



UNIVERSITATEA ECOLOGICĂ DIN BUCUREȘTI

FACULTATEA DE ECOLOGIE ȘI

PROTECȚIA MEDIULUI



Program de studii universitare de licență: Ecologie și Protecția Mediului

Forma de învățământ: învățământ cu frecvență redusă

Suport de curs pentru disciplina:

ECOLOGIE GENERALĂ

Titular de disciplină:

Prof. univ. dr. Iuliana Gheorghe

**București
2021**

CUPRINS

Introducere	5
a. Date privind titularul de disciplină.....	5
b. Date despre disciplină	5
c. Obiectivele disciplinei.....	5
d. Competențe acumulate după parcurgerea cursului.....	5
e. Resurse și mijloace de lucru.....	6
f. Structura cursului	6
g. Cerințe preliminare.....	7
h. Durata medie de studiu individual	7
i. Evaluarea.....	7
Capitolul 1. CURS INTRODUCATIV. STRUCTURA MEDIULUI	8
1.1. Introducere	8
1.2. Conținut.....	8
1.3. Rezumat.....	15
1.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor	15
1.5. Bibliografie recomandată	16
Capitolul 2. ECOLOGIA ÎN CADRUL ȘTIINȚELOR MEDIULUI.....	17
2.1. Introducere	17
2.2. Conținut.....	17
2.3. Rezumat.....	24
2.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor	24
2.5. Bibliografie recomandată	24
Capitolul 3. EVOLUȚIA IDEILOR ȘI CONCEPTELOR. SCURT ISTORIC AL ECOLOGIEI.....	25
3.1. Introducere	25
3.2. Conținut.....	25
3.3. Rezumat.....	31
3.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor	31
3.5. Bibliografie recomandată	31
Capitolul 4. METODOLOGIA SPECIFICĂ ECOLOGIEI. SISTEME BIOLOGICE ȘI ECOLOGICE, CLASIFICARE.....	32
4.1. Introducere	32
4.2. Conținut.....	32

4.3. Rezumat.....	40
4.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor	40
4.5. Bibliografie recomandată	40
Capitolul 5. ECOLOGIA POPULAȚIILOR.....	41
5.1. Introducere	41
5.2. Conținut.....	41
5.3. Rezumat.....	49
5.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor	49
5.5. Bibliografie recomandată	49
Capitolul 6. COMUNITĂȚI DE ORGANISME. NOȚIUNEA DE BIOCENOZĂ.....	50
6.1. Introducere	50
6.2. Conținut.....	50
6.3. Rezumat.....	58
6.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor	58
6.5. Bibliografie recomandată	58
Capitolul 7. BIOTOPUL.....	59
7.1. Introducere	59
7.2. Conținut.....	59
7.3. Rezumat.....	67
7.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor	67
7.5. Bibliografie recomandată	67
Capitolul 8. INTRODUCERE IN ECOLOGIA ECOSISTEMELOR	68
8.1. Introducere	68
8.2. Conținut.....	68
8.3. Rezumat.....	76
8.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor	76
8.5. Bibliografie recomandată	76
Capitolul 9. PRODUCTIA BIOLOGICA	77
9.1. Introducere	77
9.2. Conținut.....	77
9.3. Rezumat.....	85
9.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor	86
9.5. Bibliografie recomandată	86

Capitolul 10. LANTURI TROFICE. CATEGORII DE ORGANISME DIN ECOSISTEM	87
10.1. Introducere	87
10.2. Conținut.....	87
10.3. Rezumat.....	95
10.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor	95
10.5. Bibliografie recomandată	96
Capitolul 11. RECICLAREA NUTRIENȚILOR.....	97
11.1. Introducere	97
11.2. Conținut.....	97
11.3. Rezumat.....	104
11.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor	105
11.5. Bibliografie recomandată	105
Capitolul 12. DINAMICA ECOSISTEMULUI (SUCCESIUNEA ECOLOGICĂ).....	106
12.1. Introducere	106
12.2. Conținut.....	106
12.3. Rezumat.....	113
12.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor	114
12.5. Bibliografie recomandată	114
Capitolul 13. STABILITATEA ECOSISTEMELOR. MATRICEA ECOLOGICA A ROMÂNIEI.....	115
13.1. Introducere	115
13.2. Conținut.....	115
13.3. Rezumat.....	124
13.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor	124
13.5. Bibliografie recomandată	124
Capitolul 14. SISTEMELE ECOLOGICE SI IMPACTUL ANTROPIC	125
14.1. Introducere	125
14.2. Conținut.....	125
14.3. Rezumat.....	133
14.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor	133
14.5. Bibliografie recomandată	133
TESTE VOLUNTARE	134
BIBLIOGRAFIE GENERALA	135

Introducere

Cursul este destinat, în principal, studenților Facultății de Ecologie și Protecția Mediului din cadrul Universității Ecologice din București – învățământ cu frecvență redusă (IFR), dar poate constitui un util material de studiu și pentru studenții la învățământ cu frecvență (IF).

a. Date privind titularul de disciplină

Nume și prenume:	Prof. univ. dr. Iuliana Gheorghe
E-mail:	iuliana.gheorghe@ueb.education

b. Date despre disciplină

Anul de studiu:	I
Semestrul:	II

c. Obiectivele disciplinei

Obiectivul general al disciplinei	Să formeze studenților o gândire holistică asupra mediului înconjurător, să-i facă să înțeleagă faptul că sistemul socio-economic este parte componentă a mediului ca și capitalul natural, dezvoltarea sustenabilă a acestui sistem fiind posibilă numai în cazul în care capitalul natural este exploatat durabil.
Obiectivele specifice	- Să creeze abilități studenților în utilizarea noțiunilor de ierarhie a sistemelor ecologice și să înțeleagă aspectele de mediu atât la nivel local – ecosistem cât și la nivel global – complex de ecosisteme - Să creeze abilități studenților în realizarea unor strategii de dezvoltare durabilă - Să creeze abilități studenților de a participa la consultanța unor probleme publice legate de mediu înconjurător

d. Competențe acumulate după parcurgerea cursului

Competențe profesionale	Cu ajutorul noțiunilor dobândite la disciplina ecologie generală studenții au capacitatea să : - definească conceptele de sin-ecologie, aut-ecologie, ecologie sistemică, de a înțelege teoriile și metodele de bază din domenii complementare (botanica, geobotanica, biologie, chimie, geologie, urbanism, inginerie, etc.) pentru facilitarea realizării conexiunilor necesare în Ecologie și protecția mediului. - identifice și să utilizeze sursele de informații necesare pentru întocmirea aplicațiilor la noțiunile teoretice prezentate la curs - înțeleagă Obiectivul COP (întâlnirile părților) al CBD (Convenția privind biodiversitatea) respectiv indicatorii PES (Payment Ecosystems Services), și indicatorii MAES (Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services)
Competențe transversale	Cu ajutorul noțiunilor dobândite la disciplina ecologie generală studenții au capacitatea să: - folosească instrumentele din domenii conexe pentru validarea unui fenomen, proces sau concept specific programului de studiu Ecologie și protecția mediului. - opereze cu un minim vocabular de termeni de specialitate - exprime clar un punct de vedere în privința deciziilor ce vizează aspecte legate de mediu - prezintă simplu și clar, pentru un public neavizat, a consecințelor necunoașterii conceptului reducționist care nu ia în calcul și principiile ecologiei sistemice

e. Resurse și mijloace de lucru

Pentru o pregătire temeinică, vă sugerăm să efectuați toate testele de evaluare, astfel încât rezultatul pregătirii dumneavoastră să fie cât mai obiectiv. De asemenea, vă sugerăm să vă alcătuiți propriile dumneavoastră planuri și scheme, acestea ajutându-vă la o mai bună sistematizare a cunoștințelor dobândite.

Fiecare curs debutează cu prezentarea obiectivelor pe care trebuie să le atingeți – din punctul de vedere al nivelului de cunoștințe – prin studierea temei respective. Vă recomandăm să le citiți cu atenție și apoi, la sfârșitul cursului, să le revedeți pentru a verifica dacă le-ați atins în întregime.

Testele de evaluare prezente la sfârșitul fiecărui curs vă vor ajuta să verificați modalitatea specifică de învățare și să vă îmbunătățiți cunoștințele. Timpul recomandat rezolvării testelor este de 30 de minute. Rezolvați testele numai după studierea în întregime a unui curs și nu vă uitați la răspunsuri decât după rezolvarea testului și numai dacă nu reușiți să găsiți răspunsul prin recitirea cursului.

La fiecare curs există indicată o bibliografie selectivă pe care vă sfătuim să o parcurgeți.

f. Structura cursului

Cursul de „Ecologie generală” este alcătuit din 14 capitole (fiecare capitol fiind aferent unei **unități de învățare**):

Capitolul I. CURS INTRODUCATIV. STRUCTURA MEDIULUI

Capitolul II. ECOLOGIA ÎN CADRUL ȘTIINȚELOR MEDIULUI

Capitolul III. EVOLUȚIA IDEILOR ȘI CONCEPTELOR. SCURT ISTORIC AL ECOLOGIEI

Capitolul IV. METODOLOGIA SPECIFICĂ ECOLOGIEI. SISTEME BIOLOGICE ȘI ECOLOGICE, CLASIFICARE

Capitolul V. ECOLOGIA POPULAȚIILOR

Capitolul VI. COMUNITĂȚI DE ORGANISME. NOȚIUNEA DE BIOCENOZĂ

Capitolul VII. BIOTOPUL

Capitolul VIII. INTRODUCERE IN ECOLOGIA ECOSISTEMELOR

Capitolul IX. PRODUCTIA BIOLOGICA

Capitolul X. LANTURI TROFICE. CATEGORII DE ORGANISME DIN ECOSISTEM

Capitolul XI. RECICLAREA NUTRIENȚILOR

Capitolul XII. DINAMICA ECOSISTEMULUI (SUCCESIUNEA ECOLOGICĂ)

Capitolul XIII. STABILITATEA ECOSISTEMELOR. MATRICEA ECOLOGICA A ROMANIEI

Capitolul XIV. SISTEMELE ECOLOGICE SI IMPACTUL ANTROPIC

La sfârșitul fiecărui capitol beneficiați de modele de teste de autoevaluare care vă vor ajuta să stabiliți singuri ritmul de învățare și necesitățile proprii de repetare a unor teme.

Cursul de *Ecologie generală* poate fi studiat atât în întregime, potrivit ordinii prestabilite a capitolelor, dar se poate și fragmenta în funcție de interesul propriu mai accentuat pentru anumite teme. Însă, în vederea susținerii examenului este obligatorie parcurgerea tuturor celor 14 capitole și efectuarea testelor prezentate.

g. Cerințe preliminare

Pentru o mai bună înțelegere a materiei, este necesară coroborarea cunoștințelor dobândite în cadrul acestei discipline cu cele acumulate la Biologie vegetală și la Biologie animală, având în vedere că disciplina se studiază în anul I, semestrul 2.

h. Durata medie de studiu individual

Durata medie de învățare estimăm a fi de aproximativ 28 de ore, iar pentru examen ar fi necesar un studiu de o săptămână.

Studierea fiecărui capitol necesită un efort estimat la 2 ore, astfel încât să se fixeze temeinic cunoștințele specifice acestui domeniu.

i. Evaluarea

Înainte de examen este indicat să parcurgeți din nou toată materia, cu atenție, durata estimată pentru această activitate fiind de aproximativ o săptămână.

