumina, apa și umiditatea.

Temperatura este unul dintre factorii abiotici fundamentali, care are de regulă caracter de regim pentru că întreaga gamă de fluctuații pe care o prezintă este dependentă de poziția geografică pe glob, de expoziție, altitudine etc. Există însă și oscilații termice cu caracter de zgomot, neregulate și excepționale.

Pentru majoritatea organismelor limitele de temperatură între care pot supraviețui sunt restrânse. Majoritatea viețuitoarelor au temperatura corpului variabilă și dependentă de mediul ambiant și de aceea se numesc poikiloterme sau ectoterme, în contrast cu homeotermele sau endotermele (păsările și mamiferele) la care procesele metabolice sunt suficient de active încât să asigure menținerea constantă a temperaturii corpului.

Dezvoltarea ectotermelor este dependentă de temperatura mediului ambiant, conform ecuației:

$$S = (T-K)D,$$

unde S = suma temperaturilor zilnice eficiente (adică temperatura zilnică minus temperatura zero a dezvoltării), T = temperatura la care se află organismul, K = temperatura zero a dezvoltării (temperatura minimă de la care începe dezvoltarea respectivei specii), iar D = numărul de zile necesar pentru dezvoltare.

Constanta K (temperatura zero a dezvoltării) este o caracteristică a populației (speciei), astfel încât în același biotop o specie de insecte este capabilă să producă 2-3 sau chiar mai multe generații într-un an, în timp ce altă specie, mai pretențioasă față de temperatură, nu dă decât o singură generație pe an.

Pe de altă parte, o specie care la se produce 2-3 generații pe an (de exemplu gândacul din Colorado, binecunoscutul dăunător al cartofului), nu reușește să producă decât o singură generație pe an la munte, unde temperatura medie anuală este mai scăzută.

Din același motiv, în anii cu temperaturi ridicate se înmulțesc mult anumiți dăunători pretențioși la temperatură, în timp ce în anii cu temperaturi scăzute aceste specii nu crează probleme.

Focul este - contrar aparențelor - nu doar un factor distructiv, ci și un puternic element de control al structurii anumitor ecosisteme.

Savanele africane își mențin fizionomia caracteristică cel puțin în parte datorită incendiilor naturale (deși în ultimele secole contribuția omului la declanșarea acestor incendii nu este de neglijat): în lipsa focului, arborii s-ar îndesi și savana s-ar transforma într-un teren mai mult sau mai puțin împădurit. Incendiile naturale periodice sunt importante și în controlul structurii biocenozelor de stepă, precum și în cazul anumitor tipuri de păduri.

Lumina este porțiunea vizibilă a radiațiilor electromagnetice, cu lungimea de undă cuprinsă între 4000 - 7000 °Å. Importanța ecologică a luminii este dublă - energetică și informațională. Radiațiile luminoase permit percepția informațiilor din mediul înconjurător pe cale vizuală, prin intermediul organelor vizuale. Din punct de vedere energetic, lumina solară stă la baza vieții de pe Pământ prin producția primară realizată de plantele verzi prin procesul de fotosinteză

Alternanța zi-noapte, precum și lungimea diferită a zilei corelată cu mersul anotimpurilor din zonele neecuatoriale a dus la reacții complexe cunoscute sub numele de fotoperiodism. Viețuitoarele "știu" când vine iarna sau primăvara pe baza modificării lungimii zilei, astfel încât toamna se pregătesc pentru iernare, iar primăvara pentru cuibărit, reproducere etc.

Apa și umiditatea sunt indispensabile vieții: toate procesele metabolice se desfășoară în prezența apei. Dacă în ecosistemele acvatice apa nu poate deveni un factor limitant (însă calitatea acesteia poate fi extrem de importantă!), în ecosistemele terestre apa este răspândită extrem de neuniform. Principalele surse de apă pentru ecosistemele terestre sunt precipitațiile, umiditatea aerului, apa subterană și din sol.

Umiditatea aerului este determinată de cantitatea de vapori din atmosferă. Umiditatea atmosferică, împreună cu precipitațiile și apa din sol (a cărei cantitate este la rândul ei influențată de natura solului) se află într-o strânsă interdependență și joacă un rol hotărâtor în determinarea tipului de vegetație care se instalează în respectivul ecosistem.

Factorii chimici sunt compoziția ionică, salinitatea, oxigenul și concentrația ionilor de hidrogen (pH-ul).

Compoziția ionică a biotopului este un important factor ecologic pentru desfășurarea fotosintezei care la rândul său stă la baza producției primare a ecosferei. Principalii nutrienți minerali fără care producția vegetală nu este posibilă sunt azotul, fosforul și potasiu.

Apa marină conține mai mulți cationi (în ordinea ponderii aceștia sunt: sodiu Na^+ , magneziu Mg^{++} , calciu Ca^{++} , potasiu K^+ , stronțiu Sr^+) și anioni (enumerați tot în ordinea ponderii lor: clor Cl^- , sulfat SO_4^- , brom Br^- , carbonat CO_3^-).

Apele dulci prezintă o compoziție ionică total diferită de anioni (carbonat, sulfat, clor) și cationi (calciu, magneziu, sodiu, potasiu). Pe de altă parte, concentrația în ioni a apelor dulci este extrem de variabilă în timp și spațiu, comparativ cu compoziția oceanului planetar care este extrem de stabilă.

Salinitatea reprezintă greutatea elementelor solvite exprimată în grame; experimental, salinitatea se determină în vacuum, la 480°C . Apa marină standard are o salinitate de 35 g/l. În Marea Neagră, datorită aportului de apă dulce al unor fluvii mari (Dunăre, Nipru, Nistru), salinitatea apelor de suprafață se reduce la 17-18%;

Oxygenul se găsește în straturile inferioare ale atmosferei în concentrația constantă de 20,95%, astfel încât nu constituie un factor limitativ pentru ecosistemele terestre. Dificultăți de aerare apar doar în medii extreme - la marile altitudini, unde presiunea atmosferică scade, sau în sol unde în funcție de adâncime și de porozitatea solului cantitatea de oxigen poate să se reducă.

Pentru ecosistemele acvatice cantitatea de oxigen disponibilă organismelor suferă importante fluctuații, atât cu caracter de regim, cât și cu caracter de zgomot. Alături de temperatură și salinitate, oxigenul este principalul factor abiotic de control al ecosistemelor acvatice.

Solubilitatea oxigenului în apă este relativ scăzută și este puternic influențată de temperatură, salinitate și presiunea atmosferică. Fluctuațiile în timp și spațiu ale concentrației oxigenului dizolvat în apă este însă puternic influențată și de alți factori biotici și abiotici:

- eliberarea oxigenului de către macrofitele acvatice și fitoplancton, în procesul de fotosinteză;
- consumul de oxigen de către toate organismele acvatice, în procesul de respirație;
- adâncimea și stratificarea apei;
- mișcările apei (curgere, curenți, valuri, convecție termică etc.);
- încărcătura apei în substanță organică;
- încărcătura apei cu agenți puternic reducători (H_2S , FeS etc.).

BIOCENOZA

Biocenoza este alcătuită din populații legate teritorial și interdependente funcțional, astfel încât se produce acumulare, transformare și transfer de substanță, energie și informație. Între diferitele populații componente ale biocenozei există relații interspecifice.

În același timp, între indivizii aceleași populații există relații intraspecifice.

Structura biocenozei se referă nu numai la elementele sale componente, ci și la relațiile spațiale și temporale dintre aceste elemente. Speciile biocenozei aparțin la trei mari grupe funcționale: producători, consumatori și reducători (descompunători).

Pentru aprecierea rolului diferitelor populații în funcționarea biocenozei, proporțiile acestora trebuie exprimate atât numeric cât și în biomasă.

Organismele mici, deși au o biomasă totală mai redusă, au o activitate metabolică mai intensă și determină desfășurarea mai rapidă a proceselor de mineralizare, în timp ce organismele mari au un rol mai important în acumularea de biomasă.

Alte componente importante ale structurii biocenozei sunt distribuția în spațiu a populațiilor și dinamica în timp a tuturor parametrilor biocenozei.

Indicii structurali ai biocenzei servesc la caracterizarea cantitativă a acesteia: frecvența, abundența relativă, dominanța, constanța, fidelitatea, indici de afinitate biocenotică, echitabilitatea, diversitatea speciilor.

Relațiilor specifice biotop-biocenoză

Circulația substanțelor prin ecosistem formează cicluri biogeochimice locale. La nivelul ecosferei există cicluri biogeochimice globale. Ciclurile biogeochimice sunt dependente (calitativ și cantitativ) de structura biocenozelor și a biotopului.

Structura trofică are un rol preponderent deoarece lanțurile trofice reprezintă căile principale ale circuitului biogeochimic. Energia solară fixată de ecosistem prin intermediul producătorilor primari este cea care pune în mișcare circuitul biogeochimic. Particularitățile biotopului imprimă trăsături specifice circulației de substanță, energie și informație prin biocenoză.

Astfel, de exemplu în *lacuri*, biotopul influențează biocenoză prin cantitatea disponibilă de *nutrienți anorganici* - în primul rând fosforul și azotul. Sursele de alimentare și circuitul local diferă de la un nutrient la altul.

Fosforul este antrenat în apa lacului de apele curgătoare care se varsă în el și provine din surse multiple:

- dezagregare rocilor eruptive (apatita);
- îngrășămintele administrate pe terenurile agricole
- scurgeri menajere
- anumite cantități de nutrienți ajung în lacuri odată cu apa din precipitații;
- peștii care migrează din mări și oceane în apele dulci (somonii, de exemplu) constituie o sursă însemnată de fosfor.

Cea mai mare cantitate de fosfor din ecosistemul lacului este încorporată în biomasă sau fixată pe suspensii; în apa lacului este dizolvat 35-40% din fosforul total existent în ecosistem. Fosforul din lac este antrenat în circuitul biogeochimic local care constă din două cicluri interconectate:

- circuitul biologic determinat de metabolismul algelor din fitoplancton;

- circuitul geochimic determinat de interacțiunea sedimentelor cu compușii fosforului dizolvați în apă.

Circuitul biologic este rapid (cca. 10 zile vara și cam 30 zile iarna): fosforul asimilat de către fitoplancton este mineralizat rapid după moartea viețuitoarelor prin intervenția bacteriilor de pe fundul lacului; fosforul astfel eliberat este din nou asimilat de către plante. Prin consumarea alegelor de către zooplancton și apoi a acestuia de către pești, fosforul circulă prin întreaga rețea trofică. În funcție de dinamica biocenozei, cantitatea de fosfor dizolvat este aproape de zero (când algele se înmulțesc în masă), sau atinge cote maxime în perioadele anului nefavorabile dezvoltării fitoplanctonului.

O parte din fosforul ajuns pe fundul apei este antrenat în *circuitul geochimic* fiind inclus în compuși humici stabili, sau, mai ales, absorbit de particulele de argilă. Ciclul geochimic este mult mai lent decât cel biologic. Eliberarea fosforului din sediment depinde de condițiile existente pe fundul lacului.

leșirile fosforului din ecosistemul lacului se realizează prin:

- fixarea definitivă în sedimente;
- scurgerea odată cu apa efluenților.

În concluzie, carența de fosfor constatată la analizarea compoziției chimice a apei unui lac poate avea cauze diferite și contradictorii:

- există o slabă aprovizionare a biotopului cu acest nutrient, astfel încât productivitatea biocenozei este scăzută;
- circuitul biologic este foarte rapid, algele incorporând imediat cantitățile mineralizate de către bacterii; această biocenoză poate fi foarte productivă.

Azotul ajunge în apa lacului prin multiple căi:

- dizolvarea azotului atmosferic în apă (15 mg/l la 20 °C);
- oxizii de azot rezultați din descărcările electrice sunt antrenați de precipitații (până la 1 mg/l apă de precipitație);

- apele care alimentează lacul (afluenți, scurgeri de suprafață) transportă azotul sub formă de compuși amoniacali, azotați și azot organic (dizolvat sau din detritusul organic antrenat de curent).

Ajuns în apa lacului azotul intră pe mai multe căi în circuitul biogeochimic:

- azotul liber dizolvat poate fi parțial fixat de către unele alge și bacterii;
- compușii azotului dizolvați în apa sunt în parte preluați de către alge și bacterii, iar altă parte este fixată în sedimente; plantele utilizează în primul rând compușii amoniacali și abia după consumarea acestora sunt utilizați și azotați; cca. 13% din greutatea uscată a algelor este reprezentată de azot;
- după moartea algelor, cea mai mare parte a azotului este reciclat de către bacterii, iar o parte poate ajunge în sedimente; mineralizarea azotului se face în mai multe etape, care sunt reversibile (amoniac <-> azotiți <-> azotați <-> azot molecular)

Circuitul algal și bacterian determină reciclarea azotului de 10-20 ori pe an.

Pierderile de azot din ecosistemul lacului apr din aceleași cauze ca și în cazul fosforului: fixarea în sedimente, sau pierderea de detritus organic și de plancton viu, care este transportat de apele care curg din lac; o parte se pierde și prin acțiunea de denitrificare a unor grupe de bacterii care eliberează azotul molecular din azotați.

Ecosistemele terestre sunt mult mai complexe decât cele acvatice și de aceea mai puțin studiate. Între cele două tipuri de ecosisteme există deosebiri însemnate în privința ciclurilor biogeochimice locale.

Pentru ecosistemele acvatice apa nu constituie un factor limitativ, în timp ce în ecosistemele terestre apa reprezintă substratul circuitului majorității nutrienților.

În ciclurile biologice terestre apare o importantă stocare (acumulare) a nutrienților în țesuturile mecanice de lungă durată ale plantelor (trunchiuri, rădăcini); acest fenomen este deosebit de accentuat în ecosistemele forestiere.

Reciclarea elementelor la plantele lemnoase este mult mai lentă decât la plantele acvatic.

Relațiile trofice din cadrul biocenozei

Structura trofică a unei biocenoze reprezintă rezultatul relațiilor de nutriție dintre speciile componente. Speciile biocenozei depind trofic unele de altele și nu pot exista independent. Din punct de vedere funcțional se disting trei mari categorii de specii: producători, consumatori și descompunători.

Producătorii de substanță organică (sau *producătorii primari*) sunt reprezentați de organismele autotrofe: în primul rând plantele verzi, apoi bacteriile fotosintetizante și, în al treilea rând, bacteriile chemosintetizante. În cadrul procesului de fotosinteză, plantele verzi convertesc cu ajutorul clorofilei energia solară în energia legăturilor chimice ale substanțelor organice pe care le sintetizează din compuși anorganici ai biotopului (apă, dioxid de carbon, compuși cu azot, cu fosfor etc.).

Consumatorii sunt reprezentați de animalele din biocenoză și, în funcție de hrana consumată se disting:

- consumatori primari
- consumatorii secundari
- consumatori terțiari și de ordin superior

La aceste categorii de consumatori se adaugă câteva tipuri de consumatori specializați în valorificarea substanței organice moarte pregătind-o astfel pentru intervenția mai eficientă a celui de al treilea compartiment trofic major al biocenozei (descompunătorii):

- detritofagii - animale (viermi, miriapode, crustacei, moluște, acarieni, insecte) care se hrănesc cu substanță organică moartă (detritus organic), grăbind astfel descompunerea acesteia;
- necrofagii - animale specializate în consumarea de cadavre;
- coprofagii - animale specializate în consumarea dejecțiilor altor animale (în special cele provenind de la ierbivore);

- saprofagii - ciuperci (fungi) care se hrănesc prin absorbția substanțelor nutritive din materia organică moartă de proveniență vegetală sau animală.

Descompunătorii sunt reprezentați prin bacteriile și funghi care degradează substanțele organice provenite din cadavre, excremente sau alte deșeuri organice

Nivelul trofic este definit ca grupa de specii (populații) care se situează la aceeași distanță față de producătorii primari, care constituie primul nivel trofic. Pe al doilea nivel trofic se situează fitofagii și detritofagii, pe al treilea nivel consumatorii de ordinul II ș.a.m.d. Nivele trofice nu reprezintă o clasificare a speciilor, ci a funcțiilor trofice ale acestora.

Prin regimul lor de hrană multe specii sunt plurifuncționale, situându-se concomitent pe mai multe nivele trofice. După cum există animale omnivore - care se hrănesc atât cu produse de origine animală cât și produse de origine vegetală - există și plante verzi carnivore (de exemplu, roua-cerului, otrățelul-de-baltă), care fac fotosinteză în mod normal, însă deoarece trăiesc în medii sărace în săruri minerale (turbării, de exemplu), își completează necesarul de săruri minerale capturând și digerând animale mărunte, îndeosebi insecte. În asemenea cazuri specia trebuie încadrată la mai multe nivele trofice, în proporții corespunzătoare cu cele ale surselor de biomasă consumate.