Forma de evaluare (E-examen, C-colocviu/test final, LP-lucrări de control)		E
Stabilirea notei finale (procentaje)	- evaluarea finală	60
	- activități aplicative /laborator/lucrări practice/proiect etc.	20
	- verificare pe parcursul semestrului	20
	-	

Capitolul 1.

CURS INTRODUCTIV. STRUCTURA MEDIULUI



1.1. Introducere

În cuprinsul acestui capitol sunt prezentate: Cum poate fi intelesa structura mediului, Studiu de caz: circuitul carbonului la nivelul tarilor Europei, anii '90, Abordarea sistemica: inter-relaționarea circuitelor elementelor

Durata medie de parcurgere a acestui capitol este de aproximativ 2 ore.



1.2. Conținut

Scopul cursului: integrarea cunoștințelor specifice ecologiei în domeniul larg al științelor mediului și conectarea cu necesitățile practice ale protecției mediului; evaluarea modificărilor pe care le suferă natura ca urmare a dezvoltării sistemului socio-economic, la scări spațiale locale, regionale și globale.

Obiectivele cursului:

- Dezvoltarea unei percepții corecte a domeniului de studiu al ecologiei;
- Abordarea ierarhică a lumii vii;
- Familiarizarea cu diversitatea tipurilor de relații biunivoce dintre organisme si dintre acestea și mediul abiotic;
- Înțelegerea structurii și funcțiilor ecosistemelor naturale și seminaturale;
- Dezvoltarea capacității de a prezenta și de a sintetiza în scris despre aspectele-cheie ale ecologiei pe baza lecturilor, discuțiilor și consultării de materiale bibliografice, inclusiv pe baza consultării site-urilor indicate

Marile schimbări care au avut și au loc în tehnologie și în modurile de producție au determinat o deteriorare profundă a relației dintre societatea umană și ecosistemele naturale. În perioada de la începuturile dezvoltării, populațiile umane își procurau hrana și alte resurse prin

vânătoare, pescuit și culegerea fructelor și rădăcinilor. Disponibilitatea și distribuția acestor resurse fundamentale le limitau însă abundența și răspândirea; vânătorii-culegători erau verigi componente ale lanțurilor trofice naturale.

Odată cu dezvoltarea agriculturii care a permis formarea aglomerărilor umane în zone cu productivitate ridicată (soluri fertile și precipitații abundente) s-a redus și dependența omului față de stocurile naturale de plante și animale. “Independența” față de aceste resurse naturale primare a crescut pe măsură ce s-au dezvoltat sistemele de irigații și de completare a stocurilor de nutrienți din sol. A urmat apoi implementarea tehnologiilor de conservare a rezervelor de hrană ceea ce a permis extinderea zonelor locuite și situarea acestora la o depărtare tot mai mare de terenurile agricole. Astfel, s-a redus (aparent!) tot mai mult interdependența dintre sistemele ecologice și sistemul socio-economic ceea ce a determinat necesitatea planificării utilizării resurselor naturale pe baze ecologice. Cunoștințele de bază pot fi sintetizate sub forma a cinci principii care au implicații asupra managementului resurselor naturale: *timp, spațiu, specii, perturbare și peisaj*.

Subliniem caracterul relativ al acestei modificări: sistemele socio-economice pot fi analizate sectorial, se poate planifica dezvoltarea acestora dar, în orice conjunctură, ele sunt sisteme componente ale marilor complexe de sisteme ecologice.

Principiul timp

Procese ecologice se desfășoară la diferite scări de timp, ecosistemele suferind diverse modificări. Procesele metabolice se derulează într-un timp foarte scurt, de la câteva secunde la câteva minute; decompunerea materiei organice are loc în intervale de la câteva ore la câteva zeci de ani iar pentru formarea solului sunt necesare zeci și chiar sute de ani. În plus, ecosistemele prezintă schimbări de la un sezon la altul și de la un an la altul, ca urmare a variațiilor climatice iar pe termen lung au loc modificări de tip succesional (Odum, 1969).

Activitățile umane care duc la alterarea componenței comunităților sau modifică circuitele biogeochimice pot deturna sensul succesiunii ecologice cu efecte pentru următoarele decade sau chiar secole.

Acest principiu are implicații importante pentru modul de folosință a terenurilor. În primul rând trebuie ținut seama de faptul că structura și funcțiile unui sistem ecologic reprezintă și consecințele evenimentelor istorice și condițiilor caracteristice deceniilor și secolelor anterioare. Astfel, speciile unui ecosistem sau caracteristicile solului pot reflecta condițiile în care avea loc în trecut exploatarea terenului. Înțelegerea naturii unui ecosistem este condiționată de obținerea de informații cu caracter istoric (răspunsurile acestuia față de modificările în folosința terenului); pe de altă parte, posibilitățile viitoare de exploatare ar putea fi limitate din cauza modului curent de folosință a terenului.

În al doilea rând, efectele activității umane se manifestă în totalitate abia după o perioadă de câțiva ani, această “întârziere” fiind urmarea scurgerii timpului necesar pentru propagarea efectului de la o componentă la alta a sistemului ecologic. De exemplu, modificarea intrărilor de nutrienți afectează creșterea plantelor și componenta în specii; la niveluri trofice superioare ori în privința rezervelor de nutrienți și a materiei organice din sol, aceste efecte se manifestă mult mai lent.

În al treilea rând, o anumită modalitate de folosință a terenurilor va influența timp de decenii sau chiar secole gospodărirea acestora. Chiar după ce un anumit tip de management a fost abandonat, modelul impus va persista peste ani: tăierile în sistem extensiv de pe un teritoriu împădurit vor determina ca la scara complexului de ecosisteme (landscape) anumite procese să continue mult timp după ce extragerea de lemn a fost oprită. La fel se întâmplă în cazul construcției de șosele sau în cazul acțiunilor prin care sunt controlate focul ori inundațiile: efectele au o latență îndelungată. Revenirea rapidă la condițiile inițiale nu este posibilă și nici nu trebuie să sperăm că va avea loc vreodată.

La o scară mare de timp au loc perturbări periodice (cu o frecvență foarte mică, de pildă odată la câteva zeci sau chiar la 100 de ani) care nu pot fi observate sau cuantificate decât pe parcursul mai multor generații.

Având în vedere că dezvoltarea ecologiei în sensul abordării scărilor spațio-temporale este destul de recentă, este normal ca multe din considerațiile privind comportamentul sistemelor ecologice să fie teoretice. Există puține date și informații vechi, credibile și verificabile, pe baza cărora să putem aprecia felul în care a avut loc schimbarea unui sistem ecologic pe o perioadă lungă de timp.

Astfel, prognozele pe termen lung privind variațiile și modificările în structura și funcțiile ecosistemelor sunt foarte greu de realizat.

Principiul speciei

Anumite specii, privite ca entități de sine stătătoare ori grupe de specii aflate în interacțiune, pot avea, la nivelul ecosistemului, efecte foarte importante, manifestate la o scară mare. Aceste specii pot influența în diferite feluri sistemele ecologice.

Cum poate fi înțeleasă structura mediului:

- a. abordarea sectorială – factori de mediu; avantaje – metodologii distincte pentru categoriile de factori, standarde de calitate, metode pentru supravegherea calitatii, metode de îmbunătățire a calitatii; factori de mediu: apa, aer, sol, flora și fauna, așezări umane (calitate).
- b. abordarea integratoare – mediul este interpretat ca un ansamblu de sisteme interconectate – ce fel de sisteme? Este necesară clasificarea sistemelor și definirea sistemelor ecologice.

ECOSISTEMUL ESTE UN SISTEM ECOLOGIC!



De ce acordam o foarte mare importanta studiului ecosistemelor?

Conditiiile pentru mentinerea vietii sunt determinate de viata insasi, adica de modul in care functioneaza ansamblurile de organisme, in contextul variabil al factorilor abiotici planetari si extraplanetari; pe masura ce viata a evoluat a influentat si transformat conditiile abiotice iar calitatea acestora depinde de capacitatea structurilor vii de a mentine controlul.

Astfel, s-a creat un sistem planetar care se autoregleaza in principal datorita functionarii sistemelor ecologice.

Raporturile dintre sistemele ecologice si populatia umana:

- preluam bunuri peste capacitatea de refacere
- exportam deseuri peste capacitatea de descompunere
- suntem dependenti de serviciile oferite de sistemele ecologice

Studiu de caz: circuitul carbonului la nivelul tarilor Europei, anii '90

Padurile si pajistile (grassland) reprezinta rezervoare de stocare (**sink**) in timp ce terenurile agricole productive (cropland) sunt rezervoare de alimentare (**source**), adica pierd carbonul. Astfel, tarile dominate de terenuri arabile tind sa piarda carbonul din ecosistemele terestre in timp ce tarile dominate de paduri tind sa sechestreze carbonul. In unele tari, extragerea turbei si desecarea turbariilor a determinat o reducere substantiala a carbonului stocat si o dezechilibrare a balantei acestui element vital.

Datorita industrializarii, rata de stocare a carbonului s-a redus in raport cu emisiile de carbon rezultate din folosirea combustibililor fosili.



Exista doua fluxuri opuse: stocarea (sechestrarea) carbonului in paduri si pajisti si pierderea carbonului din terenurile arabile si mlastinile de tip turbarie. Orice modificare cat de mica la nivelul acestor doua fluxuri poate determina efecte importante la nivelul balantei nete a carbonului.

In absenta unui management al terenurilor orientat spre carbon, reseaua de fixare a carbonului tinde sa intre in declin. Sunt necesare actiuni pe trei nivele:

- a. mentinerea capacitatii de stocare a padurilor
- b. modificarea practicilor de management agricol pentru reducerea emisiilor de carbon din terenurile arabile sau transformarea acestora in rezervoare de stocare

- c. protejarea actualelor rezervoare importante (zone umede si paduri batrane) deoarece **carbonul se pierde mai repede decat se fixeaza!**

Padurile sunt rezervoare de stocare a carbonului pentru toata Europa deoarece rata de productie anuala este mai mare decat rata de recoltare. Padurile Europei sunt inalt productive datorita cantitatii crescute de CO₂ atmosferic, cantitatii mari de azot disponibila in sol si probabil datorita tendintei de incalzire a climei; se pare ca totusi, aceasta productivitate este urmarea faptului ca padurile Europei sunt relativ tinere si aflate inca in faza de crestere exponentiala.



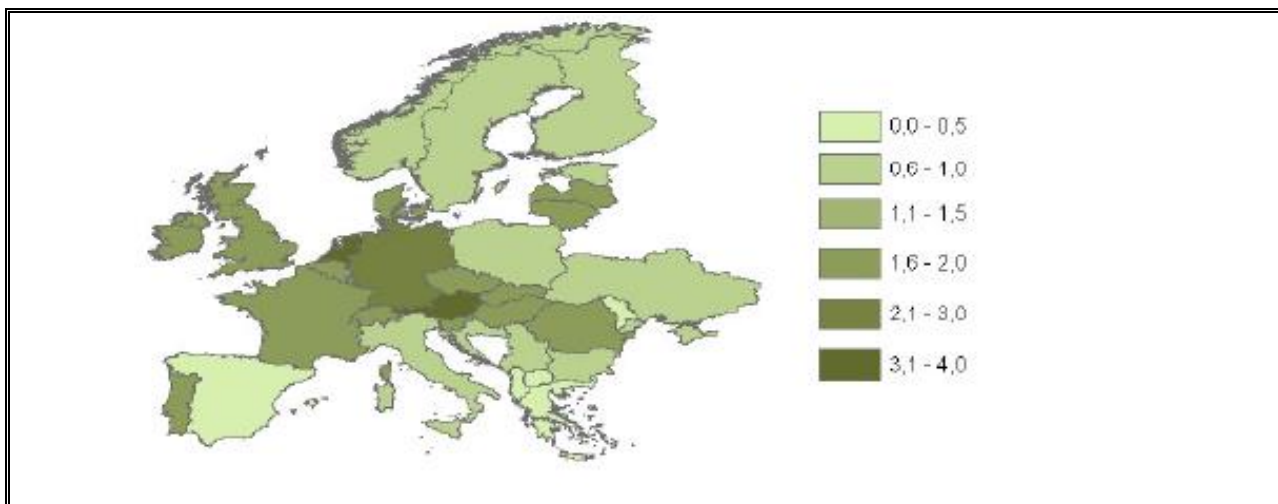
CARE ESTE MECANISMUL BIOLOGIC DE STOCARE A CARBONULUI? CE INSEAMNA PRODUCTIVITATEA? SUB CE FORMA ESTE DISPONIBIL AZOTUL SI CE PROCESE ASIGURA DISPONIBILITATEA? CE ESTE CRESTEREA EXPONENTIALA A POPULATIEI? CE LEGATURA ESTE INTRE VARSTA PADURII SI VITEZA DE CRESTERE SI CUM INTELEGEM PADUREA PRIN INTERRELATIILE DINTRE SUBSISTEMELE COMPONENTE?

In medie, padurile Europei fixeaza din atmosfera (sechestreaza) anual 124 gC/m² sub forma de biomasa (70%) si in sol si litiera (30%). In mod obisnuit, tarile care au o suprafata mai mare acoperita de paduri au un indice mai mare de stocare a carbonului. Pe de alta parte conteaza si rata de circulatie a carbonului per unitate de suprafata (exprimata in stoc de carbon schimbat): Finlanda si Suedia au o rata mai mica decat tarile central-europene. Astfel, diferentele intre balantele de carbon ale diferitelor tari se explica nu numai prin diferentele de suprafete impadurite:

- cele mai multe paduri europene sunt paduri de productie, adica exploatate pentru masa lemnoasa iar balanta C este determinata de rata de exploatare;
- metoda de estimare da diferente;
- exista diferente regionale de crestere a arborilor: arborii din tarile nordice si sudice cresc mi greu decat cei din zona temperata centrala.

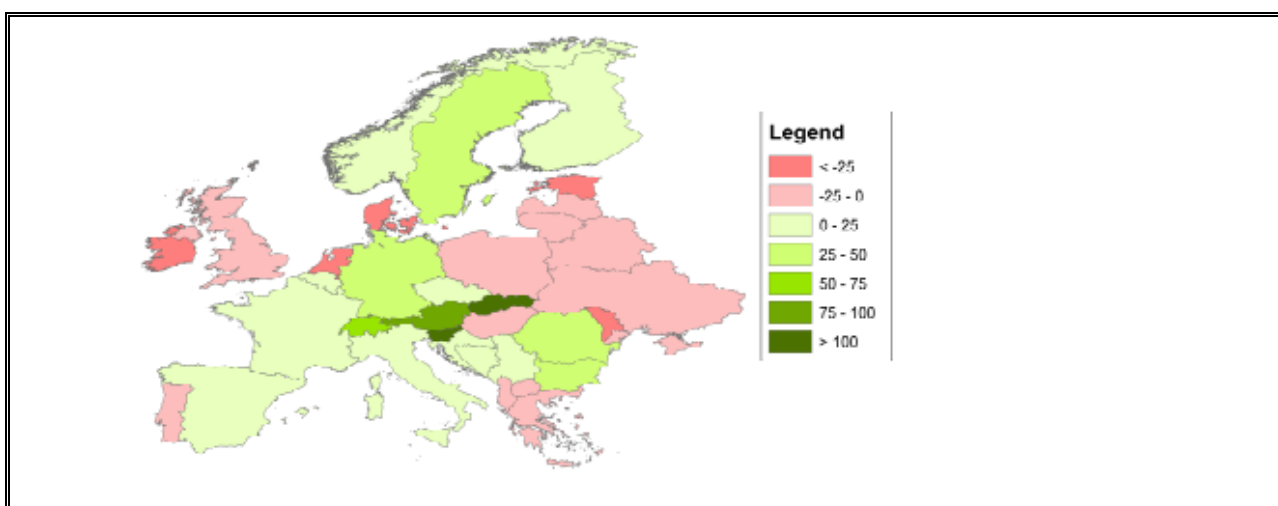
EXPLICATIE: padurile din nord cresc mai greu deoarece sezonul de crestere este scurt si circuitul nutrientilor intarziat; padurile din sud cresc mai greu deoarece peste sezonul cu conditii optime de lumina (care asigura o rata mare a fotosintezei) se suprapune adesea seceta; in zona temperata incarcarea cu azot a solului este mai rapida.

CARE ESTE ROLUL MACRODESCOMPUNATORILOR IN ASIGURAREA REZERVEI DE AZOT A SOLULUI? CE RELATII EXISTA INTRE MACRODESCOMPUNATORI SI CELELALTE CATEGORII DE ORGANISME?



Productivitatea padurilor Europei exprimata in tone carbon / ha / an.

In toate tarile europene terenurile arabile pierd carbon cu o rata de $70 \text{ g C} / \text{m}^2 / \text{an}$. Pe de alta parte, pajistile castiga anual $60 \text{ g C} / \text{m}^2$.



Stocuri de carbon terestru – rata de schimb – $\text{g C} / \text{m}^2 \text{ teren} / \text{an}$; valorile negative indica pierderi nete, valorile pozitive indica castiguri nete.

Abordarea sistematica: inter-relatiunea circuitelor elementelor

Circulatia oxigenului, azotului, a vaporilor de apa, bioxidului de carbon, ca si a altor gaze aflate in cantitati mici (metan, amoniu, oxizi de azot, oxizi de sulf, alte hidrocarburi in afara de metan) intre atmosfera si biosfera are ca rezultat mentinerea in proportii constante a acestor gaze in atmosfera. Daca biosfera nu ar mai genera acesti compusi ei ar disparea rapid din atmosfera, cu consecinte dramatice asupra vietii (mecanism de feedback negativ).

Circuitul carbonului. Prin **fotosinteza**, bioxidul de carbon este luat din atmosfera iar oxigenul este eliberat in atmosfera. Prin **respiratia aeroba** se consuma oxigen iar carbonul organic (din organism) este oxidat rezultand bioxid de carbon; astfel, oxigenul este luat din atmosfera iar bioxidul de carbon este eliberat in atmosfera. Bacteriile chemosintetizante aflate mai ales pe fundul

oceanelor si in pesteri fixeaza de asemenea bioxidul de carbon si produc carbon organic. Sursa de energie este, in acest caz, nu energia solara ci oxidarea amoniului sau sulfului.

Circuitul carbonului este strans legat de circuitul oxigenului! Anual, prin fotosinteza se fixeaza CO_2 si se elibereaza 100.000 megatone de oxigen in atmosfera. Prin respiratia tuturor organismelor se consuma aproximativ aceeasi cantitate de oxigen si se produce “in compensatie” CO_2

Circuitul azotului. Acest circuit “incepe” cu fixarea azotului atmosferic de catre bacteriile fixatoare de azot si si algele albastre-verzi. Prin procesul de denitrificare (bacterii denitrificatoare) azotul din compusii organici cu azot este retransformat in azot atmosferic anorganic. Prin fixarea azotului se formeaza amoniac si amoniu, compusi folositi direct de unele organisme. Ionul amoniu poate fi oxidat (bacteriile nitrificatoare) formand nitriti; prin oxidare, nitritii formeaza nitrati care sunt necesari plantelor si care sustin lanturile trofice terestre si acvatice.

Circuitul azotului este cuplat cu circuitele carbonului si oxigenului. Azotul molecular (N_2) este cel mai stabil compus gazos cu azot din atmosfera iar bacteriile denitrificatoare trebuie sa produca numai 300 megatone de azot anual pentru a compensa pierderile din atmosfera (adica fixarea chimica si biologica). Oxidul nitros (N_2O) se gaseste in atmosfera in cantitati mici (0,3 ppm) dar este la fel de important ca bioxidul de carbon si metanul in asigurarea efectului de sera. Anual, bacterii din sol si din ocean produc intre 100 si 300 megatone oxid nitros si mentin astfel concentratia acestui gaz in atmosfera. In atmosfera, N_2O se descompune sub actiunea UV si se formeaza oxid nitric (NO). La fel ca oxidul nitros si amoniul este produs de bacteriile din sol si din ocean si este eliminat in atmosfera. Anual, pe aceasta cale ajung in atmosfera 1.000 megatone de amoniu. Amoniu reduce aciditatea precipitatilor si odata ajuns pe sol (prin precipitatii) este folosit de plante.

Gaze biogene cu sulf, in atmosfera: hidrogen sulfurat (H_2S), bisulfura de carbon (CS_2), carbonil-sulfura (COS), dimetil-sulfura ($\text{C}_2\text{H}_6\text{S}$), dimetil-disulfura ($[\text{CH}_3\text{S}]_2$), metil-mercaptan (CH_3SH). Prin oxidarea acestor gaze se produce bioxid de sulf (SO_2); bioxidul de sulf din atmosfera provine si din emisiile vulcanice, arderea biomasei, topirea metalelor sau arderea carbunilor. Prin precipitatii bioxidul de sulf ajunge din nou la biosfera. Ploile acide sunt rezultatul surplusului de origine antropica de bioxid de sulf si oxizi de azot.

Metanul. Concentratia atmosferica este de numai 1,7 ppm dar reactivitatea deosebita il face un gaz foarte important pentru compozitia atmosferei. Intra in reactie cu oxigenul si se produc apa si bioxid de carbon (in atmosfera joasa). Pierderea de oxigen este compensata de fotosinteza. Bacteriile metanogene din sedimentele mlastinilor descompun substanta organica si produc anual 1.000 megatone de metan care se elibereaza in atmosfera.

În straturile superioare ale atmosferei ajunge o mică cantitate de metan care intră în reacție cu oxigenul și asigură astfel umezeala stratosferică. În mlaștini (zone umede) bacteriile produc compuși metil-halogenati (clorura de metil CH_3Cl și iodura de metil CH_3I) în formă gazoasă; în păduri, aceiași compuși sunt produși de fungi. Aceste gaze, ajunse în atmosfera superioară reglează formarea (producția) de ozon stratosferic contribuind la desfacerea moleculei de ozon.

Fără producția continuă de metan asigurată de bacteriile metanogene concentrația de oxigen atmosferic ar crește cu 1% la fiecare perioadă de 12.000 ani fapt ce ar spori incidența incendiilor naturale.



1.3. Rezumat

Să reținem din acest curs !