Piramida trofică (piramida ecologică) este reprezentarea grafică a nivelelor trofice în funcție de numărul de indivizi (*piramida numerelor*) sau a biomasei acestora (*piramida biomaselor*).

Piramida energetică exprimă raporturile dintre nivelele trofice prin producția biologică.

Lanțurile trofice sunt căile prin care se produce transferul de substanță și energie prin ecosistem. Numărul de verigi ale lanțurilor trofice este variabil, în general variind între 3-4 și 5-6.

Rețeaua trofică este rezultanta interconectării lanțurilor trofice din biocenoză. În natură, practic nu există populație care să consume un singur fel de hrană sau

să aibă un singur dușman. Astfel, substanța, energia și informația circulă prin ecosistem printr-un păienjeniș complex de relații multilaterale contradictorii.

Persistența și prosperitatea unei populații depinde de nenumărate interacțiuni de care de regulă nu devenim conștienți decât în momentul în care ceva nu funcționează conform așteptărilor.

Este binecunoscut exemplul trifoliului introdus de coloniștii britanici în Noua Zeelandă unde cultura acestei valoroase plante furajere a decurs în condiții excelente datorită climei asemănătoare. Singura problemă era că în Noua Zeelandă trifoiul înflorește, dar nu producea semințe, datorită lipsei insectelor polenizatoare (bondarii). În condițiile în care transportul pe corăbii dura luni de zile și cantitățile de semințe transportate erau limitate, prețul acestora era enorm la antipodi, astfel încât s-a găsit o soluție mai economică: în Noua Zeelandă au fost introduși bondarii, care s-au aclimatizat în bune condiții și au asigurat producția locală de semințe.

Studiul lanțurilor trofice este deosebit de laborios și se face prin diverse metode, cum ar fi:

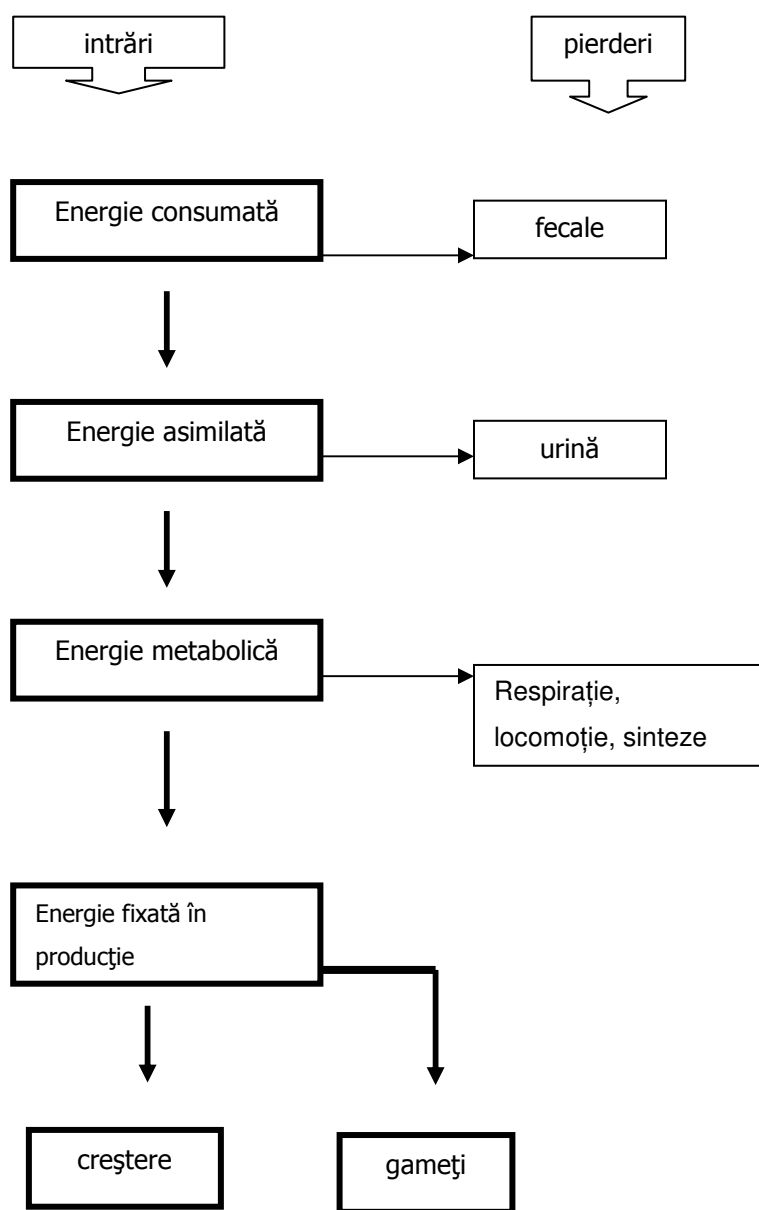
- observația directă;
- analiza conținutului tubului digestiv;
- analiza resturilor de hrană ale răpitoarelor;
- metoda izotopilor radioactivi, folosiți în marcarea resursei trofice.

INTERACȚIUNI-INTERRELAȚII

Nevoi fundamentale pentru orice organism:

- ❑ Procurarea apei (apa este absolut necesară pentru a exista mediul în care se desfășoară reacțiile chimice)
- ❑ Procurarea hranei (pentru asigurarea energiei și pentru substanțele care intră în lanțul de reacții chimice)

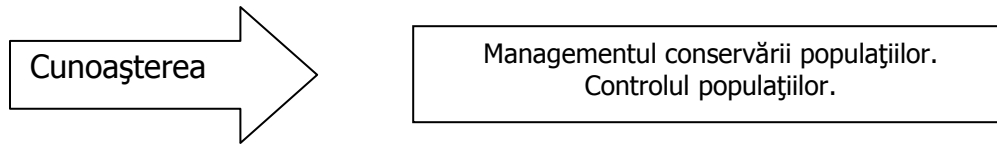
Schema de alocare a resurselor de energie



Energia necesară creșterii	+	Energia necesară pentru producerea gameților	=	Energia - Respirație asimilată
-------------------------------	---	---	---	-----------------------------------

Schema de mai sus este valabilă și pentru modelul de alocare a nutrienților (azot și fosfor).

Toate organismele își dezvoltă strategii care să le asigure accesul la resurse (adesea insuficiente) și spațiu vital.



COOPERAREA

Strategia cooperării: împărțirea costurilor generate de procurarea resurselor.

Cooperarea intraspecifică

- Grupul de leoaice are mai multe șanse în capturarea prăzii decât indivizii izolați
- Pescuitul în grup al pelicanilor
- Atacul în grup al furnicilor asupra unui intrus în colonie

Rolul comunicării prin semnale vizuale sau acustice și feromoni în menținerea relațiilor dintre indivizi.

Cooperarea interspecifică

Relații de tip mutualist – beneficiu pentru toți partenerii

- Plante-insecte polenizatoare (sau alte grupe cu rol de polenizatori – lilieci, mamifere mici, păsări)
- Simbioze – lichenii

Relații de tip comensalism - carnivore mari și păsări hoitare

COMPETIȚIA

Strategia competiției: creșterea adaptabilității în procurarea resurselor; competiția este procesul care fundamentează teoria selecției naturale.

Clasificarea tipurilor de competiție

a. competiție intraspecifică și competiție interspecifică

b. după natura competiției:

- competiție chimică (producere de substanțe toxice care îndepărtează competitorii)
- competiție de consum (pentru hrană)
- competiție de rezistență (apărarea fizică a unei resurse, prin agresiune)
- competiție prin supracreștere (dominarea competitorului prin număr și dimensiuni)
- competiție de asigurare (colonizarea rapidă a unui spațiu disponibil)
- competiție teritorială (apărarea teritoriului, a zonelor de împerechere și hrănire)

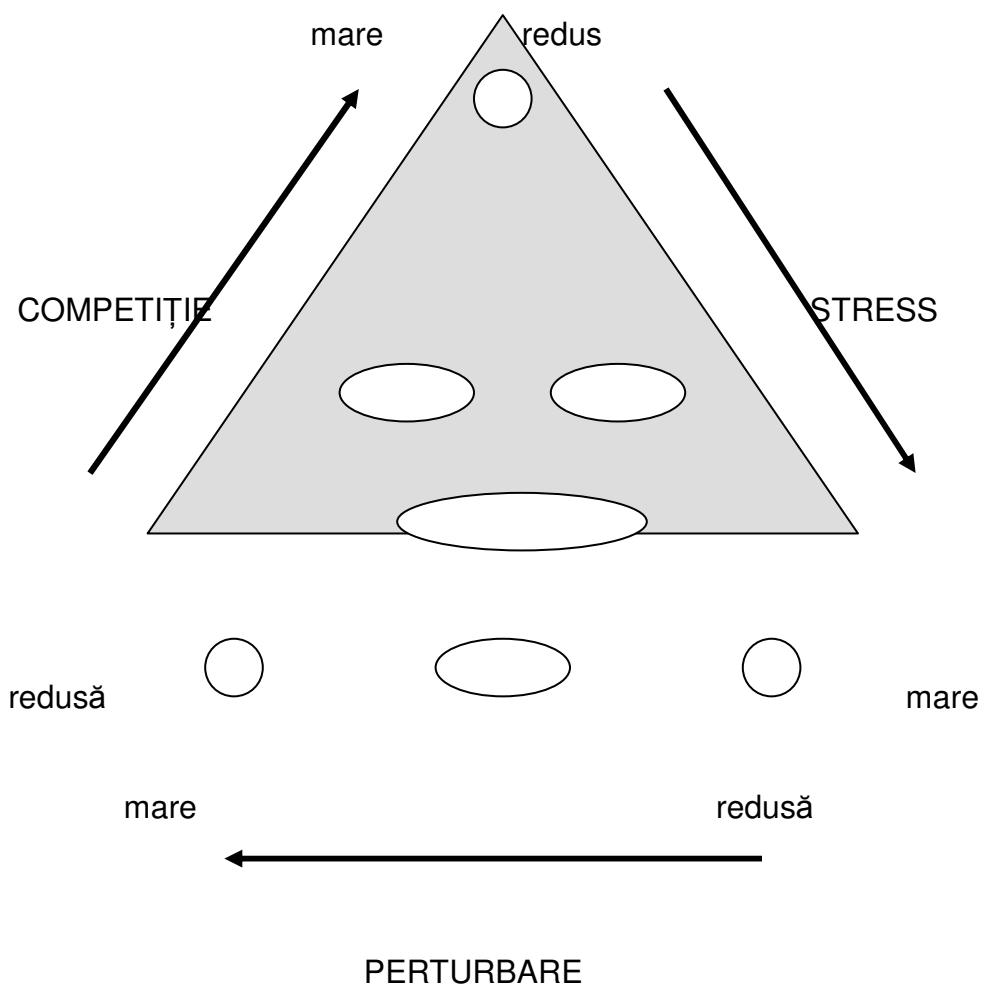
Rezultatul competiției:

- excludere
- adaptare reciprocă

Strategii competitive:

- strategie de tip ***r*** – număr mare de urmași, reproducere rapidă, viață scurtă
- strategie de tip ***k*** – număr mic de urmași, îngrijirea puilor, rată de reproducere lentă, viață lungă

Clasificarea strategiilor de achiziționare a resurselor, caracteristice plantelor
(clasificarea lui Grime):



R – plante ruderaale; strategie r; buruieni; cresc bine în habitate perturbate; ciclu scurt de viață;

C - plante competitive; prezente în habitate nederanjate, bogate în resurse; elimină alte plante prin creștere rapidă;

S – plante care tolerează stress-ul; cresc încet, suportă soluri sărace.

Între aceste tipuri există multe alte tipuri intermediare.

RELAȚII DE TIP CONSUM (Plantă – erbivor, pradă – prădător, gazdă – parazit)

Prođuși metaboloți sekundari la plante, cu rol de apărare: compuși cu azot (alcaloizi), terpene, fenoli.

Strategii de apărare la animale:

- agresiunea
- colorația aposematică (colorație de avertizare)
- apărare chimică (secreții toxice)
- criptobioză (camuflaj)
- mimetism (batesian – imitarea unui organism dotat cu mijloace de apărare; mullerian —imitarea formei și culorii organismului prevăzut cu mijloace de apărare)
- polimorfism (prădătorul nu recunoaște un grup)

LANTURI TROFICE. CATEGORII DE ORGANISME DIN ECOSISTEM.

Prin descrierea unui lant trofic se precizeaza drumul pe care energia il strabate printr-o comunitate si relatiile trofice dintre unele specii ale comunitatii. Cand plantele sunt consumate, energia care a fost fixata prin procesul de fotosinteza trece la alte organisme numite **heterotrofe** . Consumatorii sunt denumiti cu un termen general **producatori secundari** si ei depind in ultima instanta de productia plantelor.

Heterotrofele pot fi incadrate in diferite **nivele trofice** in functie de ceea ce folosesc ca hrana. **Consumatorii primari** se mai numesc **ierbivori**. Desi vegetatia este abundenta nu se poate spune ca ierbivorele beneficiaza de prea multa energie. Tesuturile vegetale sunt in general sarace in azot dar bogate in celuloza care este greu digerabila. Hrana vegetala este adesea de calitate slaba

si necesita eforturi pentru a o digera (inclusiv un tractus digestiv foarte lung). Aceasta inseamna ca **eficienta asimilatiei** ierbivorelor este redusa. Unele ierbivore prefera acele parti ale plantei care sunt mai nutritive sau mai usor de digerat, cum ar fi lastarele tinere sau mugurii. Seminivorele (consumatoarele de seminte) beneficiaza de o hrana bogata in hidrati de carbon si uleiuri. Acestea beneficiaza de o hrana usor de digerat , cu o concentratie mare de azot care altfel ar alimenta procesul de germinatie. Alte ierbivore au gasit calea de a folosi energia continuta intr-o biomasa greu de digerat.

Carnivorele reprezinta categoria consumatorilor secundari sau tertari si ele folosesc energia ierbivorelor sau a altor animale. Carnea contine in primul rand proteine si grasimi care pot fi usor degradate si care sunt bogate in nutrienti importanti. Carnivorele au un tractus digestiv scurt si pot digera hrana relativ rapid. Totusi ele consuma multa energie pentru capturarea prazii, cost care pentru ierbivore este minim.

Observatie. Strategiile diferite ale ierbivorelor si carnivorelor pentru procurarea hranei se reflecta in diversitatea de relatii din biocenoza. Aceste strategii sustin structurile disipative ale ecosistemului.

Omnivorele nu pot fi incadrate intr-un lant trofic liniar si energia nu formeaza o succesiune simpla de secvente. Strategia omnivorelor este cu atat mai complexa cu cat unele din ele pot consuma plante sau animale moarte (scavengeri). Un **scavenger** (hoitar) deturneze energia dintr-un lant trofic bazat pe descompunere aducand-o intr-un alt lant trofic bazat pe ierbivore.

Se pot distinge doua cai principale de scurgere a energiei printr-un ecosistem:

1. de la ierbivore la carnivore (**grazing food chain**)
2. de la descompunatori la carnivore (**decomposer food chain**)

Aceste doua categorii de lanturi trofice sunt permanent interconectate. Cantitatea de energie care se scurge pe aceste cai depinde de tipul de ecosistem. In multe ecosisteme o mare parte a productiei primare intra in lanturile trofice ale descompunatorilor Totusi, in unele ecosisteme acvatice o proportie insemnata a fitoplanctonului este consumata de ierbivore. Dimpotriva, in ecosistemele

terestre, doar 10% din productia primara este utilizata de ierbivore. Ceea ce ramane (cantitatea globala este de 103,5 miliarde tone) alimenteaza lanturile trofice ale descompunatorilor. Astfel, aceste lanturi trofice sunt cele mai importante cai prin care enrgia trece in restul ecosistemului.

EFICIENTA ENERGETICA

Datorita faptului ca o buna parte din productia fiecarui nivel trofic este folosita de descompunatori, **retelele trofice descompunatoare** sunt cele mai mari componente ale ecosistemelor. Plantele produc celuloza si lignina care sunt greu de digerat. Animalele produc cochilii, valve, par,gheare, copite care trec netransformate prin tractul digestiv al consumatorilor. Deoarece implica o transformare, orice transfer al energiei de la un organism la altul duce inevitabil la unele pierderi de energie.Din energia care este asimilata o mare parte este utilizata in procesele metabolice - formarea, mentinerea si degradarea celulelor.