Mediul este un ansamblu de sisteme ecologice

Circuitele elementelor vitale pentru existența tuturor speciilor sunt interrelaționate

Ecologia înseamnă înțelegerea relațiilor din lumea vie dar și a relațiilor dintre societatea umană / sistemul socio-economic și lumea vie, în ambele sensuri !



1.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor

Răspunzând la următoarele întrebări veți avea o imagine asupra nivelului de pregătire cu care abordați acest curs. Dacă răspundeți corect la 1 – 5 întrebări aveți nevoie să reluați manualele de gimnaziu; pentru 6 -10 răspunsuri corecte, nu ar fi rău să reluați manuale de liceu; pentru 11 – 15 răspunsuri corecte, veți putea parcurge cursul fără dificultăți majore; pentru 16 – 20 răspunsuri corecte sunteți pregătiți să asimilați cunoștințele de bază ale ecologiei.



1. Ce înțelegeți prin mediu natural?
2. Ce este fotosinteza?
3. Prin ce se deosebesc algele de bacterii?
4. Așezați în ordine evolutivă următoarele grupe de animale: broaște, testoașe, amoeba, țânțar, focă, stea de mare.
5. Ce formațiuni vegetale pot fi întâlnite de la ecuator spre poli?
6. Care este statutul actual al Deltei Dunării?
7. Ce animale de pradă cunoașteți din fauna României (din următoarele grupe : insecte, pești, păsări, mamifere)?
8. Enumerați câteva specii de animale asociate marilor aglomerări urbane.
9. Ce rol are pădurea pentru mediul natural al unei țări?
10. Enumerați 5 rezervații naturale din România.
11. Ce înțelegeți prin circuitul apei în natură și cum se implică omul în acest proces desfășurat la scară planetară?
12. Sunteți studenți ai Universității Ecologice: cum înțelegeți această titulatură “ ecologică” pentru Facultatea de Drept?
13. Ce metode se folosesc pentru combaterea daunătorilor din agricultură?
14. Ce tipuri de climă se întâlnesc pe teritoriul României?
15. Ce grupe de animale trăiesc în apă în primele faze de dezvoltare și pe uscat atunci când ajung la maturitate?
16. Enumerați câteva arbori care cresc în stare naturală și sunt folosiți direct de populația umană.
17. Pesterile pot fi considerate ca formând un mediu particular de viață sau unul obișnuit? De ce?
18. Ce se poate vana astăzi, legal, pe teritoriul României?
19. Definiți noțiunile de biotop și biocenoză.
20. Faceți o listă a disciplinelor biologice pe care le cunoașteți.



1.5. Bibliografie recomandată

- a. Janssens et coll., 2005 The carbon budget of terrestrial ecosystems at country-scale – a European case study. Biogeosciences, 2, 15-26
- b. Millennium Ecosystem Assessment 2005
- c. Raportul Agenției Europene de Mediu privind Starea mediului în Europa în 2007

Răspunsuri:

1. Totalitatea ecosistemelor naturale și seminaturale.
2. procesul biologic de sintetizare a zaharurilor simple folosind carbonul din bioxidul de carbon, hidrogenul din apă și enrgia solară.
3. Algele sunt eucariote, bacteriile sunt procariote.
4. Amoeba, țânțar, stea de mare, broaște, țestoase, focă.
5. Păduri umede, deșerturi calde, păduri de foioase din zone temperate, taiga, tundră, deșerturi reci.
6. Rezervație a biosferei, sit Ramsar și sit UNESCO.
7. Insecte: coleoptere carabide; pești: biban, știucă, șalău, somn; păsări: vulturi, ulii, acvile; mamifere: lup, râs, pisică sălbatică.
8. Gâdac de bucătărie, vrăbii, porumbei, șoareci, șobolani.
9. Rezervor de apă, reglarea circuitului hidrologic, sursă de materii prime.
10. Aici se pot enumera parcuri naturale și naționale, rezervații științifice, monumente ale naturii.
11. Evaporare-condensare-precipitații; folosirea apei pentru irigații, bararea râurilor, desecarea zonelor umede, exploatarea pădurilor.
12. Cursuri de drept al mediului.
13. Metode chimice clasice, metode biologice și metode integrate.
14. Clima temperat continentală.
15. Broaște.
16. Tei, stejar, carpen, ulm, fag, brad, molid, frasin.
17. Nu au plante (lipsa luminii), animalele din peșteri depind de resturile oragice care vin din afară.
18. Toate speciile cuprinse în legislația privind vânătoarea.
19. Biotop – factori abiotici, biocenoză – specii și comunități.
20. Consultați programa de liceu.

Capitolul 2.

ECOLOGIA ÎN CADRUL ȘTIINȚELOR MEDIULUI



2.1. Introducere

În cadrul acestui capitol, studenților le sunt prezentate: ecologie și mediu, definiții ale ecologiei, identitatea și ramurile ecologiei, ecologia și economia umană.

Durata medie de parcurgere a acestui capitol este de aproximativ 2 ore.



2.2. Conținut

Ecologie și mediu

Interesul pentru mediu a crescut semnificativ în ultimele 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 ...



Domeniul ecologiei este definit de abordarea biologică a mediului, acesta fiind interpretat global, ca un ansamblu de sisteme ecologice. Perceperea și interpretarea mediului bazată pe teoria sistemelor: mediul este organizat în sisteme. Între sisteme există numeroase relații. Astfel, sistemul socio-economic, generat și dezvoltat de specia umană, este considerat ca fiind o parte integrantă din sistemul ecosferei.

Domeniul protecției mediului este definit de extensia practică a ecologiei în soluționarea problemelor determinate de dezvoltarea sistemului socio-economic.

Din această perspectivă mediul este interpretat sectorial, cu referire precisă la factorii de mediu: apa, aerul, solul, biodiversitatea și așezările umane. Pentru a putea lua măsuri practice de reducere și combatere a unor fenomene negative ca poluarea, eroziunea solului, dispariția speciilor de plante și animale etc *ingineria mediului* face referire la acest mod de interpretare a mediului. Reglementările, aplicate fie la nivel național fie la nivel internațional, privesc în mod separat apa, aerul, solul, plantele și animalele, sănătatea umană. Politica ecologică trebuie să încurajeze înțelegerea modului în care mediul, în sens ecologic, susține existența societății umane și a presiunilor pe care societatea umană le exercită asupra mediului. Protecția mediului este o componentă esențială a dezvoltării durabile.

Definiții ale ecologiei

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 – perioologie – 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 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*.

Odum (1971) definea ecologia drept *studiul structurii și funcțiilor naturii*. Cum este structurată natura? Termenul structură se referă la alcătuirea unui sistem în care, elementele componente sunt aranjate într-un anumit fel unul față de celălalt iar între aceste elemente

componente se stabilesc legături reciproce (definiție modificată după *Dicționarul enciclopedic român*, vol. IV, Edit. Politică, București 1966). În acest sens avem de răspuns la două întrebări: a) care sunt elementele componente ale naturii și b) ce relații există între aceste elemente.

Haeckel (1866) – *ecologia înseamnă o sumă de cunoștințe privind economia naturii – investigarea și înțelegerea tuturor relațiilor pe care animalele le au atât cu mediul organic cât și cu cel anorganic; peste toate, înseamnă atât relațiile "amicale" cât și cele "de dușmănie" pe care le au cu toate plantele și animalele cu care vin în contact direct sau indirect; ecologia este studiul tuturor acestor relații complexe pe care Darwin le înțelegea drept condițiile luptei pentru existență. Știința ecologiei, adesea privită, în sens restrâns și nepotrivit, ca biologie, este de fapt principala componentă a ceea ce se numește "istorie naturală".*

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.

Identitatea și ramurile ecologiei

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 marchează 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 ași 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.

RAMURILE ECOLOGIEI

Ecologia populațiilor: studiul factorilor care afectează creșterea și stabilitatea populațiilor.

Ecologia comunităților: studiul interacțiunilor din cadrul comunităților de plante și animale

Ecologia ecosistemelor: studiul inter-relațiilor complexe dintre organisme și mediul abiotic

Ecofiziologie: influența mediului asupra fiziologiei plantelor și animalelor

Ecologia comportamentului: aspecte etologice privind interacțiunile organisme-mediu de viață

Ecologie evoluționistă: rolul selecției naturale în stabilirea relațiilor organisme-mediu de viață.

ECOLOGIE APLICATĂ

Managementul resurselor naturale – păduri, pajiști, specii sălbatice de plante și animale, pescuit.

Ecologia peisajului (ecologia complexelor de ecosisteme) – evaluare a impactului antropic la scară spațială mare.

Reconstrucția ecologică – refacerea habitatelor și ecosistemelor deteriorate.

Conservarea naturii – strategii și metode de păstrare a speciilor de plante și animale și a habitatelor caracteristice, în condiții optime.

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 deșerturilor Ecologie forestieră Agroecologie	Ecologia populațiilor Demografie	Ecologie aplicată ❖ Conservare ❖ Agricultură ❖ Management 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

Ecologia și economia umană

Marile schimbări care au avut și au loc în tehnologie și în modurile de producție au determinat o deteriorare profundă a relației dintre societatea umană și ecosistemele naturale. În perioada de la începuturile dezvoltării, populațiile umane își procurau hrana și alte resurse prin vânătoare, pescuit și culegerea fructelor și rădăcinilor. Disponibilitatea și distribuția acestor resurse fundamentale le limitau însă abundența și răspândirea; vânătorii-culegători erau verigi componente ale lanțurilor trofice naturale.

Odată cu dezvoltarea agriculturii, care a permis formarea aglomerărilor umane în zone cu productivitate ridicată (soluri fertile și precipitații abundente) s-a redus și dependența omului față de stocurile naturale de plante și animale. “Independența” față de aceste resurse naturale primare a crescut pe măsură ce s-au dezvoltat sistemele de irigații și de completare a stocurilor de nutrienți din sol. A urmat apoi implementarea tehnologiilor de conservare a rezervelor de hrană ceea ce a permis extinderea zonelor locuite și situarea acestora la o depărtare tot mai mare de terenurile agricole. Astfel, s-a redus (aparent!) tot mai mult interdependența dintre sistemele ecologice și sistemul socio-economic ceea ce a determinat necesitatea planificării utilizării resurselor naturale pe baze ecologice.

Subliniem caracterul relativ al acestei modificări: sistemele socio-economice pot fi analizate sectorial, se poate planifica dezvoltarea acestora dar, în orice conjunctură, ele sunt sisteme componente ale marilor complexe de sisteme ecologice.

Procesele ecologice se desfășoară la diferite scări de timp, ecosistemele suferind diverse modificări. Procesele metabolice se derulează într-un timp foarte scurt, de la câteva secunde la câteva minute; decompunerea materiei organice are loc în intervale de la câteva ore la câteva zeci de ani iar pentru formarea solului sunt necesare zeci și chiar sute de ani. În plus, ecosistemele prezintă schimbări de la un sezon la altul și de la un an la altul, ca urmare a variațiilor climatice iar pe termen lung au loc modificări de tip succesional.

Activitățile umane care duc la alterarea componenței comunităților sau modifică circuitele biogeochimice pot deturna sensul succesiunii ecologice cu efecte pentru următoarele decade sau chiar secole.