Eficienta asimilatiei = energia asimilata (A) / energia consumata (C)

Aceasta ecuatie exprima proportia de energie preluata de un consumator din hrana (dieta) sa. In mod similar se poate calcula eficienta fotosintezei folosindu-se ca baza cantitatea de energie care ajunge la suprafata frunzelor.

Simpla extensie a ecuatiei de mai sus ne permite sa estimam cata din energia consumata este fixata in noi tesuturi:

Eficienta productiei = energia fixata in tesuturi (P) / energia consumata (C)

Cantitatea de enrgie asimilata care este convertita in tesuturi exprima eficienta cresterii:

Eficienta cresterii = energia fixata in tesuturi (P) / energia asimilata (A)

Eficienta ecologica depinde de costurile metabolice. Astfel, homeotermele (endotermele) - pasarile si mamiferele, au costuri metabolice foarte mari care pot ajunge la 90 % din energia lor, folosita pentru mentinerea temperaturii corpului la valori constante. Poikilotermele (poikilos = variat) sau ectotermele pot folosi o

mai mare parte din energie pentru productie ele neavand aceste costuri de mentinere a temperaturii corpului la valori constante.

In general, cu cat organismele se afla mai aproape de capatul lantului trofic eficienta asimilatiei este mai mare mai ales datorita calitatii hranei. Ierbivorele pot beneficia de o mare cantitate de hrana vegetala dar o treime din aceasra este celuloza si atunci ele au nevoie de ajutorul unor bacterii simbiote adapostite in intestin. Eficienta asimilatiei ierbivorelor este in jur de 10 % si ele sunt nevoite sa consume cantitati mari de vegetale ca sa-si satisfaca nevoile energetice.

Carnivorele pot atinge, in cazuri exceptionale o eficienta a asimilatiei de 90 % dar oricum, valorile sunt in general mult mai mari in comparatie cu ierbivorele. Ele mananca putin si destul de rar.

Eficienta productiei variaza de asemenea in functie de pozitia din lantul trofic. In cazul nevertebratelor terestre ierbivorele au o eficienta de 21 - 39 % iar carnivorele 27 - 55 %. Poikilotermele au o eficienta a productiei intre 10 si 55 % iar homeotermele doar 1 - 3%.

Eficienta productiei la cateva grupe de animale:

Homeoterme

- insectivore 0,9 %
- pasari 1,3 %
- mamifere mici 1,5 %
- alte mamifere 3,1 %

Poikiloterme

- pesti si insecte sociale 9,8 %
- nevertebrate (fara insecte) 25 %
- insecte nesociale 40,7 %

Nevertebrate (fara insecte)

- ierbivore 20,8 %
- carnivore 27,6 %
- detritivore 36,2 %

Insecte nesociale

ierbivore 38,8 %
detritivore 47,0 %
carnivore 55,6 %

Aceste cifre ar putea argumenta ca pentru carnivore conditiile de viata ar fi mai avantajoase. Totusi, cea mai mare parte a biomasei planetei este vegetala si astfel exista mai multa energie disponibila pentru ierbivore decat pentru carnivore. Atunci cand energia se gaseste in cantitate mica strategia poikilotermelor este mai buna decat cea a homeotermelor.

Valorile eficientei ecologice explica de ce energia disponibila descreste rapid in lungul unui lant trofic. Pentru un lant trofic carnivor format din 3 - 4 verigi este necesara o energie initiala fixata in plante de 10.000 ori mai mare decat cea care ajunge la capatul lantului. De pilda, din productia primara a unei pajisti, populatia de nevastuici care se hraneste cu soarecii care consuma plante fixeaza doar 0,0026 %.

Energia solara utilizata de plantele unei pajisti

$19,8 \times 10^9$ kJ din care

245×10^6 kJ productia primara bruta; aceasta este folosita astfel:

respiratie $36,8 \times 10^6$ kJ

productie primara neta 208×10^6 kJ

energie dirijata la consumatori si descompunatori 65×10^6 kJ

Populatia de soareci primeste $66,4 \times 10^6$ kJ din care:

respiratie 170×10^3 kJ

Alti consumatori primesc 65×10^6 kJ

Hrana nefolosita 311×10^3 kJ

Imigratii din alte ecosisteme $13,5 \times 10^3$ kJ

Disponibil pentru populatia de nevastuici $24,5 \times 10^3$ kJ din care:

respiratie $22,8 \times 10^3$ kJ

hrana neutilizata 546 kJ

productie 1,092 kJ

REDUCATORII (DESCOMPUNATORII)

Descompunatorii sunt esentiali pentru rolul pe care-l au in reciclarea nutrientilor si pentru rdirectionarea energiei de la materia organica moarta inapoi la sistemele vii. O parte importanta a productiei primare rezulta sub forma unor componentii nedigerabili care sunt mai intai prelucrati de compartimentul descompunatorilor si dupa aceea sunt disponibili altor consumatori. Acesti descompunatori inlocuiesc enzimele lipsa ale consumatorilor. Este vorba fie de fungi ori bacterii care pot fi cultivate in cuiburile de termite si furnici sau care traiesc in tractul digestiv al unor consumatori.

Rimele sunt descompunatori remarcabili care pot transforma detritusul in humus cu o rata de 50 -170 tone/ha/an. In ecosistemele terestre, litiera cuprinde descompunatori din diferite grupe de nevertebrate ca acarieni, larve de insecte, miriapode, nematode. Hifele fungilor degradeaza in special materia organica saraca in azot.

Un gram de sol contine cam 9. 000. 000 bacterii care pot apare intr-o succesiune de specii dupa ce solului i se adauga material organic. Multe nevertebrate folosesc bacteriile ca adjuvanti in procesele lor digestive.

Rumegatoarele.

Unele ierbivore mentin relatii simbiotice care le permit sa foloseasca energia continuta in celuloza. Toate animalele adapostesc in intestinul lor comunitati de bacterii dar rumegatoarele si-au dezvoltat un sistem remarcabil care fermenteaza biomasa vegetala in conditii de anaerobioza. Stomacul rumegatoarelor este compartimentat si contine 100 - 1000 milioane bacterii/ml ca si protozoare care se hranesc cu aceste bacterii. Este o adevarata retea trofica adapostita de gazda. Aceasta mentine conditii optime pentru simbionti prin producerea unei mari cantitati de saliva alcalina si prin consumarea unei cantitati suplimentare de hrana vegetala necesara bacteriilor. De asemenea, prin secventa asigurata de compartimentele stomacului, rumegatoarele descompun materialul vegetal in particule din ce in ce mai mici ceea ce ofera bacteriilor o suprafata mare de lucru.

Microorganismele s-au specializat pentru diferite tipuri de componentii vegetali si formeaza adevarate ghilde trofice. Astfel, exista grupul bacteriilor celulozolitice si cel al bacteriilor amilolitice ca si un grup capabil sa degradeze

atat celuloza cat si amidonul. Acizii lactic, butiric, propionic si acetic rezultati in urma fermentatiei sunt agsorbiti de sistemul vascular al rumenului. Bioxidul de carbon si metanul sunt eliminate ca gaze. Proteinele continute in hrana vegetala sunt descompuse la amino-acizi in ultima camera a stomacului (abomasum) care, spre deosebire de camerele anterioare are un pH acid. Bacteriile care ajung aici mor si servesc ca hrana proteica (un procent insemnat).

Costurile energetice pentru mentinerea acestor culturi de bacterii sunt considerabile. Fanul contine peste 30% celuloza si este o hrana avantajoasa pentru rumegatoare ca si pentru simbiontii lor. Aceasta relatie rumegatoare-bacterii este utila omului deoarece productia obtinuta prin cresterea vitelor este superioara celei a porcinelor sau pasarilor (vitele convertesc 20% din energia bruta in productia de biomasa).

Bugetul energetic al unui organism rumegator

Input energie 100%

gaze 8%

dejectii 27%

Asimilatie 64

urina 3%

Metabolism 61%

respiratie 35%

miscare 6%

Productie 20%

LUNGIMEA LANTURILOR TROFICE

Ineficienta transferului de energie si pierderile inevitabile care insotesc fiecare transformare demonstreaza ca pentru nivelurile trofice superioare este disponibila foarte putina energie. Astfel, energia de 208.000.000 kJ a vegetatiei ajunge la soareci la valoarea de 21.714 kJ iar la nevastuici la 546 kJ. Aceste valori pot fi reprezentate sub forma unei piramide.

Acest lant are doar trei verigi. Lanturi trofice mai lungi sunt rare in natura si nu depasesc cinci verigi. Aceasta lungime este limitata de eficienta energetica a populatiilor (speciilor) componente. Din aceasta cauza ar fi de asteptat ca

lanturile trofice formate din poikiloterme sa fie mai lungi decat cele formate din homeoterme. Dar, observatiile si experimentele au demonstrat ca diferentele sunt mult mai mici decat se credea.

Poate ca lungimea lantului trofic este controlata de productia primara a ecosistemului. Daca ar fi asa ar trebui ca in ecosistemele cu o productie primara mare sa gasim lanturi trofice mai lungi. In acest scop s-au comparat lanturi trofice din padurea tropicala umeda cu cele din tundra si nu s-au gasit diferente semnificative. Media a ramas in jur de 4 verigi. Experimental s-au adaugat cantitati de litiera in comunitati simple dar aceasta nu a dus la cresterea lungimii lanturilor trofice.

Se pare ca trebuie sa fie luate in considerare anumite trasaturi ale lanturilor trofice pentru a putea explica limitarea lungimii lor. Consumatorii au tendinta de a fi tot mai mari si mai putini cu fiecare veriga a lantului trofic. Carnivorele mari au nevoie de teritorii foarte mari pentru procurarea hranei (prazii). In general, organismele de pe nivelele trofice superioare tind sa fie longevive, intarziind reproducerea pana in stadii tarzii ale ciclului lor de viata.

Multe din aceste caracteristici rezulta din cresterea dimensiunilor si acesta poate explica de ce lanturile trofice nu sunt prea lungi. Un predator de varf are anumite limite de dezvoltare in populatii mari deoarece ar avea nevoie de prea multa energie pentru a se mentine la un nivel optim. De asemenea, intre predatori exista o permanenta competitie pentru hrana si ei trebuie sa mentina nivelul ierbivorelor care le servesc drept hrana. In ciuda abundentei biomasei vegetale din multe ecosisteme numarul ierbivorelor poate scadea daca sunt consumate peste o anumita limita.

Tendintele care se observa in lungul lanturilor trofice:

Mai putine specii Fiecare nivel trofic sustine mai putine specii decat nivelul precedent.

Cresterea dimensiunilor corpului In general predatorii sunt mai mari decat prazile lor.

Reducerea nivelului numeric al populatiilor Costurile energetice mai mari ale speciilor de la capatul lantului trofic determina ca ecosistemul sa sustina putini indivizi

Cresterea longevitatii Speciile cu indivizi de dimensiuni mari tind sa aiba cicluri de viata mai lungi.

Rata de reproducere mai scazuta Speciile longevive tind sa ajunga mai lent la maturitate, intarziind reproducerea pana la stadiile mai tarzii ale ciclului de viata

Teritorii mai mari Organismele mai mari au nevoie de suprafete mai mari de pe care sa-si procure hrana.

Capacitate mai mare de raspandire In scopul de a acoperi teritorii mari, organismele trebuie sa fie capabile sa se miste pe distante mari

Abilitate crescuta pentru gasirea hranei Recunoasterea rapida a speciilor hrana

Cresterea complexitatii comportamentale Teritorii mari, ciclu de viata lung, densitati populationale reduse

Costuri metabolice mai mari Dimensiunile mai mari determina necesitati energetice mai mari pentru mentinere, crestere si reproducere

Necesar de hrana de o valoare calorica mai ridicata Hrana trebuie sa contina mai multa energie pentru a intretine rata crescuta a proceselor metabolice

Reducerea specializarii trofice La nivelele trofice superioare exista tendinta ca speciile sa fie generaliste in privinta strategiilor de cautare a hranei. Aici este inclusa omnivoria.

Cresterea eficientei de asimilare

RETELELE TROFICE

Retelele trofice arata toate caile posibile de scurgere a energiei prin ecosisteme (in timp ce un lant trofic arata o singura cale posibila). O retea trofica a unei comunitati asociate unei populatii de stejari reprezinta o agregare de cateva lanturi trofice dintre care unele se suprapun. Cele mai multe au cate 4 verigi existand si lanturi mai scurte. Pasarele si mamiferele din ecosistem tind sa fie

omnivore. Astfel, pitigoii se hranesc pe diferite nivele trofice: ei consuma seminte (deci, producatori primari), insecte ierbivore ori coleoptere (carnivore) si paianjeni. Soarecii si cartitele sunt de asemenea omnivore, consumand atat insecte cat si hrana vegetala.

Reteaua trofica poate include detritivori si descompunatori si reuneste lanturi trofice ierbivore si descompunatoare. De asemenea, include paraziti si hiperparaziti, consumatori tertari ignorati atunci cand se construiesc modelele lanturilor trofice.

Cu toate acestea, retelele trofice ca modele au si ele limitele lor. Ele simplifica realitatea. Nu se pot identifica toate conexiunile trofice iar multe specii sunt pur si simplu incadrate intr-un grup trofic fara a se cunoaste biologia lor. Cele mai multe retele trofice nu tin seama de taria legaturilor trofice si nu fac deosebirea intre legaturile ocazionale si cele foarte puternice.

Cu toate acestea, **prin compararea unui numar mare de retele trofice s-a observat ca anumite structuri se repeta.** Structura trofica a retelei - modificarile in abundenta si marime in lungul unui lant trofic- se repeta in diferite ecosisteme. S-a dovedit ca proportia predatorului in raport cu prada este constanta. La fel este si proportia consumatorilor din fiecare nivel trofic, care nu depinde de numarul total de specii din retea. Lanturile trofice sunt mai scurte in habitatele mici, fragmentate sau in cele frecvent deranjate.

Ce anume determina aceste modele? Unele depind de organizarea ierarhica a speciilor si de pozitia in lanturile trofice. Modelele realizate pe computer au aratat ca exista o limita a numarului de specii dintr-o retea trofica. Luand in considerare marimea populatiilor si intensitatea interactiunilor dintre specii modelul prognozeaza ca o specie invadatoare va avea dificultati mari sa se fixeze intr-o retea care are un numar mare de specii. Ce se intampla daca un predatoare incearca sa invadeze o comunitate bine dezvoltata? Pentru a capata acces la o specie prada trebuie sa intre in competitie cu un predator care este deja prezent aici. Aceasta inseamna ca va creste competitia interspecifica, aceasta va deveni mai intensa pentru multe specii care au aceeasi pozitie trofica si aceasta va determina dificultati pentru toate speciile.

În mod asemănător, interacțiunile dintre nivelele trofice vor determina anumite caracteristici ale rețelei. Se apreciază că **numărul speciilor predatoare este un bun element de evaluare a numărului speciilor pradă**, mai bun ca alte metode de evaluare.

BIOAMPLIFICAREA, BIOACUMULAREA ȘI BIOCONCENTRAREA

Lanturile trofice au proprietatea de a concentra poluanții astfel încât fiecare nivel succesiv este amenințat de o doză mai mare.

Exemplul clasic este cel al DDT (diclor-difenil-triclorețan) care, după ce a fost folosit câțiva ani pentru combaterea insectelor a afectat grav populațiile unor păsări rapitoare. Procesul este destul de complicat. **Bioamplificarea** (biomagnification) apare dacă concentrația poluantului este mai mare în organismul unui consumator sau a unei plante decât în hrana consumatorului sau în sol. Aceasta se măsoară prin **factorul de concentrare**.

$CF = \frac{\text{concentrarea poluantului în consumator}}{\text{concentrarea poluantului în hrana}}$

Dacă $CF > 1$ atunci este vorba de un proces de bioamplificare. Dacă includem atât hrana cât și apa ca o resursă pentru organisme acvatice atunci ne referim la **bioacumulare** (bioaccumulation). **Bioconcentrarea** (bioconcentration) se referă numai la preluarea poluantului din apă.

Ecuatia de mai sus este echivalenta celei a eficienței asimilației utilizată pentru măsurarea transferului de energie. Un poluant mobil trofic (deci, transportat prin hrana) va urma exact calea energiei într-o rețea trofică.

Deci, ce anume măsurăm? În primul rând, toți acești termeni sunt dependenți de timp: nivelul poluantului în hrana se schimbă mereu, la fel ca și în organismul consumatorului. Factorul de concentrare are sens numai dacă asimilația și bioacumularea se află în echilibru. Se poate măsura concentrația poluantului în tot corpul sau doar în acele țesuturi care vor deveni o parte din hrana nivelului trofic următor. De asemenea, există mulți consumatori omnivori și pentru a stabili exact hrana care conține poluantul ar trebui investigată întreaga rețea trofică.

Procesul de bioamplificare nu este chiar atat de raspandit dupa cum s-ar crede. Pentru a fi in echilibru cu hrana sa un consumator trebuie sa tina seama de concentrarea resursei trofice (in sens calitativ) si pentru o valoare a $CF > 1$ ar trebui sa manance mai mult decat pierde (ceea ce nu se intampla intotdeauna). Un alt factor este marimea corpului: animalele mari mananca mai mult si astfel pot consuma mai mult poluant. Animalele mai mari, aflate la capatul lantului trofic pot avea o concentrare mai mare de poluant pur si simplu pentru ca sunt mai mari si nu pentru ca au o anumita pozitie din punct de vedere trofic.

Multi compusi organici pot fi degradati de animale si ceea ce se masoara la un moment dat nu este nivelul real al asimilatiei.

Chiar daca substanta poluanta nu este degradata demonstrarea fenomenului de bioamplificare necesita luarea in considerare a mai multor factori. Astfel, s-au masurat concentratiile de zinc si plumb in cateva lanturi trofice dintr-un ecosistem de campie contaminat cu deseurile unei exploatare miniere (Derbyshire, Anglia) si s-a observat ca nu exista concentratii semnificativ mai mari la capetele acelor lanturi trofice. Carnivorele de varf din acest ecosistem, chitcani din genul *Sorex*, nu au concentrat in organismul lor zincul sau plumbul pana la valori mari. S-a luat in considerare si faptul ca zincul este necesar organismelor deoarece intra in structura multor enzime iar eventuala bioamplificare ar putea fi determinata de un proces fiziologic normal.

Aceste fenomene de bioamplificare nu reprezinta o regula. Ele pot apare in anumite cazuri (vezi DDT) dar cercetarea lor implica studierea intregului sistem ecologic.

SISTEME CONTROLATE DE OM

Caracteristici: lanturi trofice foarte scurte, manipularea productiei primare si a productiei secundare. Exista parerea (Jacob Bronowski, citat de Beeby si Brennan, 1997) ca trecerea de la o agricultura nomada la cea de sat a fost singurul si cel mai mare pas in evolutia omului ("ascent of man"). Ulterior, sporirea abilitatii in folosirea sistemului agricol a fost doar un factor care a incurajat proliferarea.

Sistemul **hunter-gathering** (vanator-culegator) este inca practicat in zonele tropicale si subtropicale. Desi nu permite un nivel ridicat numeric al populatiei care il practica, acest sistem reprezinta o strategie de hranire viabila si durabila. Randamentul este mare, energia obtinuta fiind cam de 10 ori mai mare ca energia folosita.

Sistemul **nomadic pastoralism** (pastori nomazi) este intalnit la laponi care sunt crescatori de reni ca si la populatii din Iran si Irak care cresc oi si capre.

Sistemul **transhumance** (transhumanta) are o lunga traditie. Necesita o buna integrare a societatii umane deoarece cei care sunt pastori trebuie sa fie sustinuti de cei care raman in sate.

Sistemul **infield-outfield** (cresterea animalelor pe scara mica): camp cultivat intensiv si pasuni pentru animale (proportia este de 1 : 10). Prin folosirea acestui sistem fermierii obtin profit (in sens de return) de la pasune, exploatandu-i productivitatea si nutrientii, cu putine investitii. In contrast, pajistea cultivata (infield grassland) necesita cosire. In timp ce septelul paste pasunea (extensive lands of the outfield) pajistea este lasata sa creasca cateva saptamani in vederea recoltarii fanului. Dupa ce plantele au ajuns la maturitate si semintele au fost raspandite sunt recoltate. Dupa cosire, septelul este lasat sa pască pentru a facilita reciclarea nutrientilor din sol si aceasta permite mentinerea unei biodiversitati remarcabile : pe un metru patrat de sol calcaros de pajiste pot creste 40 specii de plante.

DE CE CRESTEM ANIMALE?

Costurile metabolice si eficienta variabila a fiecarui nivel trofic semnifica faptul ca energia este pierduta cu fiecare transfer in lungul lantului trofic. Se poate pune astfel intrebarea de ce nu renuntam la veriga ierbivorelor mari si nu folosim direct productia primara ? In felul acesta nu am recupera oare mai multa energie din cantitatea intrata in sistem?

Noi suntem omnivori si dpdv fiziologic nu suntem capabili sa folosim direct plantele in alimentatie. Ierbivorele mari pe care le crestem pasuneaza suprafete mari si concentreaza energie in tesuturile lor. Exista si un argument ecologic:

pasunile trebuie sa fie pasunate pentru a se mentine iar terenurile de tip outfield ar necesita costuri prea mari pentru cultivare fiind in general pietroase ori cu un relief accidentat.

In ciuda complexitatii structurale limitate, comunitatile de ierburi pot fi foarte productive.

Septelul controleaza aceste comunitati si functioneaza ca niste specii cheie. Exista totusi doua aspecte negative: suprapasunatul si subpasunatul. Oile sunt cunoscute ca efectuind un pasunat peste limita de suportabilitate a pasunii. Un pasunat moderat mentine o stare de dezechilibru care favorizeaza comunitatea. Pe de alta parte, lipsa pasunatului poate duce la formarea de tufarisuri si ulterior favorizeaza evolutia spre stadiul de padure.

Funcțiile ecosistemului

Calitatea *factorilor de mediu –apă, aer, sol, faună și floră, așezările umane (sănătatea populației umane)*- este dependentă de buna funcționare a ecosistemelor, naturale sau antropizate.

Amintim capacitatea de autoepurare a apelor datorată funcționării compartimentului descompunători care mineralizează materiile organice deversate; capacitatea pădurii de a filtra și purifica aerul datorită stratului dens de producători primari (plantele); rolul microorganismelor, râmelor, larvelor de insecte în menținerea structurii solului; conservarea unor specii de faună și floră în cadrul ecosistemelor protejate; rolul vegetației în orașe.

Producătorii primari, acvatici sau tereștri, preiau energia solară prin procesul de fotosinteză și o fixează în legăturile chimice ale substanțelor organice pe care le sintetizează.

Consumatorii au la dispoziție hrana fabricată de plante iar energia conținută în această hrană este energia solară.

Carnivorele de vârf folosesc energia prăzilor și această energie este la origine tot energia solară.

Energia se acumulează în anumite substanțe numite macroergice (acidul adenzin trifosforic –ATP, glucoză etc) care se pot desface ușor în părțile lor componente eliberând energia necesară mișcării, hrănirii, creșterii puilor, reproducerii.

Practic, toată energia care intră în ecosistem prin “poarta” numită producători primari curge ca un șuvoi prin lanțurile trofice și în cele din urmă se pierde. Se pierde odată cu moartea organismelor, se pierde odată cu mineralizarea substanțelor organice, se pierde în fiecare clipă prin căldura care se degajă ca urmare a reacțiilor metabolice.

Viața pe Terra este dependentă total de această curgere de energie, de fluxul de energie. Fiind o funcție a ecosistemelor, fluxul de energie se poate desfășura numai dacă ecosistemele se află în stare de “lucru”.

Energia solară este disponibilă în cantități uriașe, nu există semne de îngrijorare în privința capacității Soarelui de a ne-o furniza. În schimb, substanțele (sărurile) minerale nu vin din afara planetei, rezervele sunt limitate. Din această cauză, munca descompunătorilor este vitală: fără ei plantele n-ar mai avea materia primă necesară sintezelor organice.

Energia curge prin ecosisteme iar nutrienții sunt mereu refolosiți. Fluxul de energie și reciclarea nutrienților sunt procese fundamentale pentru menținerea biosferei. Din această cauză, ecosistemele, structurile care au ca funcții tocmai aceste două procese, sunt considerate SISTEME SUPT ALE VIEȚII.

Producția primară

Noțiunea de **biomasă** nu include ideea de flux, de mișcare, ea este o noțiune statică. Noțiunea de **producție** exprimă ideea fluxului, viteza cu care se formează materie organică. Consumul de biomasă se referă fie la utilizarea biomasei în cadrul aceluiași compartiment (metabolismul), fie de consumatori sau de microorganismele descompunătoare. Raportul dintre producție și consum poate ilustra variațiile biomasei într-un anumit habitat.

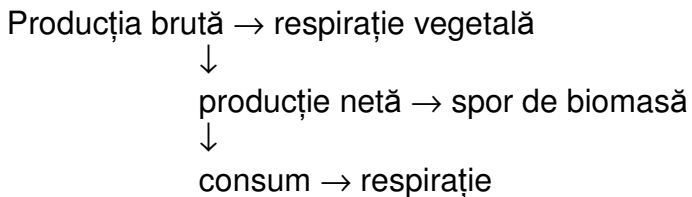
Producția primară este sinonimă cu **producția autotrofă**: este rezultatul fotosintezei sau chemosintezei (aceasta din urmă reprezentând doar 1‰ din totalul producției primare oceanice și este dată de bacteriile care trăiesc în zona izvoarelor hidrotermale).

Producția brută reprezintă cantitatea de carbon fixat de vegetație pe unitatea de timp.

Producția netă reprezintă diferența dintre producția brută și respirație, în același interval de timp. În condiții de lumină deficitară este posibil ca respirația să depășească producția brută; punctul în care producția brută este egală cu respirația se numește punct de compensare și pentru multe tipuri de ecosisteme este atins în momentul în care energia disponibilă pentru fotosinteză atinge o valoare critică în raport cu cantitatea de energie incidentă. Există însă specii vegetale capabile să facă fotosinteză în condiții de luminozitate redusă.

Sporul de biomasă vegetală este diferența dintre producția netă și consumul de biomasă, într-un interval de timp dat și poate avea, în unele cazuri, valori negative.

Consumul este realizat fie de organismele erbivore (consumatori primari) fie de cele carnivore (consumatori secundari); microorganismele descompunătoare degradează materia organică cu ajutorul enzimelor extracelulare și readuc în mediul de viață CO_2 și anionii și cationii nutritivi. Pentru această categorie se poate vorbi de o respirație și o excreție diferite de cele ale producătorilor primari. În acest fel, ***producția netă a întregului ciclu producători-consumatori-descompunători este nulă.***



Variația biomasei, observată într-un interval de timp dat, nu este o măsură a producției biologice: adesea se face confuzie între producție, care exprimă un **flux** și sporirea capitalului, adică a biomasei, care exprimă **fluctuațiile unei variabile de stare**. Dacă, într-o anumită perioadă de timp consumul este egal cu producția netă, atunci sistemul se află într-o stare staționară și biomasa sa rămâne constantă; dacă consumul depășește producția netă, biomasa scade; în ambele cazuri, producția are totuși valori pozitive.

Dacă se raportează producția primară la unitatea de **timp**, avem atunci în vedere un flux:

- raportare la unitatea de suprafață sau volum a ecosistemului studiat: **producție** la ha, la m³ etc.
- raportare la cantitatea de biomasă responsabilă de această producție: **productivitate**, exprimată prin **P/B** (**P** fiind producția netă sau producția brută), adică procentul de biomasă produsă în unitatea de timp. Raportarea, în acest caz, se face la dimensiunea inversării timpului (T^{-1}), de exemplu % pe zi sau % pe an. Raportul invers, **B/P** se numește **turn-over** sau **rata de înlocuire** (de înnoire) a biomasei (raportare la dimensiunea timpului). Astfel, dacă o biomasă produce 10% din greutatea sa într-o lună (productivitate netă), atunci turn-over-ul ei este de 10 luni.

Valorile biomasei sau productivității reprezintă o măsură a randamentului fotosintezei. Turn-over-ul este rapid și deci productivitatea ridicată în cazul algelor planctonice, care se divid la fiecare zi și astfel, $P/B = 100\%$ pe zi. Celulele algale sunt consumate în același ritm și din această cauză biomasa vegetală rămâne la valori reduse (piramida inversată). Productivitatea nu este, în același timp, atât de ridicată.

Influența condițiilor de mediu asupra producției primare

- Intensitatea luminii și conținutul în CO_2 al atmosferei sau apei. Creșterea intensității luminii peste o anumită limită inhibă fotosinteza. Fitoplanctonul crește cel mai bine la câțiva metri sub suprafața apei. Frunzele care au poziție oblică față de razele soarelui sunt cele mai avantajate. CO_2 acționează ca un factor limitant, conform legii minimului (un proces este limitat de acel factor cantitativ aflat cel mai aproape de valoarea sa limită): la o concentrație redusă de CO_2 producția este practic independentă de intensitatea luminii și depinde doar de CO_2 ; în cazul luminozității reduse, cantitatea de CO_2 nu influențează producția.
- Temperatura optimă este în jurul valorii de 30°C
- Umiditatea și disponibilitatea sărurilor nutritive
- Consumatorii. Dacă presupunem absența consumatorilor producția de biomasă diminuează după atingerea unui vârf situat la o vârstă și talie intermediară a vegetației. Exportul de biomasă prin consum determină vegetația să stimuleze procesele regenerative. Țesuturile tinere cresc mai repede și astfel are loc întinerirea biomasei. O exploatare corectă trebuie să țină seama de menținerea unui echilibru dinamic între producție și consum.

Producția Secundară

Producția secundară este producția consumatorilor (erbivore, carnivore, paraziți), a detritivorilor și descompunătorilor. Ca și în cazul producției primare se distinge o *producție brută* și o *producție netă*. Producția netă nu trebuie confundată cu sporul de biomasă: pentru un nivel trofic dat aceasta este egală cu diferența (eventual negativă) dintre producția netă și consumul executat de nivelul trofic superior.

Producția secundară în ecosisteme acvatice

Pe baza măsurării producției primare a fitoplanctonului se estimează consumul și deci producția unor organisme heterotrofe planctonice. Se lasă la incubat de la câteva ore până la o zi un flacon conținând fitoplancton și un mic număr de copepode planctonice erbivore. Bilanțul acestui experiment relevă următoarele:

1. sporirea *biomasei animale*
2. consumul algelor (grazing); este posibil să nu se observe o diminuare a biomasei vegetale datorită ratei ridicate de reproducere a fitoplanctonului
3. eliminare de resturi (fecale) pe care copepodele nu le pot digera
4. respirația copepodelor
5. excreția (azotul și fosforul excretate); respirația și excreția reprezintă procesul de catabolism suferit de substanțele asimilate

Consumul copepodelor se poate estima și prin metoda marcării biomasei vegetale cu carbon radioactiv. Aceste estimări au totuși câteva limite:

- animalele zooplanctonice sunt deranjate de celulele vegetale datorită volumului mic al flaconului
- consumul de fitoplancton poate accelera producția primară (așa cum se întâmplă în ecosistemele terestre)
- resturile eliminate sunt imediat atacate de bacterii, nutrienții minerali rezultați sunt rapid refolosiți astfel încât nu se poate estima un bilanț complet.

Distribuția producției primare pe glob

Modelul de distribuție este foarte variat depinzând de o multitudine de factori limitanți. Astfel, producția oceanului deschis (zonele de larg) este limitată de disponibilitatea redusă a nutrienților iar producția deșertului este limitată de disponibilitatea redusă a apei. Aceste tipuri de ecosisteme, ating o rată anuală de producție de numai 1000 kcal/mp (și chiar mai puțin). Deși foarte diferite ca structură au în comun această valoare a productivității determinată de factori limitanți specifici.

lata că în ciuda deosebirilor structurale, ecosistemele, ca sisteme ecologice fundamentale, funcționează după aceleași legi, în condițiile abiotice date.

Multe pajiști, lacuri puțin adânci și comunități agricole obișnuite ating o producție de 1000 - 10.000 kcal / mp / an.

Estuarele, recifii de corali, pădurile umede, zonele umede și terenurile cultivate intensiv ating producții de 10.000 - 25.000 kcal / mp / an.

O apreciere globală a producției biosferei arată că 3 / 4 din ecosferă au “valoare” de deșert sau ocean deschis și numai 10% valoare de teren foarte fertil. Totuși, trebuie apreciată valoarea serviciilor și a altor bunuri în afară de hrană, oferite de zonele mai puțin productive.