Această concluzie are implicații importante pentru modul de folosință a terenurilor. În primul rând trebuie ținut seama de faptul că structura și funcțiile unui sistem ecologic reprezintă și consecințele evenimentelor istorice și condițiilor caracteristice deceniilor și secolelor anterioare. Astfel, speciile unui ecosistem sau caracteristicile solului pot reflecta condițiile în care avea loc în trecut exploatarea terenului. Înțelegerea naturii unui ecosistem este condiționată de obținerea de informații cu caracter istoric (răspunsurile acestuia față de modificările în folosința terenului); pe de

altă parte, posibilitățile viitoare de exploatare ar putea fi limitate din cauza modului curent de folosință a terenului.

În al doilea rând, efectele activității umane se manifestă în totalitate abia după o perioadă de câțiva ani, această “întârziere” fiind urmarea scurgerii timpului necesar pentru propagarea efectului de la o componentă la alta a sistemului ecologic. De exemplu, modificarea intrărilor de nutrienți afectează creșterea plantelor și componenta în specii; la niveluri trofice superioare ori în privința rezervelor de nutrienți și a materiei organice din sol, aceste efecte se manifestă mult mai lent.

În al treilea rând, o anumită modalitate de folosință a terenurilor va influența timp de decenii sau chiar secole gospodărirea acestora. Chiar după ce un anumit tip de management a fost abandonat, modelul impus va persista peste ani: tăierile în sistem extensiv de pe un teritoriu împădurit vor determina ca la scara complexului de ecosisteme (*landscape*) anumite procese să continue mult timp după ce extragerea de lemn a fost oprită. La fel se întâmplă în cazul construcției de șosele sau în cazul acțiunilor prin care sunt controlate focul ori inundațiile: efectele au o latență îndelungată. Revenirea rapidă la condițiile inițiale nu este posibilă și nici nu trebuie să sperăm că va avea loc vreodată.

La o scară mare de timp au loc perturbări periodice (cu o frecvență foarte mică, de pildă odată la câteva zeci sau chiar la 100 de ani) care nu pot fi observate sau cuantificate decât pe parcursul mai multor generații.

Având în vedere că dezvoltarea ecologiei în sensul abordării scărilor spațio-temporale este destul de recentă, este normal ca multe din considerațiile privind comportamentul sistemelor ecologice să fie teoretice. Există puține date și informații vechi, credibile și verificabile, pe baza cărora să putem aprecia felul în care a avut loc schimbarea unui sistem ecologic pe o perioadă lungă de timp.

Astfel, prognozele pe termen lung privind variațiile și modificările în structura și funcțiile ecosistemelor sunt foarte greu de realizat.

Exemplu de gestionare durabilă a resurselor naturale într-o comunitate primitivă

Populația locală de pe Rio Negro, sectorul superior, are o vechime de peste 6000 de ani. Condițiile de viață nu sunt prea bune pentru că un râu oligotrof (categoria râurilor negre tropicale) care inundă periodic lunca nu aduce suficiente cantități de nutrienți minerali pentru a asigura fertilitatea naturală a terenurilor. Cu toate acestea, localnicii au găsit mijloace de supraviețuire: cultura maniocului, plantă adaptată la soluri acide și sărace; tehnici de pescuit adaptate la productivitatea scăzută a râului; o organizare socială care evită aglomerarea indivizilor dar care, totodată, controlează distribuirea echitabilă a resurselor alimentare.

Populația este formată din două grupe, de origine diferită: **aruaqanii** și **tucanii**. În sec. XVIII mai mult de 20.000 indigeni au fost capturați și exterminați de coloniști dar populația rămasă își păstrează tradițiile, inclusiv cele alimentare.

Sistemul agricol. Solul sărac are o capacitate de suport estimată la 2,2 persoane pe kmp. Cu toate acestea, indigenii păstrează neatinse zonele umede de tip igapós, care reprezintă o componentă importantă pentru menținerea producției piscicole. Calendarul agricol este determinat de observarea vânturilor care usucă terenurile și le fac improprii pentru cultură sau de perioada "cântecului" cicadelor care coincide cu sezonul pământului umed, propice culturii agricole. În Guiana și Columbia, comportamentul cicadelor este un indicator precis al condițiilor de mediu, mult mai bun decât indicatorul meteorologic.

Pădurea secundară formată pe terenurile agricole abandonate este mai slab adaptată la condițiile unui sol sărac, oligotrof, decât pădurea primară: astfel, specii de *Cecropia* (aceste plante sunt celebre datorită simbiozelor pe care le formează cu specii de furnici care se adăpostesc în niște noduli specializați de pe crengile plantei) reprezintă grupul dominant în pădurile secundare, dar viața lor este scurtă, după numai 4 ani intrând într-o perioadă de îmbătrânire accentuată, urmare a folosirii intensive a micii rezerve de nutrienți din sol. Acesta este unul din efectele locale ale agriculturii.

Există o practică a băștinașilor prin care aceștia favorizează recuperarea terenurilor afectate în trecut de cultura agricolă (manioc): cultivarea unor arbori fructiferi, inclusiv palmieri care oferă hrană nu numai omului dar și păsărilor și liliecilor frugivori, care au un rol determinant în răspândirea semințelor acestor arbori și implicit în creșterea diversității speciilor vegetale.

Culturile de manioc reprezintă un mare succes al agriculturii amazoniene: există mai mult de 100 de varietăți de manioc cu adaptări similare celor ale plantelor autohtone inclusiv secreția unor substanțe toxice care limitează consumul de către ierbivore (insectele nu consumă mai mult de 3 % din țesutul vegetal datorită unor glicozide cianogene prezente în aceste țesuturi). Culturile de manioc rezolvă 2 mari probleme ale populațiilor amazoniene: folosirea unor terenuri foarte sărace, acide și saturate în săruri de aluminiu; adaptarea la condițiile perioadei secetoase în care această plantă își pierde frunzele în schimb realizează concentrările de amidon din rădăcină. Fasolea și porumbul sunt foarte puțin cultivate datorită cerințelor acestora pentru un sol bogat în substanțe minerale.

Pentru populația locală maniocul contribuie cu 70% din energia necesară supraviețuirii: făină de manioc, turte, o băutură fermentată numită caxiri (cașiri) și altele. Se estimează că maniocul este o plantă foarte utilă deoarece produce foarte multă energie în raport cu cantitatea de energie cheltuită pentru cultivarea sa (cca 15 calorii pentru fiecare calorie investită). Dieta zilnică este completată cu pește (există mai mult de 700 de specii disponibile pentru pescuit) și cu insecte: 3 %

din necesarul proteic este furnizat de insecte, mai ales furnici. Tucanii din Columbia obțin 12-26% din proteina animală necesară din consumul a 20 specii diferite de insecte, în perioada în care pescuitul dă rezultate foarte slabe iar vânatul este neîndestulător. La alte populații amazoniene consumul de șopârle, ca hrană animală alternativă, atinge valoarea de 26-29 kg/lună, mai ales în perioada august-septembrie.



2.3. Rezumat

Sa retinem din acest curs!

Raporturile dintre ecologie si cunoasterea mediului – sa nu confundam ecologia cu protectia mediului

Definitii ale ecologiei si ramuri ale ecologiei – de la Haeckel la Odum

Importanta cunostintelor din ecologie pentru economia umana – intelegerea rolului ecosistemelor

Exemplu de gestionare responsabila a unor resurse vitale pentru existenta umana



2.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor



Tema de rezolvat: dependența industriei hârtiei de resursele naturale. Alcătuți un material de 1 – 1,5 pagini.



2.5. Bibliografie recomandată

- a. Stugren B. 1965 Ecologie generală. Edit. Didactică și Pedagogică, București

Capitolul 3.

EVOLUȚIA IDEILOR ȘI CONCEPTELOR. SCURT ISTORIC AL ECOLOGIEI



3.1. Introducere

În cadrul acestui capitol sunt prezentate: Ideile de bază, Ecologie și evoluționism, Ecologia devine știință, Tendințe în dezvoltarea ecologiei la începutul secolului XX, **E.P. Odum (1913-2002)** și ecologia modernă

Durata medie de parcurgere a acestui capitol este de aproximativ 2 ore.



3.2. Conținut

Ca știință de sine stătătoare ecologia are o istorie recentă dar ideile care au stat la baza fundamentării ecologiei sunt vechi și pot fi găsite încă de pe vremea Greciei antice.

Ideile de bază

Grecii antici (mai ales filozofii pre-socratici) au marcat punctul de plecare pentru filozofie și știință.

- ❖ Thales și Anaximandros din Milet – originile filozofiei Ioniene naturale
- ❖ Empedocles – plantele se hrănesc prin porii frunzelor
- ❖ Democrit din Abdera – a formulat principiul selecției naturale
- ❖ Heraklit – conceptul *panta rhei*, totul curge; nimeni nu intră în același râu de două ori; predecesor timpuriu al paradigmei dinamicii în ecologie; opus lui Parmenide care considera că orice schimbare percepută este o iluzie
- ❖ Pythagoras – a avansat ideea armoniei naturale în întregul univers
- ❖ Hippocrate – influența mediului asupra omului, conceptul de sănătate
- ❖ Herodot – observații cu conținut naturalist (păsări care ciugulesc insecte de pe pielea crocodililor)
- ❖ Plato – armonie între animale și oameni, între oameni și Dumnezeu

Alte culturi: China, 400 î.Ch., principiul plantelor indicatoare folosit pentru prospectarea zăcămintelor metalifere; povestiri despre fluturile de mătase și invazii ale lăcustelor.

Aristotel. Tot ce a scris în timpul vieții s-a pierdut. „Corpus Aristotelicum“ a fost redescoperit la 200 de ani după moartea sa; studenții săi, Peripatos și Teophrastos, compilasera scrieri ale maestrului dar nu pentru a le publica ci pentru a învăța. Ideile lui au continuat gândirea predecesorilor.

Filozofia naturii: materia este mișcare și astfel devine obiectul percepției noastre; natura este caracterizată de procese care sunt schimbări de la o formă la alta.

Istorie naturală: Aristotel este considerat tatăl ecologiei animale; a studiat comportamentul și obiceiurile păsărilor, influența sezoanelor asupra reproducerii, geografia animalelor, hibernarea și migrația, schimbarea culorilor, hrănirea, simbioza. A respins ideea selecției naturale fiind adeptul ideii de armonie prestabilită.