Hrană pentru populația umană

Dublarea producției agricole a însemnat, în multe cazuri, un consum înzecit de energie pentru mecanizare, fertilizare, irigații și controlul dăunătorilor. Aceste costuri enorme ar putea fi reduse prin creșterea eficienței în folosirea energiei.

Se studiază metode genetice de creștere a așa numitei **harvest ratio**, adică raportul dintre partea comestibilă și cea necomestibilă a unei recolte. Succesele obținute pentru unele cereale au fost considerate o adevărată *Revoluție verde*. De pildă, în cazul orezului, care înmagazinează numai 20% din producție în semințe, s-au obținut hibrizi care ajung la 80%. Această recoltă “miraculoasă” este însă foarte costisitoare și explicația este dată de evaluarea folosințelor energetice ale plantei.

20% din energia plantei este suficientă pentru asigurarea dispersiei sub formă de semințe (pe care noi le recoltăm în vederea consumului alimentar), restul de energie fiind folosită pentru menținere, structuri de rezistență, apărare față de consumatorii erbivori. O plantă “obligată” genetic să dirijeze 80% din energie spre semințe este neputincioasă în mediul ei natural și devine dependentă de om care cheltuie foarte mult cu îngrijirea sa.

Există părerea că țările sărace, mai ale cele din lumea a treia, capătă un ajutor substanțial dacă primesc semințe ale soiurilor înalt productive, obținute

prin metodele genetice de laborator. Nu se au în vedere însă costurile enorme care sunt necesare pentru menținerea acestor culturi, extrem de fragile și pretențioase.

Pe de altă parte, USA, UE și Japonia au dezvoltat o strategie care duce la reducerea terenurilor agricole și obținerea de recolte cu un conținut proteic ridicat (de exemplu, soia) ceea ce înseamnă “calitatea reduce cantitatea”; țările slab dezvoltate continuă agricultura extensivă și cultura unor specii cu conținut proteic redus (de pildă, trestia de zahăr) ceea ce înseamnă “cantitatea reduce calitatea”.

Cât de rentabilă este creșterea animalelor? Deși există părerea că utilizarea pe o scară mai largă în alimentația din țările bogate a produselor vegetale totuși, nu trebuie să uităm că animalele domestice valorifică o mare cantitate de vegetale inaccesibile omului.

Aspectele politice ale economiei mondiale ar trebui să țină seama de aspectele ecologice globale. Defrișarea pădurii tropicale pentru a face agricultură are două urmări negative:

- solul fostei păduri pierde repede puținii nutrienți pe care-i are (în pădurea tropicală nutrienții nu se acumulează în sol, fiind reciclați în rețelele trofice foarte complicate)
- distrugerea pădurii afectează condițiile de viață ale planetei

Hrană pentru animalele domestice

Se apreciază că biomasa șeptelului mondial este de 5 ori mai mare decât biomasa populației umane ceea ce înseamnă și un consum mult mai mare din producția primară netă a biosferei. Raportul șeptel / om este de 43 / 1 în Noua Zeelandă unde oile domină peisajul și de numai 0,6 / 1 în Japonia unde peștele înlocuiește în general carnea de păsări și mamifere.

Hrană din ocean

În prezent, numai 5% din hrana populației umane provine din ecosistemele acvatice; valori locale mai mari se înregistrează în Japonia, sud-estul Asiei și America de Nord unde există estuare, lacuri și râuri foarte productive. Pescuitul din ocean a scăzut, cauzele fiind supraexploatarea stocurilor și poluarea.

Ca și în agricultură, producțiile obținute prin acvacultură necesită multă energie auxiliară.

Producția de combustibil și fibre

Pentru mai mult de jumătate din populația umană lemnul este principalul combustibil folosit pentru gătit, încălzit și iluminat. În țările cele mai sărace lemnul este ars mult mai repede decât se poate regenera și astfel pădurile se transformă în tufărișuri iar apoi în terenuri aride (la aceasta contribuind și suprapășunatul). În America de Nord se utilizează și combustibil provenit din agricultură și există diferite strategii pentru conservarea pădurilor:

1. plantarea unor copaci cu viteză mare de creștere în sistem rapid de recoltare și replantare
2. utilizarea întregii mase lemnoase extrasă prin tăiere, nu numai a trunchiurilor
3. reducerea cererii de masă lemnoasă pentru industria celulozei și hârtiei prin măsuri de reciclare a hârtiei
4. folosirea resturilor organice pentru producere de biogaz
5. folosirea alcoolului obținut din prelucrarea trestiei de zahăr

Repartiția energiei în rețelele trofice

În ciuda consumului tot mai crescut, populația umană nu folosește în mod direct decât 4% din producția primară netă terestră dar încă 34% reprezintă biomasa neutilizată (resturi neutilizate ale recoltei) ca și cea distrusă mai ales prin defrișare. Se apreciază că 50% din producția terestră și aproape toată producția acvatică rămân disponibile pentru consumatorii naturali. Este un aspect foarte important deoarece funcționarea rețelelor trofice naturale asigură suportul vieții și menține schimburile globale.

Cel puțin o treime din producția primară trebuie să rămână la dispoziția ecosistemelor naturale pentru a asigura viitorul recoltelor și al pădurilor.

Datorită producției plantelor se constituie trei categorii majore de lanțuri trofice:

- * erbivore, care utilizează ca resursă primară, țesuturile vii ale plantelor

- * detritivore, care utilizează resturi moarte (atenție, resturile pot fi și de natură animală)
- * microbiene și de materie organică dizolvată (uneori, o parte importantă a producției primare se găsește în stare lichidă -materie organică dizolvată). Consumatorii sunt microorganisme care au nevoie de azot, insecte, păsări și micromamifere care se hrănesc cu nectar. Cele mai multe lanțuri trofice de acest fel se găsesc în mări și în rizosferă.

Cele mai multe ecosisteme funcționează ca sisteme detritice, doar 5-10% din producția plantelor fiind consumată în mod direct. Acest procent este atât de redus tocmai pentru a permite construcția de biomasă structurală ca și menținerea capacității de tamponare a ecosistemului. Chiar dacă în unele ecosisteme (pășuni sau bălți) consumul erbivor este mult mai mare, până la 50 %, trebuie reținut că acest lucru este limitat pentru o singură perioadă a anului. Unele consumatoare de material vegetal formează simbioze cu bacterii celulozolitice (marile erbivore rumegetoare, termitile).

Multe lanțuri trofice depind de acele formațiuni ale plantelor care sunt legate de procesul de reproducere: nectar, polen, semințe, fructe.

Consumul bazat pe detritus este un proces complex care implică nu numai bacterii dar și protozoare, nematode și acarieni în ecosistemele terestre ori crustacee și larve de insecte în ecosistemele acvatice.

Clasificarea energetică a ecosistemelor

1. Ecosisteme care funcționează în regim natural, fără adaos de energie (oceanul deschis, pădurile de câmpie), cu un flux de numai 1000 - 10.000 kcal / mp / an dar cu o mare întindere pe glob ceea ce le face foarte importante ca sisteme suport ale vieții.
2. Ecosisteme care funcționează în regim natural dar cu adaos de energie (estuare controlate de maree și unele păduri umede) și care nu numai că sunt sisteme suport ale vieții dar se caracterizează și printr-o producție mare de materie organică (exces de producție) care este exportată în alte ecosisteme sau stocată. Fluxul energetic atinge 10.000 - 40.000 kcal.

3. Ecosisteme controlate de om, cu adaos de energie (agrosisteme), cu un flux de 10.000 -40.000 kcal.
4. Ecosisteme urbane care funcționează cu energia furnizată de combustibili și al căror flux atinge valori foarte mari, 100.000 - 3.000.000 kcal.

Dinamica ecosistemului

Sucesiunea ecologică este un **proces de dezvoltare** a biocenozelor și ecosistemelor, care trebuie interpretată prin faptul că structura ecosistemelor nu este o însușire statică ci una dinamică, care se modifică, se dezvoltă, prin înlocuirea unor specii dominante cu altele, astfel încât, la un moment dat, întreaga biocenoză este înlocuită cu alta, având caracteristici structurale și funcționale diferite.

Sucesiunea poate fi de două feluri: **primară** și **secundară**. În cazul în care o biocenoză se instalează pe un loc nou, pe care nu a mai fost înainte vreo altă biocenoză, are loc ceea ce se numește succesiunea primară. În cazul în care o biocenoză se instalează pe un loc unde a existat înainte o altă biocenoză dar a fost distrusă pe cale naturală sau artificială (foc, inundație, uragan, tăierea pădurii, bararea unui râu) se produce succesiunea secundară.

Sucesiunea primară

Apare atunci când există un spațiu nou de instalare și resurse trofice noi: are loc o acoperire tip *pionierat* a noului spațiu cu specii sosite din alte ecosisteme:

- Un teren modificat profund printr-o alunecare, prin incendiu
- Zone terestre sau acvatice după o perioadă de îngheț prelungit

- Amestecul de ape dulci și sărate dintr-un estuar, la care rezistă puține organisme;
- Licheni și mușchi instalați pe suprafețe stâncoase
- Popularea dunelor de nisip
- Populații de rozătoare și insecte care exploatează o cultură agricolă nouă
- Ostroavele de nisip formate pe cursul inferior al Dunării

Maturarea ecosistemului. Dacă acele condiții care au permis apariția unei biocenoze pioniere se modifică în timp (cu alte cuvinte acele condiții inițiale nu se mențin, adică nu au loc alunecări permanente de teren, incendiile devin rare, etc.) atunci are loc o modificare progresivă a ecosistemului, apar specii noi, nișele ecologice se îngustează, rețelele trofice devin tot mai complexe. Astfel, în timp, au loc următoarele tipuri de transformări:

- * modificarea mediului fizic datorită dezvoltării plantelor
- * crește complexitatea comunității: primele plante apărute constituie resursa trofică pentru fitofagi
- * diversificarea nișelor ecologice
- * se dezvoltă un ecosistem propriu-zis
- * crește diversitatea specifică
- * reciclarea nutrienților este tot mai eficientă

PROCES	ECOSISTEM TÂNĂR	ECOSISTEM MATUR
Număr de specii	diversitate redusă	diversitate ridicată
Relații interspecifice	doar competiție pentru spațiu și resurse	relații complexe
Nișe ecologice	specializări reduse	organisme foarte specializate
Biotop	simplu și uniform	heterogenitate, mozaic de habitate
Rețea trofică	simplă, liniară	complexă

Capacitatea de refacere a populațiilor	rapidă	lentă
---	--------	-------

Există câteva categorii de agresiuni la care pot fi supuse ecosistemele:

- a. modificarea mediului fizic
- b. distrugerea biomasei
- c. supraexploatare

Ca urmare, se instalează un stadiu pionier.

În cazul unei păduri de amestec, există un anumit model al stadiilor pe care aceasta le parcurge în cadrul succesiunii ecologice de tip **secundar** (care apare după un incendiu sau după abandonarea unei suprafețe cultivate).

- a) În primul și al doilea an în comunitățile nou instalate domină buruienile anuale.
- b) După primul an plantele perene formează o pajiste
- c) Stadiul de pajiste este urmat de un stadiu de tufărișuri, de la 15-20 ani la 30-35 ani, dominat la început de tufărișuri mici apoi de tufărișuri mai înalte. Dacă succesiunea începe pe un teren abandonat stadiul de tufărișuri poate lipsi și se derulează direct stadiul copacilor; în cazul succesiunii care se declanșează după un incendiu, poate lipsi stadiul de pajiste.
- d) După 30-35 de ani copacii devin dominanți se formează o pădure tânără, cu tufărișuri.
- e) La 50 de ani după ce succesiunea s-a declanșat, această pădure tânără va suferi un proces de maturare, transformându-se într-o pădure de stejar (de pildă) cu puține tufărișuri. Procesul este îndelungat, de peste 100 de ani.

În derularea succesiunii ecologice există câteva tendințe generale:

- 1. Dezvoltarea progresivă a solului: creșterea grosimii, a conținutului de materie organică; odată cu maturarea solului are loc o diferențiere a orizonturilor sale.

2. Cresc diferențele între stratele de diferite înălțimi ale comunității de plante
 3. Crește cantitatea de nutrienți reținută în vegetație și în sol
 5. Crește înălțimea vegetației și gradul de acoperire asigurat de covorul vegetal, iar microclimatul este în mare parte determinat de caracteristicile biocenozei.
 6. Diversitatea speciilor crește de la biocenoze simple la structuri biocenotice tinere și apoi spre biocenoze bogate în specii (în fazele târzii ale succesiunii)
 7. Populațiile își sporesc efectivele și se înlocuiesc unele pe altele: de la speciile cu ciclu de viață scurt la cele cu ciclu de viață lung
- Biocenoza finală este de obicei dominată de specii de plante cu ciclu lung de viață.

Stadiul biocenozei mature, care marchează finalul succesiuni ecologice se numește **climax**. Ideea centrală a conceptului este legată de relativa stabilitate a biocenozei.

Stabilitatea este adesea un cuvânt foarte incert în ecologie: fluctuația permanentă a mediului nu permite ca asociațiile biologice să rămână constante. Deci, are trebui să interpretăm stadiul de climax în sensul a ceea ce numim **echilibru dinamic**.

Ținând seama de aceste constatări, considerăm că este mai corect să se vorbească de gradul de maturitate al ecosistemelor și nu de climax.

Ecosistemele mature, nederanjate, trec apoi într-un stadiu de îmbătrânire.

Cunoașterea stadiilor succesionale ale unui ecosistem este foarte importantă pentru ca exploatarea lor să se facă pe principiul dezvoltării durabile, asigurându-le astfel funcționarea pe termen lung. Speciile valoroase din punct

de vedere economic sunt caracteristice fazelor timpurii ale succesiunii ecologice, și nu celor târzii.

Ecosisteme specifice României

Teritoriul geografic al României este alcătuit din:	
	➤ 31% munți (peste 800 m altitudine) ➤ 36% dealuri și podișuri (200 –800 m altitudine) ➤ 33% câmpii (sub 20 m altitudine)
Suprafața țării, 23,8 milioane hectare, este împărțită astfel:	
	➤ 7,7 milioane ha zone naturale ➤ 14,8 milioane ha zone agricole ➤ 1,3 milioane ha zone urbane
Terenul este utilizat în felul următor:	
	➤ 61,9% teren agricol ➤ 28% teren forestier ➤ 10,8% teren construit ➤ 6,4% drumuri și căi ferate ➤ 3,8% ape ➤ 2% terenuri neagricole

Din analiza sumară a acestor date reiese că zonele care asigură condiții pentru ecosistemele naturale reprezintă cam 1/3 din suprafața restul fiind ocupat de ecosisteme antropizate.

Conform clasificării prezentate la începutul capitolului, vom împărți ecosistemele României în ecosisteme terestre și acvatice, ținând seama totodată de dependența lor de populația umană.

Ecosisteme terestre

1. **PĂDURILE.** Reprezintă aproximativ 27% din suprafața României și în funcție de altitudine deosebim:

- ✓ Păduri de conifere
- ✓ Păduri de amestec, conifere și foioase
- ✓ Păduri de foioase

Pădurile de molid se găsesc în mod obișnuit la altitudinea de 1200-1700 m dar în depresiunile intracarpatică coboară până la 700 m. Sunt păduri reci (temperatura medie anuală este de 3-5°C) și umede, cu multe precipitații (800-1300 mm anual). Datorită temperaturilor scăzute descompunerea resturilor vegetale este lentă iar solul este sărac în humus.

Specia dominantă este molidul, însoțit de brad, arin de munte, smeur. Pădurea de molid este foarte bogată în mușchi și ferigi ca și în specii de ciuperci. Pe scoarță și crengi se dezvoltă licheni.

Fauna caracteristică este alcătuită din puține specii de șoareci, păsări (cocoșul de munte, ciocănitori, forfecuța, mierla) și nevertebrate (mai ales în sol și litieră – stratul de resturi vegetale de pe sol).

Pădurile de fag se găsesc la altitudinea de 600-1300 m și sunt ceva mai calde decât cele de molid. Specia dominantă este fagul; alături de fag trăiesc mesteacănul, carpenul, ulmul de munte, tisa, scorușul de munte, smeurul, socul, specii de ierburi și arbuști. Flora este completată de ciuperci, licheni și mușchi.

Fauna pădurilor de fag este formată din mamifere (cerb, râs, urs, jder, veveriță, lup, mistreț, căprioară), păsări (uliul, acvila, șorecarul, huhurezul și multe specii de talie mică), amfibieni (broaște cu coadă – salamandra și broaște obișnuite de pădure), reptile (vipere), numeroase insecte, specii de păianjeni, miriapode, crustacee terestre mărunte.

Pădurile de stejar se găsesc la altitudine ade 200-800 m și sunt păduri calde, destul de uscate. Sub numele generic de stejar sunt cuprinse mai multe specii care dau și caracterul pădurilor respective:

- ✓ Păduri de cer și de gârniță, mai ales la câmpie dar și în zone de deal
- ✓ Păduri de gorun, în zona dealurilor
- ✓ Păduri de stejar, tot pe dealuri dar preferând zone ceva mai umede

Speciile de stejar sunt însoțite de carpen, ulm, jugastru, frasin, tei, păducel, măceș,

numeroase ierburi.

Fauna pădurilor de stajar cuprinde mamifere (lupul, vulpea, iepurele, ariciul, căprioara), păsări (ciocănitori, privighetori, dumbrăveanca, pițigoi, șoimi), amfibieni, reptile (șerpi neveninoși), multe insecte și nevertebrate de sol.

România mai păstrează păduri de tip natural, bine adaptate la condițiile noastre climatice:

- Molidișuri situate la limita superioară de dezvoltare a pădurilor, rezistente la climatul montan aspru
- Făgete de pe terenuri în pantă care fixează solul și previn eroziunea
- Amestecul de rășinoase și fag, rezistent la dăunători, vânt și zăpadă
- Stejăretele adaptate le secetă
- Zăvoaie de sălcii care suportă bine inundațiile

Menținerea acestor ecosisteme naturale este vitală pentru starea mediului din România!

În România avem și exemple de ecosisteme de pădure puternic artificializate:

- Monoculturi instabile de molid, în Bucovina
- Plantații de salcâm, în locul stejarilor
- Culturi neproductive de plop euramericani, în loc de sălcii și plop autohtoni

Să reținem că aceste ecosisteme artificializate depind de o mare cantitate de energie pe care silvicultorii trebuie să o “injecteze” sub forma lucrărilor de întreținere, permanente.

PAJIȘTILE

Pajiștile alpine se dezvoltă dincolo de limita superioară a pădurii de conifere, până la 2500 m altitudine. Temperaturile medii anuale se situează între 1°C și -2°C iar precipitațiile sunt abundente; o bună parte a precipitațiilor o formează zăpada. Vânturile sunt frecvente și puternice. Solul este sărac și la suprafață apar adesea bolovani și stânci golașe.

De la 1600 la 2200 m vegetația este caracterizată de *jnepenișuri*: jneapăn, ienupăr, aninul de munte, smirdarul (rododendron), merișorul, afinul, salcia pitică. Jneapănul are o importanță deosebită pentru menținerea stării normale a ecosistemelor montane: rădăcinile lui fixează solul iar ramurile rețin zăpada împiedicând-o să alunece pe pante. Distrugerea jnepenișului, alături de suprapășunatul oilor sunt cauzele principale ale erodării solului alpin.

Peste 2200 m predomină afinul, merișorul, smirdarul și sălciile pitice și câteva specii ierboase.

Fauna pajiștilor alpine este destul de săracă: capra neagră și marmota dintre mamifere și brumărița, vulturul pleșuv, acvila de stâncă, corbul și fluturașul-de-stâncă dintre păsări. Reptilele sunt reprezentate de vipera comună, iar amfibienii de broasca roșie. Nevertebratele sunt dominate de specii de insecte.

Pajiștile de câmpie sunt dominate de plantele ierboase, în special graminee, iriși, ciulini, pelin. Ele beneficiază de o climă caldă dar precipitațiile sunt uneori insuficiente. Fauna este dominată de insecte, prezente cu foarte multe specii. Mamiferle pajiștilor de câmpie sunt rozătoarele (hârciogul, popândăul, iepurele), dihorul. Păsările sunt reprezentate de dropie, spârcaci, prepeliță, graur, ciocârlie, prigorie, vultur șorecar, erete iar reptilele de țestoase și șerpi.

ECOSISTEME AGRICOLE

Menținerea ecosistemelor agricole într-o stare care să asigure producții satisfăcătoare ridică două probleme importante:

- ⇒ executarea lucrărilor de pregătire și întreținere a solului (inclusiv desecări, drenaje, combaterea eroziunii)
- ⇒ controlul populațiilor de dăunători

Ambele activități necesită cheltuieli mari, atât din punct de vedere financiar cât și din punctul de vedere al forței de muncă.

Recoltarea anuală a culturii, tratarea cu îngrășăminte și pesticide determină o așa numită “oboseală” a solului: structura se deteriorează, microorganismele care asigură conținutul de humus au de suferit. Odată ce solul a intrat în ritmul de cultură el nu poate fi abandonat decât dacă devine impropriu pentru agricultură.

Populațiile de dăunători-în special insecte-sunt acele populații care găsesc în cultura agricolă o hrană sigură și abundentă, în ciuda tratamentelor de combatere. Oricâte insecticide s-ar aplica, consumatorii nedorți apar în fiecare an și uneori sunt atât de numeroși încât pot compromite recolta.

Aceste două aspecte ne demonstrează că ecosistemele agricole, în ciuda îngrijirii de care au parte, nu pot fi izolate de ecosistemele vecine; ca orice alt ecosistem, ele fac parte dintr-un complex de ecosisteme. Funcționarea lor este foarte costisitoare dacă vrem să avem an de an recolte satisfăcătoare.

Ecosisteme controlate de om sunt și pajiștile de tip *fâneată* care sunt cosite periodic.

O categorie aparte o formează *ecosistemele terenurilor degradate* prin eroziune sau sărăturare și pe care se dezvoltă o vegetație specifică, dominată de buruieni. Acestea sunt terenuri *ruderalizate*.

Ecosisteme acvatice

Dunărea

Sectorul românesc al Dunării se întinde de la Baziaș până la vărsarea în Marea Neagră și are o lungime de 1075 km, adică 38% din întregul fluviu.

Structura ecologică a Dunării este determinată de doi factori importanți, care condiționează alcătuirea biocenozelor acvatice:

- Patul albiei, pietros, nisipos sau mâlos
 - Viteza curentului
- a) Între km 1075 și km 931, pe o distanță de 144 km, Dunărea traversează defileul carpatic. Patul albiei este format din bolovani și pietriș pe care se dezvoltă o biocenoză cu totul deosebită: spongieri, oligochete, lamelibranhiate, gasteropode, crustacee din grupul corofiidelor (răcușori care-și construiesc din mâl fin și resturi vegetale tuburi-adăpost, lipite cu o secreție specială), larve de insecte. Toate acestea constituie o hrană bogată pentru pești.
 - b) În aval de lacurile de baraj Porțile de Fier I și II începe zona nisipurilor care se întinde până spre Giurgiu; biocenoza de fund este destul de săracă din cauza acțiunii abrazive a nisipului. Din loc în loc, curgerea apei adună nisipul sub forma unor dune numite hidraulice, în spatele cărora se adună oligochete, crustacee, moluște și larve de insecte.
 - c) După Giurgiu, patul albiei începe să fie dominat de mълuri și argile, bogate în oligochete, gasteropode, lamelibranhiate, crustacee și larve de insecte.
 - d) Brațele Dunării: brațul Chilia, care transportă peste 60% din apele fluviului este mai puțin afectat de acțiunea omului fiind mai puțin folosit pentru navigație; brațul Sulina este total transformat, fiind permanent dragat (curățat) de nisip în vederea navigației; brațul Sf. Gheorghe a fost regularizat prin tăierea meandrelor

Atât organismele de pe fundul apei cât și algele și diferitele suspensii transportate de fluviu reprezintă resursa trofică pentru numeroase specii de pești, cele mai valoroase fiind sturionii.

Ecosistemele Deltei Dunării

Complexul de ecosisteme care formează *Rezervația Biosferei Delta Dunării* este situat pe o câmpie joasă, cu altitudini în jur de 0 m, pe care se găsesc două formațiuni distincte: Delta Dunării și Complexul Lagunar Razelm-Sinoie. Biocenozele de pe teritoriul RBDD sunt controlate de două categorii de factori: pe de o parte un climat de tip continental stepic (temperatura medie anuală 10-11 °C, precipitațiile 300-450 mm/an), iar pe de altă parte masa de apă a Deltei, care îndulcește clima.

Delta Dunării este o câmpie tânără, formată în ultimele două milenii prin colmatarea unui golf.

În prezent, 70% din suprafața RBDD este acoperită de mlaștini, 13% este luciu de apă (lacuri, gârle, canale, brațele Dunării), iar uscatul reprezintă doar 17%.

În anul 1914 Grigore Antipa definea Delta în felul următor: *Delta Dunării nu este o vastă mlaștină în care crește stuf; ea este un lac enorm, adânc de aproape 2 m sub nivelul mării, traversat în toate direcțiile de diferite diguri mari care sunt grindurile, acoperit însă la suprafața sa în mare parte cu o pătură groasă de stuf plutitor numită plaur sau prundoi.*

După Antipa, marile unități componente ale Deltei sunt **grindurile**, **bălțile**, **japșele** (japșa este o baltă foarte puțin adâncă, invadată de vegetație și care toamna seacă în întregime), **gârlele** (canale de legătură, naturale, dintre bălți și Dunăre, prin care apa circulă în ambele sensuri în funcție de diferențele de nivel), **sahalele** (sahaua este un braț mărit de Dunăre în care apa este complet stagnantă și îngheață în timpul iernii) și **dunele de nisip**.

Ecosistemele Deltei Dunării (în acest sens sinonimă cu Rezervația Biosferei Delta Dunării-RBDD) se pot grupa în unități complexe: (1) brațele Dunării; (2) gârle și canale; (3) lacuri; (4) lagune; (5) grinduri fluviatile; (6) terenurile mlăștinoase; (7) grinduri marine; (8) câmpuri continentale; (9) litoralul marin; (10) insule calcaroase.

O clasificare a *ecosistemelor acvatice* ale Deltei trebuie să țină seama de principalii factori abiotici care sunt caracteristici acestei zone: caracteristicile fizico-chimice, scurgerea apei, nivelul apei, aportul de nutrienți minerali provenit din bazinul dunărean, vânturile dominante.

Astfel, se pot delimita două mari categorii care prezintă deosebiri semnificative:

- ape dulci (bălțile, canalele, brațele Dunării)
- ape cu caracter salmastru – ape sălcii (complexul lagunar Razim-Sinoie)

În privința apelor dulci se pot delimita două tipuri principale: lacurile propriu-zise (deci în general apele stagnante) și brațele Dunării. Datorită curgerii permanente a apei în sistemul deltaic este însă greu de estimat, din punct de vedere funcțional, numărul de ecosisteme de apă stagnantă.

Ecosistemele lacustre ocupă doar 9,28% din suprafața deltei și nu depășesc adâncimea de 3,5 m.

Cele 4 mari grupe de lacuri, corespunzând depresiunilor Deltei (Fortuna - Băclănești; Matîța - Merhei; Gorgova - Isacova - Uzlina; Roșu - Puiu - Lumina) sunt separate geografic și primesc cantități diferite de apă prin gârlele care le leagă de brațele Dunării.

Complexul lagunar Razim-Sinoie prezintă variații destul de mari, spațiale dar și sezoniere a biocenozelor, urmare mai ales a modificărilor de salinitate.

Brațele Dunării, cu precădere Chilia, dar și complexul Roșu-Puiu-Lumina ca și Lacurile Razim și Sinoie adăpostesc numeroase elemente ponto-caspice: specii care au supraviețuit aici de pe vremea în care Marea Neagră, Marea Caspică și actuala deltă formau un bazin unic.

Ecosistemele terestre ale deltei.

Silvostepa cu dune de nisip, păduri de stejari, frasini și plop

Dunele au înălțimi variabile (până la 13 m) și sunt așezate în șiruri lungi, paralele, pe direcția vântului dominant nord-estic. Pe dune se găsesc pajiști tipice pentru nisipuri, iar în depresiunile dintre dune tufărișuri, rariști de arbori și

păduri. Aici apar liana submediteraneană *Periploca graeca* și alte plante agățătoare care formează adevărate draperii la marginea arboretelor.

În privința celor două păduri bine cunoscute ale Deltei, Letea și Caraorman, trebuie făcute câteva precizări privind starea lor actuală: pădurea Letea este formată din vegetație forestieră propriu-zisă (44%) și dune de nisip (56%); formațiunile forestiere sunt naturale în proporție de 93% și includ monumente ale naturii, rezervații naturale, zone seculare de valoare deosebită. Astfel, valoarea ecologică actuală a pădurii Letea este foarte mare. Pădurea Caraorman cuprinde cele mai reprezentative dune ale Deltei (40% din suprafață) dar formațiunile forestiere sunt naturale numai în proporție de 26% datorită ponderii mari a culturilor forestiere. Valoarea ecologică a pădurii Caraorman este extrem de redusă.

Vegetația litorală și de sărătură

Condițiile de viață de pe nisipurile litorale sunt dure: substrat mobil, fluctuații mari de temperatură și umiditate, vânturi puternice. La acestea se adaugă sărăturarea substratului din depresiunile în care se instalează plante iubitoare de sare (halofile).

Mlaștini de stuf, papură și rogoz

Este biocenoza cea mai răspândită din Delta Dunării. Biotopul este caracterizat de ape puțin adânci (0,8-1 m), cu aluviuni fine pe fund, în care sunt fixați rizomii și rădăcinile plantelor. Resturile organice (în principal rizomi și rădăcini moarte) se acumulează pe fundul apei într-un strat gros, care se găsește în diferite stadii de turbificare. Ulterior, rădăcinile și rizomii vegetației sunt înfipti în acest substrat, pierzând treptat contactul cu aluviunile de pe fundul apei. Mișcările puternice ale apei din timpul furtunii desprind stratul turbos de pe fundul apei, astfel acesta dă naștere unor insule plutitoare.

Biocenoza are o structură complexă: un desigur de nepătruns, cu stratificare evidentă, alcătuit din stuf ce poate atinge o înălțime de 3-3,5 m, papură și rogoz, amestecate în proporții variabile și asociate cu numeroase specii de apă.

Pe alocuri apar sălcii, care sunt importante ca locuri de cuibărit pentru păsări. Suprafețele de luciu de apă sunt populate cu numeroase plante acvatice, care accentuează caracterul mozaicat al mlaștinii. Stufărișul este mărginit de fâșii late de 2-20 m alcătuite din vegetație plutitoare sau scufundată.