Ecologie și evoluționism

Principalele teorii evoluționiste

Teoria	Autor(i)	Principalele concepte
Lamarckism	Lamarck	Ereditatea caracterelor dobândite, adaptare directă
Darwinism	Darwin, Wallace	Selecție naturală, supraviețuirea celui mai apt
Neolamarckism	Kammerer	Ereditatea proprietăților acumulate, necesitatea schimbării; recent, argumente din domeniul biologiei moleculare
Neodarwinism	Weismann	Selecția are loc și la nivel celular; implicarea geneticii
Mutaționism	de Vries	Evoluție prin mutații
Teoria sintetică	Dobshansky, Huxley, Mayr, Rensch, Simpson	Mutațiile generează, selecția direcționează, izolarea stabilizează
Saltaționism	Geoffroy St. Hilaire, Schindewolf	Macromutații, catastrofele determină schimbări importante
Punctualism sau teoria echilibrelor întrerupte	Eldredge, Gould	Perioade de stagnare urmate de schimbări rapide
Neutralism	Kimura	Selectarea de mutații neutre la nivel molecular
Teoria evoluției autonome	Van Steenis	Presiunile selective sunt diferite la plante și animale: utilizarea de resurse diferite, mari spații de neutralitate a naturii
Teoria critică a evoluției	Gutmann	Organismele sunt sisteme hidraulice care procesează energie
Teoria semantică a evoluției	Barbieri, von Wahlert	Efectul interrelațiilor mutualiste
Teoria sistemică a evoluției	Riedl, Wuketits, Wiegand	Interrelații între cerințele sistemului și selecție externă

- **K. Möbius (1825-1908)**: 1877: "Die Auster und die Austernwirtschaft": introduce termenul biocenoză

Ecologia devine știință

Eugenius Warming (1841-1924) și fundamentarea ecologiei ca știință

1841 nascut in Copenhaga

1866 stagiul de cercetare in Brazilia (Lagoa Santa)

1870 primele cursuri de ecologie la universitatea din Copenhaga

1879 manual de botanica sistematica; calatorie în Groenlanda

1895 manual de ecologia plantelor „Plantasamfund"

1902 manualul „Plantelivet" (viata plantelor)

1902 apare a doua editie, neautorizata, practic plagiată de botanistul P. Graebner

1907 manualul „Ökologische Grundformen" (în colaborare cu C. Raunkiaer),

1909 apare editia în engleza a lucrării Plantasamfund - „Introduction to Plant Ecology", foarte apreciata de Tansley și alți botanici ai vremii; structura lucrării este reluată chiar în tratatele moderne.

Importanța lui E. Warming

E. Warming a fost un adevărat pionier. El a dat conținut termenului ecologie și a dezvoltat primul program de cercetare în ecologie, cu câteva puncte:

1. Ce specii formează o asociație în cadrul unui anumit situs?
2. Ce caracteristici morfologice au aceste specii?
3. Ce anume grupează aceste specii într-o comunitate?
4. De ce au anumite trăsături morfologice și fiziologice?

Cercetările lui Warming au fost complete și analitice. A clasificat informațiile existente și a abordat comunitatea de plante în ansamblul ei.

A avut ideea succesiunii ecologice.

C.G.J. Petersen: un alt concept privind comunitatea

Biologul marin danez Petersen a dezvoltat în 1913 un alt concept privind comunitatea. Problema principală a fost aceea a definirii comunității: în raport cu relațiile funcționale sau în raport cu o anumită componentă în specii, care se repetă.

	Biocenoza lui Möbius	Comunitatea lui Petersen
Bazele definiției	Funcțională, bazată pe interrelații	Statistică, bazată pe combinarea repetată a speciilor
Caracterizare	Toate speciile	Selectarea anumitor specii caracteristice în funcție de necesitățile practice
Măsura abundenței	Abundența absolută și relativă	Numai abundența relativă
Dinamica	Dinamică dar în echilibru stabil	Restricții metodologice - nu se pot face considerații
Abordare	Descriptivă; explicații cauzale	Clasificare; delimitarea și cartografierea tuturor cazurilor posibile

O altă problemă era legată de limita exterioară a comunității: putea fi definită *a posteriori* prin interacțiunile din comunitate sau *a priori* prin criterii topografice.

Botaniștii au preferat delimitarea funcțională (**Gams**, 1918) iar zoologii au preferat mai ales delimitarea topografică operațională (**Renkonen** 1938)

Prin intermediul conceptului de biotop (Dahl, 1908) s-a încercat includerea conotației topografice în conceptul de comunitate. Astfel, fiecărei comunități îi corespunde o parte topografică – biotopul.

Tendințe în dezvoltarea ecologiei la începutul secolului XX

Discuții privind structura disciplinei

- delimitare externă
- subdivizare în discipline speciale (autecologia care se ocupă de istoria vieții, ecologia fiziologică, biogeografia și ecologia populațiilor versus sinecologie-incluzând ecologia habitatului, biocenologie, ecologia peisajului, biosociologie, cercetarea ecosistemului)

Discuții privind tematica științifică

- definirea unor concepte cheie ca biotop, ecosistem, piramidă trofică, nișă
- discutarea unor legi și reguli: principiul lui Gause privind excluderea competitivă, regulile biocenotice ale lui Thienemann
- discuții privind strategia cercetării: abordare analitică sau sintetică
- discutarea paradigmelor
- dezvoltarea chimiei analitice
- dezvoltarea metodelor matematice (modelele logistice din ecologia populațiilor), metodelor statistice (statistica multivariată)

Îmbunătățirea comunicării, instituționalizare și profesionalizare, specializare

Conceptul de ecosistem

Termenul de ecosistem a fost introdus în știință de Tansley, în 1935. Tansley a presupus că înțelegerea viului (a organismelor) nu poate fi conceptualizată fără abordarea mediului abiotic. Era necesar un concept care să includă partea vie și partea nevie.

Termenul de ecosistem a suferit multe modificări ale înțelesului inițial.

Definiția biologică. Ecosistemul este un sistem format din viețuitoare (living beings) și mediul lor abiotic. Se ajunge la o definiție formalizată:

Ecosistem = biocenoza (comunitatea) + biotopul (mediul). Se studiază cu precădere relațiile corelative și cauzale dintre organisme și mediu.

Definiția fizică (funcțională) pune accentul pe procesele fizice (fluxuri). Se ajunge la o definiție bine cunoscută în ecologia sistemică:

Ecosistem = (producători + consumatori + descompunători) + (flux de materie + flux de energie). Abordarea studiului prin prisma acestei definiții duce la accentuarea aspectelor funcționale (proces) ale compartimentelor ecosistemului.

Definiția spațială este folosită atât în literatura de popularizare cât și în ecologia peisajului sau în biogeografie.

Ecosistem = un anumit loc (spațiu) în care obiectele ecologice și procesele pot fi observate (ecosistemul lacustru, ecosistemul marin). Unii geografi se referă în acest sens la **ecotop**.



Noua ecologie și ecologia sistemică

În ciuda folosirii termenilor “ecosistem” sau “analiză sistemică” totuși, ecologia nu are propria ei teorie sistemică, aspectele teoretice fiind preluate din alte discipline (ingineria controlului, teoria jocurilor, fizica statistică, științele cognitive, științe sociale). Teoria sistemică nu reprezintă o însumare de concepte și abordări metodologice ci doar un set de metode utile pentru descrierea și comunicarea unor subiecte complexe.

În timp ce vechile teorii sistemice operează mai ales cu termeni precum **echilibru – linear – static – staționar – determinist – omogen**, tendința actuală este ținută pe **sisteme dinamice nonlineare** sau **sisteme complexe**. Aceste sisteme diferă în privința câtorva aspecte importante cum ar fi gradul de complexitate algoritmică, tipul de atractor, tipul și cantitatea de input informațional, transferul de informație și stocarea informației.

În mod special merită atenție Sistemele Complexe Adaptative și Sistemele Auto-referențiale, acestea din urmă fiind subsisteme ale primelor. Ecosistemele sunt complexe dar nu adaptative ca întreg (ele nu reprezintă unități ale selecției) și nici nu sunt auto-referențiale. Ca părți ale ecosistemului, populațiile au asemenea proprietăți.



Conceptul trofo-dinamic.

Lanțurile trofice (relațiile trofice) erau intuite încă de pe vremea lui Aristotel. Linne le-a recunoscut ca niște componente integrale ale economiei naturii.

Charles Elton a pus bazele științifice ale conceptului prin corelarea noțiunilor de lanț trofic, rețea trofică, nivel trofic și piramidă trofică cu noțiunea de nișă ecologică.

Raymond Lindeman (1915-42) se referea la lanțuri trofice și rețea trofică nu ca entități lineare ci ca cicluri. El a combinat conceptul trofo-dinamic cu noul concept de ecosistem al lui Tansley și biogeochimia lui Vernadsky cu cercetările lui Lotka. În lucrarea sa de doctorat privind ecologia lacului Cedar Bog, Lindeman tratează în ultimul capitol aspectele trofo-dinamice. Abordarea trofo-dinamică era văzută ca o alternativă la abordarea statică a distribuției speciilor (cuprinzând clasificarea comunităților, ecologia habitatului, analiza formelor de viață și de creștere) și la abordarea dinamică a distribuției speciilor (cuprinzând cercetări asupra succesiunii).

E.P. Odum (1913-2002) și ecologia modernă

A lucrat la Universitatea Carolina de Nord. În 1953 a apărut prima ediție a lucrării sale de mare succes *Fundamentals of Ecology*. Deși celebră, această carte este rareori menționată în lucrările de astăzi. Împreună cu fratele său mai mic, **H.T. Odum**, au pus bazele unor noi concepte: studiile de energetică reprezintă fundamentelor analizelor din natură (diagrame compartiment – flux). Au studiat ecosistemul Silver Springs folosind o tehnologie sofisticată pentru a estima fluxurile de materie și energie.

În 1962 frații Odum fundamentaseră deja conceptele privind structura și funcțiile ecosistemelor

Structura:

- Structura biologică: număr, biomasă, cicluri de viață și distribuția spațială a speciilor
- Structura chimică: cantitatea și distribuția compușilor abiotici
- Structura fizică: amplitudinea și gradientul de lumină și temperatură

Funcții:

- Funcția biologică: rata fluxului biologic de energie
- Funcția fizico-chimică: rata de reciclare a substanțelor
- Reglarea biologică și ecologică

Realizări științifice și istorice

Odum a aplicat teoria ierarhică a sistemelor pentru a defini obiectele ecologice (de la populație la biosferă). A dezvoltat o modalitate specifică de abordare pentru cercetarea structurilor complexe. Considera că există căi de conciliere între holism și reduționism.

Odum a dezvoltat o nouă paradigmă (paradigma relațională: gândirea în sistem de rețea) utilizată în societățile moderne în egală măsură cu paradigma cauzalității (în domeniul dreptului) și paradigma probabilității (în domeniul științelor naturale clasice).

Implicații politice și sociale ale cercetărilor

Odum a avut o concepție cuprinzătoare asupra ecologiei, în care a inclus și omul. A considerat că omul de știință are responsabilități speciale. Ca urmare a abordării sale globale la începutul anilor 1960 a avut loc în SUA o creștere a interesului față de mediu. Atunci a apărut cartea lui R. Carson, *Silent spring*.

Ideile științifice ale lui Odum s-au legat și de unele idei de stânga din 1968 (știința are caracter de emancipare în raporturile guvern-cetățean și om-natură). Desigur, ultima idee nu ținea seama de dependența omului față de natură (resurse naturale).

Conform lui Odum (1980) politicienii și democrațiile occidentale nu au capacitatea de a lua decizii de importanță ecologică globală atâta vreme cât se raportează la un ciclu electoral de 4 ani. Odum gândea un fel de ecodictatură a oamenilor de știință care au cunoștințe necesare și computere performante.



Intelegerea principalelor idei care au marcat dezvoltarea ecologiei ne ajuta sa intelegem rolul ei actual!



3.3. Rezumat

Sa retinem din acest curs!

Oamenii au fost preocupati din cele mai vechi timpuri de intelegerea lumii care ii inconjoara – mediul de astazi

Nevoia de intelegere venea mai ales datorita dependentei directe de resursele naturale – plante si animale salbatice si mai apoi cele cultivate sau crescute!

Mai tarziu, interesul a fost focalizat pe descifrarea relatiilor complexe din lumea vie.