ECOSISTEMELE MONTANE ALE ROMÂNIEI

Tipuri de ecosisteme sau habitate

- pădure de foioase
- pădure de conifere
- jnepeniș
- pășune
- pajiște naturală sau seminaturală
- izvoare reocrene, limnocrene, helocrene
- pâraie și râuri
- lacuri alpine
- complexe de izvoare cu mușchi, tip zonă umedă
- turbării cu *Sphagnum*
- terenuri defrișate, abandonate
- plantații forestiere
- doborâturi de vânt

Probleme necesare a fi studiate

- endemisme carpatice
- tipologia și caracterizarea principalelor grupe de munți
- desemnare de habitate considerate a fi în condiții naturale

Probleme specifice pentru râuri și lacuri

- ♦ pierdere de habitate și degradare direct prin amenajări hidrotehnice și indirect prin transformarea terenurilor
- ♦ specii invadatoare sau introduse

- ♦ pescuitul
- ♦ poluare chimică

Probleme specifice pentru mlaștini (turbării)

- ♦ drenaj
- ♦ exploatare
- ♦ scoatere apă din stratele acvifere
- ♦ comercializarea unor specii

Probleme specifice pentru păduri

- ♦ fragmentare
- ♦ specii cultivate
- ♦ mari plantații care modifică solul
- ♦ turism
- ♦ supraexploatare

Probleme specifice pentru ecosistemele montane

- ♦ poluarea aerului și schimbări climatice
- ♦ modificarea vechilor pajiști
- ♦ eroziune datorată turismului sau amenajărilor hidrotehnice

PROCESE CRITICE DE CARE TREBUIE SĂ SE ȚINĂ SEAMA

- alterarea peisajului datorată fragmentării habitatelor
- reducerea calității habitatelor (de ex. intensificarea pășunatului modifică diversitatea speciilor vegetale și implicit componența faunei de nevertebrate)
- modificări ale habitatelor datorate schimbărilor climatice
- declinul populațiilor de vertebrate mari
- poluare locală și eutrofizare

Categorii de ecosisteme:

Silva = păduri, Ager = culturi agricole, Saltus = stepe, preerii și pajiști

permanente (naturale sau artificiale), Desertus = deșerturile naturale și artificiale

(incluzând așezările urbane și rețeaua de drumuri), plus zonele cu zăpezi veșnice de pe munții înalți și din Antarctica.

kmp = Suprafața (milioane kmp), % = procentul din uscat ocupat, E% = eficiența fotosintezei, C = carbon fixat (t/ha/an), tC = substanță organică formată (t/ha/an), SC = substanță organică totală (miliarde t), Kcal = echivalentul în 10E16 Kcal

Ecosisteme	kmp	%	E%	C	tC	SC	Kcal
Silva	40.7	28	0.33	2.50	5.0	20.4	8.2
Ager	14.0	10	0.25	2.00	4.0	5.6	2.3
Saltus	25.7	17	0.10	0.75	1.5	3.8	1.5
Desertus ...	67.6	45	0.01	0.10	0.2	1.1	0.5
(Antarctica:	12.7	12	0	0	0	0)	
Total:	148.0			30.9	12.5		

ECOLOGIE GENERALA

Schemă de abordare (după Ricklefs, 1982)

Partea I. Introducere

Ordinea lumii naturale

- Putem observa modele în lumea naturii
- Lumea vie este diversă, complexă și interconectată
- Lumea vie este dinamică dar în același timp stabilă și cu capacitate de a se reface
- Lumea vie este organizată prin procese fizice și biologice
- Modelele din natură pot fi înțelese în termenii evoluției prin selecție naturală
- Modul nostru de percepție influențează și limitează înțelegerea naturii

- Istoria naturală este baza cercetării în ecologie
- Ordinea naturii este afectată de activitatea umană

Descoperind ordinea naturii

- Întrebările legate de natură sunt formulate în ipoteze și teorii
- Concluziile privind lumea naturală includ și incertitudini
- Ecologii trebuie să facă o muncă de evaluare prin probe pentru a estima parametrii ecologici
- Ecologii utilizează experimente pentru a studia cauzalitatea naturii
- Analizele istorice asigură informații despre modificările evolutive
- Ecologii fac schimb de idei prin publicații
- Agricultura și managementul resurselor se bazează pe principii ecologice
- Studiile de ecologie se pot organiza în jurul unor nivele din ce în ce mai complexe

Partea a II-a. Organismele în mediul lor fizic.

Viața și mediul fizic

- ❖ Lumea biologică și cea fizică sunt interdependente
- ❖ Viața are proprietăți unice care nu se regăsesc în sistemele fizice
- ❖ Organismele vii își pot crește nivelele energetice prin transformări termodinamice improbabile
- ❖ Organismele pot controla fluxurile de energie și substanță dintre mediul lor intern și mediul extern
- ❖ Forma și funcția se schimbă alometric în raport cu mărimea corpului
- ❖ *Compromisul* domină adaptările formelor de viață

Apa și echilibrul substanțelor dizolvate

- ❖ Proprietățile apei o fac favorabilă vieții
- ❖ Substanțele dizolvate în apă induc modificări osmotice ale organismelor
- ❖ Sarea și echilibrul apei merg „mână în mână”
- ❖ Un turnover fluid foarte ridicat este o adaptare osmoregulatorie pentru animalele care se hrănesc cu lichide (hematofagele, nectarivorele sau consumatoarele de sevă au două probleme majore: eliminarea excesului de apă după ce s-au hrănit și păstrarea ionilor)
- ❖ Excretarea resturilor („deșeurilor”) cu azot ridică probleme speciale animalelor terestre
- ❖ Capacitatea solului de a reține apa este corelată cu mărimea particulelor de sol
- ❖ Mișcarea apei din sol în plantă și de aici în atmosferă depinde de transpirație și de proprietățile ei coezive
- ❖ Viața necesită nutrienți anorganici

Energia și căldura

- ❖ Cele mai multe din transformările energetice biologice se bazează pe chimia carbonului și oxigenului
- ❖ Energia luminoasă este forța supremă care dirijează procesele vieții
- ❖ Atenuarea luminii în apă limitează fotosinteza în mediul acvatic
- ❖ Fotosintezele de tip C_4 și CAM cresc eficiența utilizării apei
- ❖ Procesele vitale se desfășoară într-un interval îngust de temperaturi
- ❖ Radiația, conducția și convecția definesc mediul termic al organismelor terestre

- ❖ Prin adaptare, organismele își „pliază” temperatura optimă în raport cu temperatura mediului
- ❖ Pentru organismele terestre, conservarea apei este tot mai dificilă pe măsura creșterii temperaturii

Răspuns la variațiile mediului

- ❖ Homeostazia depinde de feedback-ul negativ
- ❖ Reglarea temperaturii corpului la animale este un important aspect al homeostaziei
- ❖ Nivelul de reglare echilibrează costurile și beneficiile
- ❖ Reglarea termică și echilibrul apei în deșerturile calde necesită diverse adaptări homeostatice
- ❖ Variația mediului are loc la diferite scări spațio-temporale
- ❖ Mozaicul de alegeri al unui organism definește activitatea sa spațială
- ❖ Răspunsul homeostatic variază în timp
- ❖ Migrația, stocarea de resurse și estivarea-hibernarea permit organismelor să tolereze condiții foarte dificile, în anumite sezoane
- ❖ Anumite „semne” ale mediului permit organismelor să anticipeze modificările vremii (*proximate factors* – de exemplu lungimea zilei - funcționează ca semnale utilizate de organisme pentru comportamentul lor; *ultimate factors* – de exemplu cantitatea de hrană disponibilă – sunt caracteristici, trăsături ale mediului care au efecte directe asupra stării organismelor)
- ❖ Diferențierile ecotipice reflectă adaptarea la condițiile locale

Factorii biologici din mediu

- ❖ Factorii biotici promovează diversificarea iar factorii abiotici promovează convergența

- ❖ Adaptarea carnivorelor demonstrează importanța mediului biotic ca agent al selecției naturale
- ❖ Prada se apără prin evitarea prădătorului, morfologie de protecție și comportament specific
- ❖ Erbivorele trebuie să depășească caracteristicile defensive ale plantelor
- ❖ Plantele utilizează împotriva erbivorelor metode de apărare structurale și chimice
- ❖ Specificitatea de gazdă și ciclurile biologice complexe caracterizează mulți paraziți

Climatul, topografia și diversitatea lumii vii

- ❖ Variația radiației solare în raport cu latitudinea determină modele globale de distribuție a temperaturilor și precipitațiilor
- ❖ Fiecare sezon determină modificări așteptate (previzibile) ale mediului
- ❖ Fluctuațiile neregulate se produc în cadrul unor cicluri periodice
- ❖ Caracteristicile topografice și geologice locale determină variații suplimentare în cadrul modelului climatic global
- ❖ Condițiile de mediu sunt influențate de raportul dintre precipitații și evapotranspirație
- ❖ Distribuția plantelor depinde de climă, topografie și sol
- ❖ Adaptările plantelor și animalelor sunt potrivite condițiilor mediului lor de viață
- ❖ Clasificarea asociațiilor vegetale pe baza formei plantelor corespunde foarte bine climatului
- ❖ Principalele zone ale globului pot fi diferențiate pe baza relației temperatură-precipitații
- ❖ Conceptul de biom organizează (dă o imagine) variațiile la scară mare ale lumii vii

- ❖ Clasificarea sistemelor acvatice se bazează pe caracteristici fizice

Partea a III-a. Energia și substanțele în ecosistem

Conceptul de ecosistem

- ❑ O mare parte a ecologiei moderne se bazează pe două concepte rezultate din observațiile unor naturaliști din sec.XX (speciile de plante și animale formează asociații naturale; organismele sunt legate direct și indirect prin relații trofice)
- ❑ F.E. Clements a folosit analogia dintre organism și comunitatea biologică. H.A. Gleason și A.G. Tansley au respins această idee.
- ❑ Charles Elton a descris comunitatea în termenii relațiilor trofice
- ❑ A.J. Lotka a expus o viziune termodinamică a ecosistemului
- ❑ Raymond Lindeman a dezvoltat conceptul trofo-dinamic al ecosistemului (F.C. Evans, 1956: în aspectele sale fundamentale, ecosistemul implică circulația, transformarea și acumularea energiei și materiei prin intermediul organismelor și activității lor. Fotosinteza, descompunerea, erbivoria, prădătorismul, parazitismul și alte activități simbiotice sunt principalele procese biologice răspunzătoare de transportul și stocarea materialelor și energiei iar interacțiunile dintre organisme anagajate în aceste activități asigură căile de distribuție – lanțul trofic este un exemplu de o asemenea cale... . Astfel, ecologul este preocupat, în primul rând, de cantitățile de materie și energie care străbat un ecosistem dat și de rata cu care se face acest transfer.)

- ❑ A.J. Lotka a descris reglarea funcțiilor ecosistemului în termenii relațiilor ecologice dintre populațiile componente
- ❑ Eugene P. Odum a popularizat studiile de energetica ecosistemului
- ❑ Studiile la nivel de bazin acvatic au evidențiat fluxurile elementelor și energiei în și între ecosisteme
- ❑ Landscape ecology ia în considerație efectul scării spațiale asupra funcționării ecosistemului
- ❑ Pentru studiul ecosistemelor s-au folosit abordări tactice și strategice (abordarea tactică: ecologia sistemică al cărei scop este construirea unui model care să simuleze caracteristicile dinamice ale ecosistemului; această abordare are două aspecte a) înțelegerea întregului nu se poate face fără înțelegerea părților și b) întregul poate fi înțeles în absența unor detalii. Abordarea strategică, inițiată de E.P. Odum, interesat de succesiunea ecologică; Weinberg –1975- spune că ecosistemul este prea complex pentru a fi modelat prin sisteme de numere mici de ecuații diferențiale; pe de altă parte, diferă atât de mult dpdv funcțional încât exprimarea unor valori medii, chiar la nivelul unui lanț trofic, poate obtura trăsăturile esențiale ale ecosistemului. Ecosistemul este un *middle-number system* , **părțile sunt prea numeroase pentru a fi descrise în totalitate și prea puține și diverse pentru a fi bine înțelese**)

Fluxul de energie în ecosistem

- ❑ Plantele asimilează energie prin fotosinteză
- ❑ Metodele de măsurare a producției plantelor variază cu habitatul și forma de creștere
- ❑ Rata fotosintezei variază în funcție de lumină, temperatură și disponibilitatea apei și nutrienților

- Productivitatea ecosistemelor terestre și acvatice este limitată de diferiți factori ecologici
- Mișcarea energiei în lungul lanțurilor trofice se caracterizează prin eficiență ecologică
- Legătura individuală în cadrul lanțului trofic este unitatea de bază a structurii trofice
- Eficiența asimilației și producției determină eficiența ecologică
- Ecosistemele terestre sunt dominate de lanțuri trofice bazate pe detritus
- Cât durează trecerea energiei prin ecosistem? (rata transferului de energie sau invers, *timpul de rezidență* pe fiecare nivel trofic; pentru o anumită rată a producției, timpul de rezidență sau timpul de tranzit al energiei este corelat cu stocarea energiei în biomasă și în detritus-necromasă. Cu cât este mai lung timpul de rezidență cu atât mai mare ste acumularea de energie.

Ecosistem	Prod.primară netă în g/mp/an	Biomasa în g/mp	Timpul de tranzit în ani
Pădure tropicală umedă	2000	45000	22,5
Pădure temp. foioase	1200	30000	25,0
Pădure boreală	800	20000	25,0
Pajiște temperată	500	1500	3,0
Tufărișuri de deșert	70	700	10,0
Bălți, mlaștini	2500	15000	6,0
Lacuri și râuri	500	20	0,04
Recifi	2000	2000	1,0
Ocean deschis	125	3	0,024

- ❑ Transferul de energie și acumularea sunt procese care descriu structura și funcțiile ecosistemului
- ❑ Lungimea lanțurilor trofice este limitată de eficiența ecologică

Căile elementelor în ecosistem

- ❑ Mișcarea celor mai multe elemente este paralelă cu fluxul de energie desfășurat prin comunitate
- ❑ În ecosistem elementele circulă între compartimente (Dacă comparăm rata de input a unui element în compartiment cu rata de output din compartiment putem determina dacă acel compartiment este în creștere – ne referim la un **sink**, în sens de bazin, cuvetă de umplere, sau dacă este în scădere – ne referim la **source**, în sens de scurgere, izvor)
- ❑ Circuitul apei asigură un model fizic pentru ciclarea elementelor în ecosistem
- ❑ Potențialul de oxido-reducere (redox) al unui sistem arată nivelul său de energie (substanța A, în stare redusă, acționează ca un reducător pentru substanța B, aflată în stare oxidată, prin cedarea unui electron; prin cedarea electronului, A trece în starea oxidată iar prin acceptarea electronului B trece în starea redusă. Dacă A are un potențial redox mai mare decât B atunci energia se eliberează în reacție).
- ❑ Ciclul modern al carbonului include un rezervor lipsă (!): combustibilii fosili
- ❑ În calea sa prin ecosistem, azotul trece prin mai multe stări de oxidare
- ❑ Circuitul fosforului este strâns legat de pH-ul solului și de interacțiunile trofice din mediul acvatic
- ❑ Sulfurul participă la multe reacții redox
- ❑ Circuitele elementelor interacționează în cadrul ecosistemului. Reacțiile de tip asimilație și dezasimilație ale carbonului în

procese de fotosinteză și respirație leagă ciclurile carbonului și oxigenului. Disponibilitatea fosforului în sistemele dulcicole este parțial dependentă de influența indirectă a nitraților asupra ciclurilor fierului și oxigenului din sedimente. Datorită acestor legături, modificările produse de activitatea umană în bugetele globale ale carbonului, azotului sau fosforului determină schimbări complexe și neașteptate în circuitele biogeochimice. Creșterea cantității de CO₂ atmosferic nu duce doar la încălzirea globală dar și la creșterea (potențială!) ratei fotosintezei, scăderea intensității luminii și scăderea umidității solului. Răspunsul tundrei arctice la creșterea cantității de CO₂ atmosferic: datorită permafrostului la 10-30 cm de suprafață, procesele din sol se derulează numai în acest strat subțire, activitatea subterană fiind foarte limitată; astfel, tundra este mult mai simplă decât alte ecosisteme terestre. Tipurile de sol și tipurile de vegetație pot fi ușor deosebite ușurând astfel studierea transportului de substanțe între diferite compartimente. Tundra este mai sensibilă la schimbările globale decât alte ecosisteme. Solul și vegetația stochează cantități uriașe de carbon iar temperaturile scăzute încetinesc eliberarea acestuia în atmosferă. Se poate presupune că încălzirea climei va accelera respirația și descompunerea, o mare cantitate de CO₂ se va elibera în atmosferă ceea ce va agrava efectul de seră.

- Microorganismele au un rol special în circuitul elementelor.

Regenerarea nutrienților în ecosistemele terestre și acvatice

- În ecosistemele terestre, procesele regenerative au loc la nivelul solului
- Intemperii reprezintă mecanismul fizic și chimic de fărâmițare a rocilor de suprafață

- ❑ Spălarea cationilor este controlată de conținutul de humus și argilă al solului
- ❑ În ecosistemele terestre, mulți nutrienți circulă prin intermediul detritusului. Rolul fungilor în regenerarea nutrienților: pot descompune celuloza și lignina; formează ecto și endomicorize.
- ❑ Nutrienții sunt regenerați mai repede în pădurile tropicale decât în cele temperate
- ❑ Sedimentele apelor puțin adânci joacă un rol important în regenerarea nutrienților
- ❑ Procesele microbiene domină rețelele trofice și reciclarea nutrienților în apele deschise, neproductive. Lanț trofic bazat pe plancton: nanoplancton și microplancton ⇒ zooplancton ⇒ pești. Lanț trofic bazat pe microorganisme (bacterii) – microbial loop: picoplanctonul autotrof pune DOM la dispoziția picoplanctonului heterotrof – ambele tipuri de picoplancton ⇒ nanoplancton, flagelate heterotrofe, protozoare ciliate ⇒ microplancton ⇒ mesoplancton ⇒ pești. Cea mai mare parte a carbonului fixat de picoplanctonul autotrof este eliberată sub formă de DOM și consumată de fitoplanctonul heterotrof (mai ales bacterii), formându-se astfel un “microbial loop” la baza lanțului trofic.
- ❑ În râuri, regenerarea nutrienților este puternic influențată de mișcarea apei
- ❑ Estuarele și mlaștinile aprovizionează ecosistemele marine cu energie și nutrienți

Reglarea funcțiilor ecosistemului

- ❑ Ecologii încearcă să înțeleagă reglarea ecosistemului prin experiment, studii comparative și modelare matematică. Experimente de adăugare de nutrienți, mai ales în lacuri și râuri: se introduce o cantitate dintr-un element și se măsoară proporția

în care acest element a fost preluat în diferite compartimente; experimentele de laborator în care se măsoară răspunsul unui organism sau al unui grup de organisme se numește *bioassay experiment*.