3.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor



Tema de rezolvat: prezentati intr-o insiruire simpla ideile care au marcat evolutia ecologiei ca stiinta.



3.5. Bibliografie recomandată

a. Stugren B. 1965 Ecologie generală. Edit. Didactică și Pedagogică, București

Capitolul 4.

METODOLOGIA SPECIFICĂ ECOLOGIEI. SISTEME BIOLOGICE ȘI ECOLOGICE, CLASIFICARE



4.1. Introducere

În cadrul acestui capitol sunt prezentate: metoda sistemică, clasificarea sistemelor, interpretarea informațiilor ecologice, sisteme supraindividuale mari: biomul.

Durata medie de parcurgere a acestui capitol este de aproximativ 2 ore.



4.2. Conținut

Metoda sistemică

Analiza sistemică este o metodă larg aplicată în studiile de ecologie. Această analiză este bazată pe determinarea acelor variabile care sunt importante într-un sistem ca și pe simularea sistemului (construirea unui model), optimizarea modelului și măsurarea performanțelor sale.

Se poate considera că modelarea este esența abordării sistemice. Analiza sistemică este nici mai mult nici mai puțin decât metoda științifică însăși, iar descrierea trasăturilor sistemului este o aplicare a metodei științifice pentru un complex organizatoric (ecosistemul); metoda încearcă să evite posibilitatea de excludere a unor factori importanți în analiza ecosistemului (principiul lui Pascal: eroarea vine din excludere).

Analiza sistemică este o aplicare a metodei științifice la probleme complexe și folosește tehnici matematice și statistice. Modelarea funcțiilor este de mare importanță în studiul sistemelor naturale complexe, modelul putând fi considerat că reprezintă sistemul real, dar numai pentru scopurile experimentului. Un model bun va conține variabilele cele mai importante.

În acest sens este necesară definirea **ecologiei sistemice**:

Știința care asigură fundamentul teoretic pentru a percepe și interpreta “mediul înconjurător”, care include deopotrivă mediul fizic și biologic natural precum și mediul transformat și controlat de către specia umană, ca o *ierarhie de unități organizate*, dinamice și cu proprietăți structurale și funcționale identificabile și cuantificabile (Vădineanu, 1998).

Clasificarea sistemelor

Orice sistem este o multime de elemente aflate in **interactiune**. Interactiunea determina un anumit grad de integralitate a sistemului. Se mai poate spune ca elementele sunt integrate intr-un intreg. Din acest punct de vedere mediul este un complex de sisteme deschise diferite sau un sistem care integreaza diferite subsisteme.

SISTEME IZOLATE – nu au schimb de substanta si energie cu mediul

SISTEME INCHISE – nu au schimb de substanta dar au schimburi de energie cu mediul

Aceste tipuri de sisteme sunt strict teoretice!

SISTEME DESCHISE – au schimburi de substanta si energie cu mediul.

1. Sisteme nevii

Sunt studiate de chimie si fizica.

2. Sisteme biologice



2.1. Individuale (indivizi biologici - o planta, un animal, un microorganism) – includ subsisteme celulare, moleculare etc

Sunt studiate de stiintele biologice – fiziologie animala si vegetala, botanica, zoologie, biochimie, biofizica, microbiologie, genetica etc

2.2. Supraindividuale – grupari de indivizi biologici

2.2.1. populatia

2.2.2. biocenoza

2.2.3. biomul

2.2.4. biosfera

3. Sisteme ecologice (integreaza sistemele biologice supraindividuale si mediul abiotic)

3.1. ecosistemul

3.2. complexe de ecosisteme

3.3. macrocomplexe regionale de ecosisteme

3.4. ecosfera

Sunt studiate de disciplinele ECOLOGIEI.

Interpretarea informatiilor ecologice



Experiment, observatie, teorie

- experiment – in fiziologie, medicina (vaccinul lui Edward Jenner, 1796, pentru variola

- observatia – in astronomie
- abordarea teoretica – fizica cuantica

In ecologie: integrarea metodelor! Experimental, dintr-un habitat bine delimitat poate fi scoasa o specie de soparla si se observa apoi cum creste abundenta altei specii. Observarea speciilor de plante si animale, numararea indivizilor ca si **prelevarea de probe** dau o imagine asupra compozitiei unei comunitati. In ecologia populatiilor se folosesc ecuatii care simuleaza competitia (Lotka-Volterra).

Experimente efectuate pentru evaluarea unor efecte la scara mare: mici loturi de pasuni alpine, impartite in doua categorii – martor si experiment. Cele experimentale au fost acoperite cu cupole de plastic, deschise la partea superioara, supravegheate de computer in privinta cantitatii de CO₂ din aer. In total s-au folosit 48 loturi, 16 au fost loturile de **control**, mentinute in conditii absolute naturale iar 32 cele experimentale din care, in 16 s-a mentinut concentratia normala de CO₂ de 335 ppm iar in celelalte 16 s-a crescut experimental cantitatea de CO₂ la 680 ppm.

Experimentul a avut la baza cunoasterea compozitiei atmosferei, evaluarea contributiei sistemului socio-economic la cresterea cantitatii de CO₂ din aer, cunoasterea fiziologiei plantelor, cercetarile privind circuitul carbonului in natura.

De ce s-au folosit 48 de loturi si nu doar 3-4? Prin replicare se obtine certitudinea ca rezultatele experimentului nu s-au datorat intamplarii! De asemenea, replicarea permite ca rezultatele sa fie apreciate ca semnificative.

Experimente in comunitati ecologice pot induce erori mai mari decat in experimente din alte stiinte datorita multitudinii de factori care influenteaza fiziologia, reproducerea, cresterea si comportamentul organismelor. De asemenea, eforturile de prelevare si prelucrare sunt mai mari si necesita resurse deosebite.

Atentie! Scara spatiala si de timp a experimentelor trebuie sa fie mare! Avem de-a face cu nivele supraindividuale de organizare.

Sisteme supraindividuale mari: biomul

Biomul este un complex de biocenoze format în anumite condiții climatice, la o scară spațială mare.

BIOMURI TERESTRE

Tip biom: pădurea tropicală

Distribuție	Productivitate	Adaptări
America Centrală și de Sud, Africa, Asia de SE și	Peste 3500 g C m ⁻² an ⁻¹ Nutrienții sunt stocați în	Diversitate remarcabilă. 900 specii de ficus, fiecare

Malaezia	biomasă; descompunere rapidă a litierii (detritivore: insecte, protozoare, fungi, bacterii). Micorize. Mutualism.	având o anumită specie de himenoptere polenizatoare. Mijloace chimice de apărare a plantelor. Relații interspecifice complexe.
----------	---	--

Tip biom: savana

Distribuție	Productivitate	Adaptări
Africa, India, Australia, Brazilia (cerrado)	400 – 600 g C m ⁻² an ⁻¹ Descompunere destul de rapidă, anual până la 80%. Factori favorizanți: focul care descompune lignina, termitile, râmele. Diversitate mare de ierbivore (60% din producția plantelor este consumată de ungulate, micromamifere și artropode)	Factor ecologic esențial: focul. Adaptări ierbivore-plante. Adaptări la uscăciune. Număr mare de reptile.

Tip biom: deșert

Distribuție	Productivitate	Adaptări
Mai ales între latitudinile 15° și 30° N și S, acoperă 26-30% din suprafața terestră. Sahara este cel mai mare deșert (9 mil km ²) iar Atacama din Chile cel mai sever.	0 – 120 g C m ⁻² an ⁻¹ Domină tufărișurile	Adaptări în raport cu sezonul uscat/ploios.

Tip biom: pajiște (grassland)

Distribuție	Productivitate	Adaptări
Zona temperată	400 – 1000 g C m ⁻² an ⁻¹ în funcție de precipitații	Forțe care au indus adaptări: focul periodic, seceta, raportul ierbivore-plante. Migrații. Suprapășunat. Structura vegetației depinde de ierbivore (ex. bizonii).

Tip biom: pădurea de foioase din zona temperată

Distribuție	Productivitate	Adaptări
America de Nord, America de Sud, Europa, Asia, Australia	600 – 1500 g C m ⁻² an ⁻¹	Determinate de anotimpuri.

Tip biom: pădurea de conifere

Distribuție	Productivitate	Adaptări
45° – 70 ° N (dar și pădurea de <i>Araucaria</i> din America de Sud)	600 g C m ⁻² an ⁻¹ Prezența permafrostului	Factor esențial: frigul Hibernare

Tip biom: tundra

Distribuție	Productivitate	Adaptări
Zone subpolare	100 – 200 g C m ⁻² an ⁻¹ Sol sărac în nutrienți	Sezon scurt de vegetație

BIOMURI ACVATICE

Tip biom: mări și oceane

Distribuție	Productivitate	Adaptări
-------------	----------------	----------

Domenii: neritic – pelagic – abisal Comunități: plancton, bentos	Lumina este factor limitant 50 – 150 g C m ⁻² an ⁻¹ în zona pelagială; 200 – 1000 g C m ⁻² an ⁻¹ în zona recifilor de corali; 25 g C m ⁻² an ⁻¹ în zona arctică dar 100 g în zona antarctică datorită fenomenului up-welling	Biolumiscenta
---	--	---------------