- Funcția reglatoare a azotului și fosforului diferă în ecosistemele dulcicole și marine. În apele dulci fosforul este limitant iar creșterea concentrației sale peste normal duce la eutrofizare. Eliberarea în râuri și lacuri a reziduurilor din canalizare (mai ales cele conținând substanțe organice) crează ceea ce se numește *biological oxygen demand* (BOD) datorită degradării oxidative a detritusului de către microorganisme. Fosforul stimulează producția de detritus organic, crescând astfel BOD. În cazurile cele mai rele, acest tip de poluare poate reduce sever cantitatea de oxigen dizolvat. În apele marine, azotul este element limitant. De asemenea, în apele marine fierul, în condiții de oxigenare bună, formează complexe cu diferite alte elemente, inclusiv fosforul, aceste complexe precipită și se sedimentează.
- Procesele fizice de transport pot regla ecosistemele care sunt limitate de nutrienți
- Producția nu variază direct proporțional cu reciclarea nutrienților. *Nutrient use efficiency* (NUE) - o eficiență ridicată în utilizarea nutrienților este determinată de doi factori (în cazul ecosistemelor terestre): copacii trebuie să asimileze mai multă energie per unitate de nutrient asimilat (1) și copacii trebuie să rețină nutrienții pentru reutilizare, în țesuturile lor, înainte de căderea frunzelor (2).
- Modelele de sistem reprezintă structura și funcțiile ecosistemului ca seturi de funcții de transfer interactiv
- Un model de reciclare a nutrienților într-un ecosistem acvatic include transformările suferite de azot în coloana de apă

- ❑ Un model de reciclare a nutrienților într-un ecosistem terestru include compartimentele pentru sol, biomasa plantelor și detritus
- ❑ Erbivoria poate crește sau diminua producția. Control de tip **bottom-up**: controlul funcțiilor ecosistemului prin nutrienți și condițiile mediului fizic. Se presupune și existența unui sistem de control de tip **top-down**: reglarea prin consum.
- ❑ Ecosistemele sunt reglate în sistem *top-down* sau *bottom-up*? “Cascada trofică” este un sistem top-down în care, de exemplu, zooplantonul erbivor are rol cheie într-un model de cascadă trofică.

Partea a VI-a. Ecologia comunității.

Conceptul de comunitate.

- ✓ Comunitatea este o asociație de populații. Asociație de plante și animale dintr-un anumit loc și dominată fie de una sau mai multe specii fie de condiții fizice caracteristice. Un grup (**assemblage**) este format din mai multe specii înrudite taxonomic și care se găsesc în aceeași zonă geografică; O ghildă (**guild**) este un grup de populații care utilizează același set de resurse, în același fel.
- ✓ În cadrul organizării ecologice se poate vorbi de o unitate naturală la nivelul comunității?
- ✓ La limita dintre două habitate se formează zonele ecotonale. Fragmentarea habitatelor determină o anumită dinamică a zonelor ecotonale și formarea de **metacomunități**.
- ✓ Structura comunităților naturale poate fi descrisă în relație cu un continuum ecologic
- ✓ Comunitățile se caracterizează atât prin continuitate cât și prin schimbări
- ✓ Caracteristicile comunității reies dintr-o ierarhie de procese raportate la o anumită scară de timp și spațiu

Structura comunității

- ✓ Înțelegerea structurii comunității înseamnă adoptarea a mai multe perspective
- ✓ Listele de specii dau o primă descriere a comunităților biologice
- ✓ Abundența relativă a speciilor este o măsură a structurii comunității
- ✓ Indicii de diversitate înglobează bogăția în specii și abundența speciilor
- ✓ Numărul de specii înregistrate crește în proporție directă cu mărimea zonei investigate
- ✓ Pentru înțelegerea structurii comunității se folosește analiza rețelelor trofice
- ✓ Idei despre influența structurii rețelelor trofice asupra stabilității comunității s-au dezvoltat din analiza rețelelor trofice topologice.
Terminologie: **noduri** (specii sau grupe de specii similare dpdv trofic, adică au aceleași prăzi sau aceeași predatori),
trofospecii (specii predatoare), **specii bazale** (ocupă cel mai de jos nivel trofic).

DEFINIȚIA SISTEMICĂ A ECOSISTEMULUI

Sistemele ecologice sunt structuri disipative, strict dependente de o intrare continuă de energie de calitate care este acumulată, concentrată, transformată și disipată/împrăștiată în trepte, astfel încât rezultă o creștere a gradului de organizare (comportament antientropic), producerea resurselor regenerabile și asigurarea unei game diverse de servicii (Vădineanu, 1998).

Un fragment de pădure poate fi studiat pe mai multe planuri:

- ecosistem (dinamica nutrienților și fluxul de energie)

- ansamblu de elemente aflate în coevoluție
- rețea de interacțiuni între specii (ecologia comunității)
- model spațial (ecologia complexelor de ecosisteme)
- comportament (succesiune)

Scările de abordare implică “mișcări” pe mai multe axe:

- ✓ Dimensiunea pădurii analizate
- ✓ Numărul de copaci
- ✓ Perioada succesională sau de evoluție
- ✓ Compoziția în specii
- ✓ Dinamica elementelor (fixarea azotului, exportul azotului etc)

Dezvoltarea unui mod de înțelegere a fenomenelor ecologice are loc într-un context ierarhic: interacțiunile pot fi explicate la un anumit nivel de organizare, mecanismul acestor interacțiuni la nivelul inferior iar condițiile globale care permit aceste interacțiuni la nivelul superior (context spațio-temporal).

ECOLOGIE FUNDAMENTALĂ și ECOLOGIE APLICATĂ

Ecologie fundamentală (basic ecology)

Cuprinde cunoștințele privind structuri, evenimente, procese observate și conceptualizate ca și instrumentele care permit conexiunile dintre concepte și fenomene.

Exemple de procese observabile: fluxul energiei luminoase, biomasa, dispersia semințelor, distribuții de frecvențe, acoperirea covorului vegetal, concentrația nutrienților.

Exemple conceptuale: conceptul ghildei, reciclarea elementelor, teoria biogeografiei insulare.

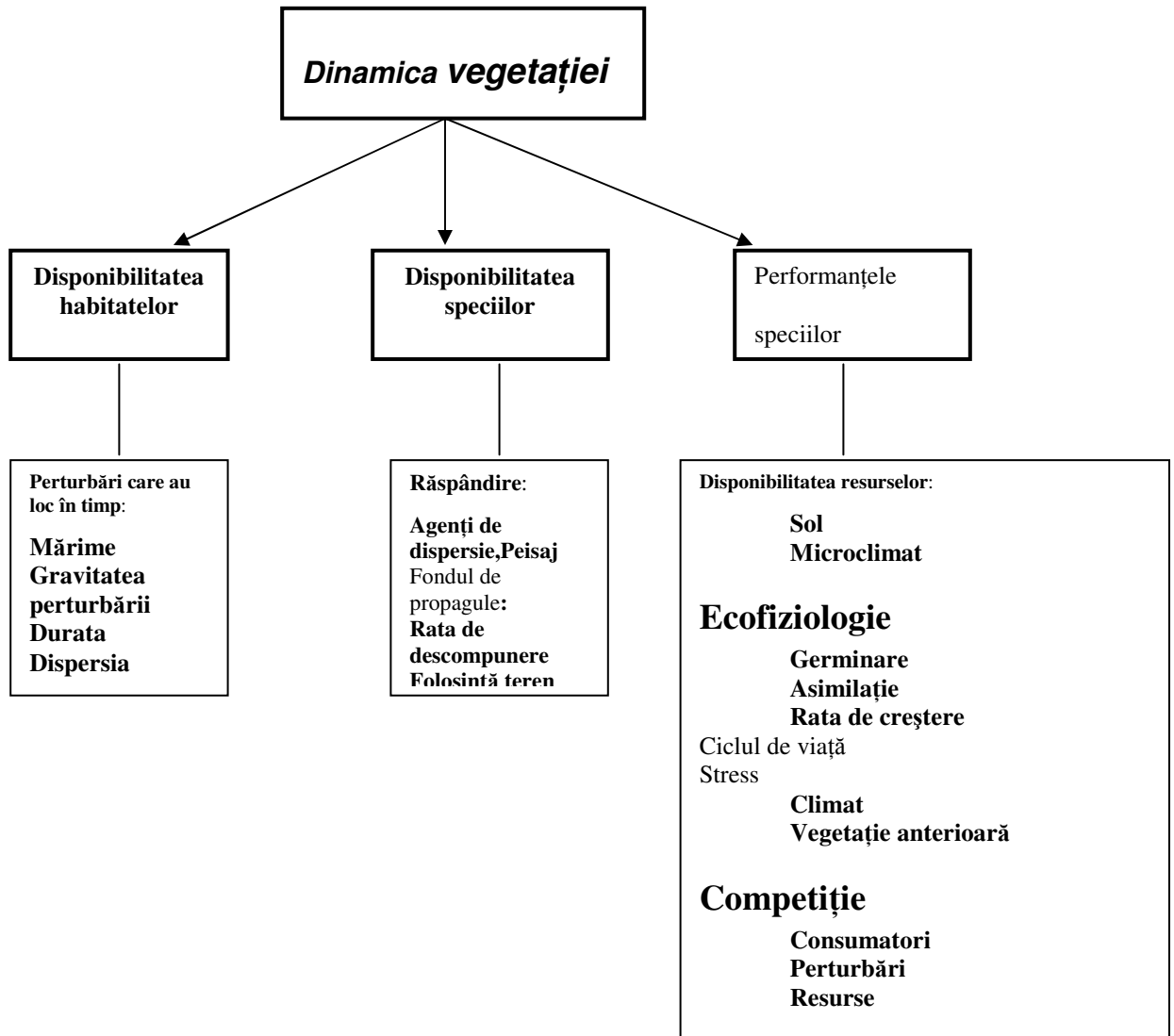
Exemple de instrumente: metoda sticluțelor albe și negre pentru măsurarea producției algale, protocoale pentru colectarea datelor (tabele de viață, standarde statistice etc).

Ecologie aplicată

Utilizează ecologia fundamentală pentru activități ca restaurarea, conservarea și managementul resurselor. Trebuie subliniat că ecologia aplicată se bazează pe anumite cerințe sociale, *răspunde deci unor cerințe sociale*.

Aplicațiile manageriale reprezintă cele mai bune teste de verificare pentru ecologia fundamentală. Cunoașterea oferită de ecologia fundamentală este satisfăcătoare? Răspunde la probleme noi, generate de dezvoltarea sistemelor socio-economice? Ce modele oferă pentru situații specifice?

Cadrul ierarhic pentru o teorie a dinamicii unei comunități vegetale:



OBIECTIVE PENTRU PREGĂTIREA RESURSEI UMANE DE SPECIALITATE PENTRU PROBLEMELE DE MEDIU

- ✓ Expertiză în *Funcționarea și dinamica sistemelor ecologice*
- ✓ Dimensionarea activității umane bazată pe *Evaluarea de impact, Analiza ciclurilor de viață, Evaluarea riscurilor*
- ✓ Proiectarea și dezvoltarea unui *Sistem de monitoring integrat* pentru a obține date și informații de înaltă calitate referitoare la mediu

- ✓ Expertiză pentru *Programe integrate de cercetare*:
 - Îmbunătățirea cunoștințelor referitoare la funcționarea și dinamica sistemelor ecologice
 - Manipularea adecvată a sistemelor ecologice pentru creșterea productivității și extinderea gamei de servicii
- ✓ Pregătirea pentru *Nivelul operațional, politic și de decizie* a managerilor capitalului natural – evaluare de efecte pe termen lung și soluții alternative pentru proiectele economice și sociale
- ✓ Dezvoltarea capacității *factorilor de decizie* de a alege între soluțiile propuse
- ✓ Expertiză în dezvoltarea și utilizarea *mijloacelor metodologice, ingineresti, economice și legislative* pentru a implementa strategii eficiente și de lungă durată

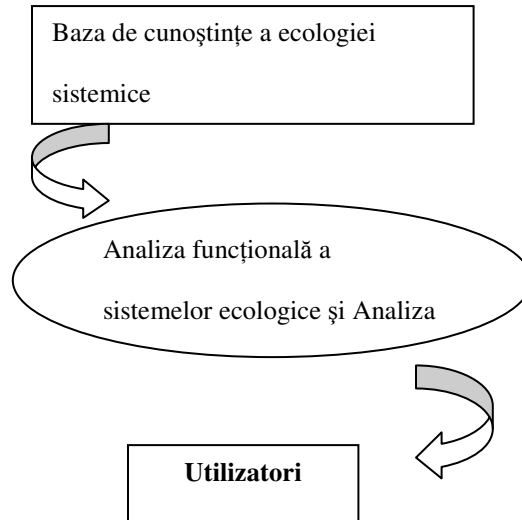
CE ESTE UN SISTEM DE MANAGEMENT DE MEDIU?

Un Sistem de management de mediu (SMM) este definit de *British Standards Institute* ca fiind *structura organizațională, responsabilitățile, practicile, procedurile, procesele și implementarea politicii de mediu*.

Sucesiunea etapelor SMM:

- *Declararea politicii de mediu*: obiectivele și politica SMM
- *Planul de mediu*: plan anual de concretizare a declarației de mediu prin măsuri explicite și activități planificate
- *Integrarea protecției mediului*: sarcini și responsabilități în cadrul SMM
- *Măsurarea și înregistrarea datelor*: evaluarea cantitativă și calitativă a problemelor de mediu generate de companie (firmă, etc)
- *Auditul intern*: sistem de inspecții și verificări ale măsurilor tehnice și organizatorice și ale regulamentelor și procedurilor
- *Educarea și formarea*: abilități, motivație, capacitate de participare
- *Raportare internă și externă*

ANALIZA FUNCȚIONALĂ A SISTEMELOR ECOLOGICE



Proceduri de analiză funcțională pentru zone umede:

Funcții evaluate prin procedura A

- Încărcarea apei freatice
- Descărcarea apei freatice
- Atenuarea inundației
- Stabilizarea sedimentului
- Retenția sedimentului și a substanțelor toxice
- Eliminarea/transformarea nutrienților
- Export de producție
- Abundență/diversitate acvatică

Funcții evaluate prin procedura B

- Stocarea dinamică a apei de suprafață
- Stocarea apei pe termen lung
- Disiparea energiei
- Stocarea apei subterane
- Atenuarea descărcării/curgerii apei subterane
- Ciclarea nutrienților

- Eliminarea compușilor sau elementelor importate
- Retenția materiei particulare
- Exportul de carbon organic
- Menținerea comunităților de plante
- Menținerea biomasei detritice
- Menținerea structurii spațiale a habitatului
- Menținerea conectivității
- Menținerea distribuției/abundenței nevertebratelor

Funcții evaluate prin procedura C (FAEWE/PROTOWET)

Funcții hidrologice

- Retenția apei de inundație
- Încărcarea apei subterane
- Descărcarea apei subterane
- Retenția sedimentului

Funcții biogeochimice

- Reținerea nutrienților: preluarea N și P de către plante, stocarea în materia organică din sol, adsorbția N și P, reținere în formă particulată
- Exportul nutrienților: export gazos de N prin denitrificare și amonificare, export prin utilizarea terenului și procese fizice
- Retenția carbonului *in situ*: acumulare de materie organică

Funcții ecologice

- Menținerea ecosistemului: asigurarea diversității structurale generale a habitatului, asigurarea condițiilor locale pentru nevertebrate, vertebrate și plante
- Menținerea rețelei trofice: producția de biomasă, import de biomasă prin cursul de apă, prin fluxuri dinspre terestru, prin intermediul vântului, prin procese biologice; export de biomasă prin cursul de apă, prin fluxuri dinspre terestru, prin intermediul vântului, prin intermediul faunei; exportul antropic
- Conservarea biodiversității

- Analiza funcțională este metoda prin care se evaluează oferta de bunuri și servicii a capitalului natural
- Procedurile de analiză funcțională sunt bine puse la punct doar pentru zonele umede
- Se abordează nivelul calitativ