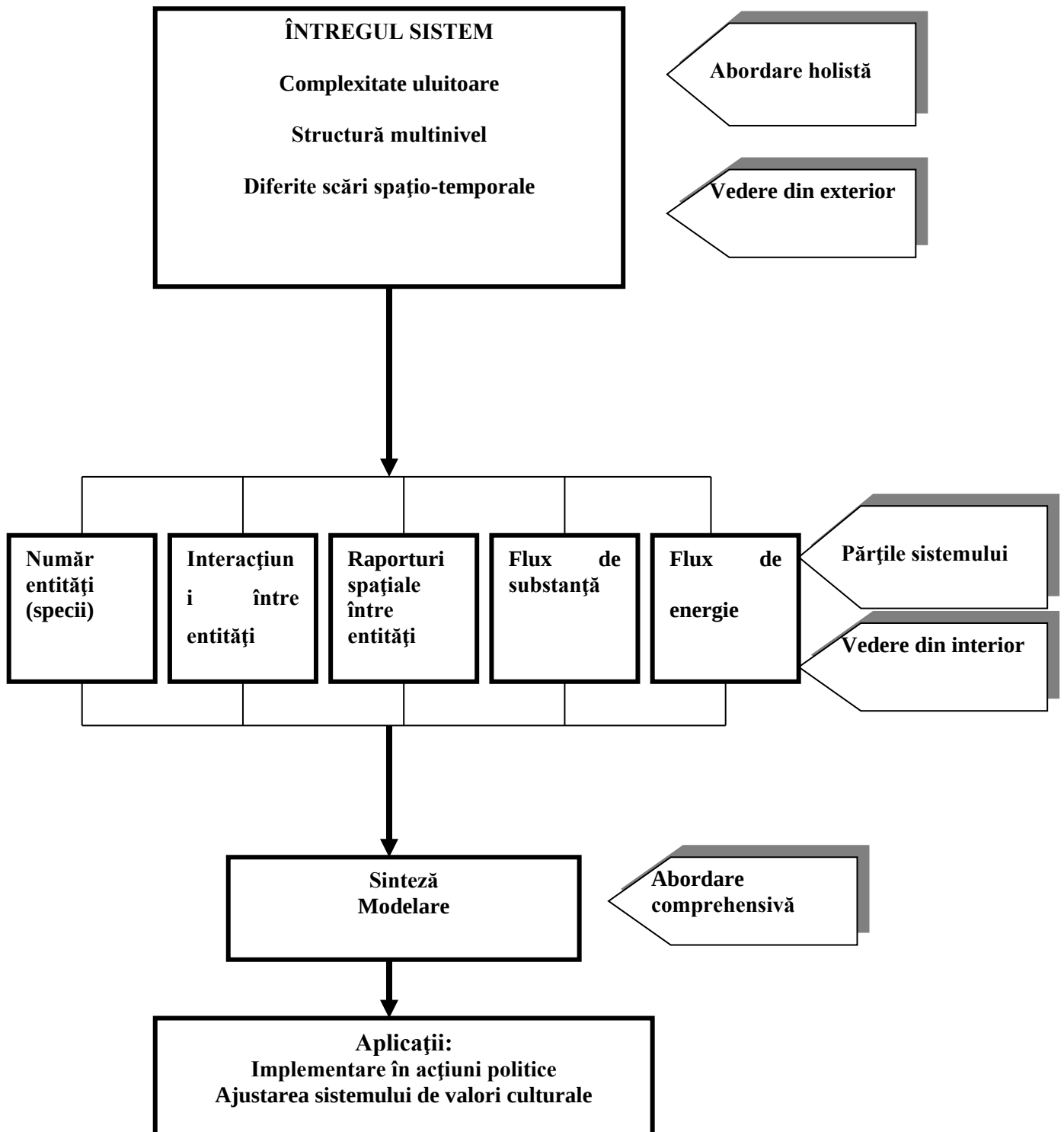
Tip biom: zonele costiere

Distribuție	Productivitate	Adaptări
Zona litorală, mangrove, estuare, delte	400 – 3000 g C m ⁻² an ⁻¹ pentru mangrove 50 – 1000 g C m ⁻² an ⁻¹ pentru aglomerările de alge 20 – 200 g C m ⁻² an ⁻¹ pentru zonele de nisip	Stress fiziologic Oxygen dizolvat

Tip biom: ape dulci

Distribuție	Productivitate	Adaptări
Habitate lotice și lentice	Fitoplancton 100 – 600 g C m ⁻² an ⁻¹ Macrofite 10 – 500 – 1000 g C m ⁻² an ⁻¹	Stress fiziologic Oxygen dizolvat

ABORDAREA SISTEMICĂ ÎN ECOLOGIE
Schema generala





Exemplu de abordare sistematica

Ce inseamna mediul Romaniei?

Clarificarea acestui concept depinde de modul de intelegere a mediului in general. O abordare “clasica” considera mediul ca fiind ansamblul fortelor fizice si biotice care influenteaza o unitate vitala (sistem viu). Aceasta abordare separa aspectele abiotice (biotopul) de cele biotice (biocenoza) si determina metode diferite de studiere a celor doua “componente”. Odum (1993) priveste mediul in mod unitar, ca un sistem ecologic ce se manifesta la o scara spatio-temporala foarte mare.

Din aceste puncte de vedere reies cel putin doua posibilitati de a defini si caracteriza mediul Romaniei:

- a. analiza componentelor abiotice (relief, clima, ape, soluri) si biotice (flora, fauna, vegetatia), cu observatia ca elementul biologic influenteaza/modifica elementul abiotic si este influentat/reglat de acesta;
- b. analiza sistemelor ecologice terestre si acvatice, cu observatia ca principala dificultate consta in delimitarea acestora.

Deci, ce inseamna mediul Romaniei?

O “combinatie” intre forme de relief diverse, un climat temperat-continental (deocamdata!), un amestec de specii vegetale si animale de origini diferite, o vegetatie puternic transformata de dezvoltarea sistemului socio-economic dar pastrand inca elemente naturale, un sistem hidrografic diferentiat calitativ pe un gradient altitudinal, terenuri agricole si perimetre urbane. Totodata, mediul Romaniei inseamna si calitatea aerului, calitatea apelor, fertilitatea solului, numarul de specii de plante, animale si microorganisme, densitatea populatiei umane.

De cele mai multe ori mediul este interpretat in sensul conditiilor abiotice – calitatea aerului ca amestec de gaze, calitatea apei ca resursa de consum, calitatea solului ca resursa pentru agricultura – si doar de putine ori avem in vedere comonenta vie, adica **natura**. Desigur, la o scara spatiala mare, la scara principalelor forme de relief, nu putem vorbi despre o influenta directa, determinanta, a naturii, adica a plantelor si animalelor. In acest caz avem in vedere factorii geologici. Dar, daca analizam lucrurile in profunzime, observam ca natura este cea care determina peisajul, adica structureaza elementul abiotic. Rezultatul este existenta unui numar mare de tipuri de ecosisteme terestre si acvatice, pastrand mai mult sau mai putin caracteristicile “salbatice”.

Mediul Romaniei trebuie inteles intr-un context mult mai larg decat cel reprezentat de un spatiu delimitat geografic sau politico-administrativ si anume ca o intrepatrundere a unor regiuni biogeografice caracterizata fiecare de parametri biotici si abiotici bine definiti.



4.3. Rezumat

Sa retinem din acest curs!

Ecologia foloseste metoda sistemica

Sistemele ecologice sunt sisteme complexe care **integreaza** specii si comunitati cu mediul lor abiotic

Abordarea sistemica este necesara pentru intelegerea naturii!



4.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor



Tema de rezolvat: caracterizati din punct de vedere sistemic padurea de conifere; tineti seama de caracteristicile biotice si adaugati cateva conditii abiotice.



4.5. Bibliografie recomandată

a. Stugren B. 1965 Ecologie generală. Edit. Didactică și Pedagogică, București

Capitolul 5.

ECOLOGIA POPULAȚIILOR



5.1. Introducere

În cadrul acestui capitol sunt prezentate: Definiții, Sistemul populațional, Factori și procese
Exemple de populații

Durata medie de parcurgere a acestui capitol este de aproximativ 2 ore.



5.2. Conținut

Definiții

Ecologia populațiilor este ramura ecologiei care studiază structura și dinamica populațiilor.
Pentru a înțelege mai bine domeniul de studiu, prezentăm câteva alte ramuri înrudite:

- ❖ *Fiziologia* studiază caracteristicile indivizilor și procesele individuale. Cunoștințele furnizate de fiziologie stau la baza prognozelor privind proceselor care au loc la nivel populațional.
- ❖ *Ecologia comunităților* studiază structura și dinamica comunităților de plante și animale. Cunoștințele din domeniul ecologiei populației permit efectuarea de prognoze privind structura și dinamica comunităților.
- ❖ *Genetica populațiilor* studiază frecvența genelor și procesele microevolutive care au loc în populație. Reproducerea organismelor, competiția și supraviețuirea lor depind de avantajele selective. Aceste procese sunt studiate și de ecologia populațiilor astfel încât se consideră adesea că ecologia populațiilor și genetica populațiilor sunt ramuri ale biologiei populațiilor. Principalul domeniu de interes din biologia populațiilor este ecologia evolutivă.
- ❖ *Ecologia sistemelor*, o disciplină ecologică mai nouă, studiază interacțiunile dintre populația umană și mediul ei de viață. Unul din conceptele majore este optimizarea exploataării ecosistemelor și managementul durabil al ecosistemelor.
- ❖ *Ecologia peisajului* studiază ecosistemele la scară regională cu ajutorul GIS. Dinamica populațiilor poate fi studiată la nivelul complexelor regionale de ecosisteme.

Termenul populație are diferite sensuri în diferite științe:

- ❖ În *demografia umană* o populație este un număr de indivizi într-o zonă dată;
- ❖ În *genetică* o populație este un grup de indivizi din aceeași specie care se pot încrucișa liber și care este izolat de alte grupuri de indivizi;
- ❖ În *ecologia populațiilor* o populație este un grup de indivizi din aceeași specie care locuiesc în aceeași zonă.

Populațiile pot fi definite la **diferite scări spațiale**. *Populațiile locale* ocupă habitate foarte mici, dispuse mozaicat. Un set de populații locale legate prin indivizi care se mișcă de la o populație la alta formează o *metapopulație*. Populațiile pot fi considerate la scară regională, la scara unei insule, a unui continent sau unui ocean. Chiar o specie, în ansamblul ei poate fi văzută ca o populație.

Populațiile diferă în privința **stabilității**. Unele sunt stabile mii de ani. Altele se mențin doar pentru că primesc continuu imigranți din alte populații. Populațiile din insulele mici pot ajunge repede la dispariție dar aceste insule pot fi recolonizate. Există populații temporare alcătuite din organisme aflate într-un anumit stadiu al ciclului de viață. De exemplu, larvele de libelule trăiesc în ape și formează o *hemipopulație*.

Problema majoră a ecologiei populației este aceea de a obține caracteristicile populației din caracteristicile indivizilor și procesele populaționale din procesele organismelor individuale.

Axioma principală a ecologiei populației: organismele unei populații sunt **echivalente** din punct de vedere ecologic. Echivalența ecologică înseamnă:

- ❖ Organismele parcurg același ciclu de viață;
- ❖ Organismele aflate într-un anumit stadiu al ciclului de viață sunt implicate în același set de procese ecologice;
- ❖ Ratele proceselor (sau probabilitatea evenimentelor ecologice) sunt aceleași dacă organismele sunt puse în aceleași condiții de mediu (se acceptă câteva variații individuale).

Sistemul populațional

Sistemul populațional (sau *life-system*) este o populație împreună cu mediul ei de viață.

Componentele principale ale sistemului sunt:

- ✓ Populația ca atare. Organismele care alcătuiesc populația pot fi împărțite în categorii în funcție de vârstă, stadiu de viață, sex etc.;
- ✓ Resurse: hrană, adăpost, locuri de cuibărit, spațiul de mișcare etc.
- ✓ Dușmani: predatori, paraziți, patogeni etc.
- ✓ Mediul de viață: aer, apă, sol, temperatură, ca și variațiile acestora în timp și spațiu.

Structura spațială și temporală a unui sistem populațional.

- ❖ Structura spațială: distribuție spațială, structura habitatului, metapopulații;

❖ Structura temporală: cicluri diurne, cicluri sezoniere, mega-cicluri ;

Dinamica sistemului populațional

Conceptul **factor-efect**: factorii de mediu influențează densitatea populației. Atunci când factorii se modifică au loc schimbări în densitatea populației.

Avantajele acestui concept: oferă explicații cauzale în privința schimbărilor care au loc în populație;

Dezavantaje: deși util atunci când este vorba de un efect rapid, manifestat imediat, acest concept este neclar dacă efectul analizat este în același timp factor care determină alte efecte sau dacă apar întârzieri în manifestarea efectului.

Conceptul **factor-proces**: factorii de mediu nu afectează în mod direct densitatea populației dar pot afecta rata de desfășurare a proceselor ecologice (mortalitate, reproducere etc.) ceea ce duce, în final, la modificări ale densității populației. Procesele pot modifica valoarea factorilor și astfel se poate manifesta bucla de feedback (feedback loops).

Avantajele acestui concept: poate duce la înțelegerea interacțiunilor dinamice complexe dintre componentele sistemelor populaționale, incluzând time-delays, feedback-uri pozitive și negative.

În anii 1950-1960 s-au purtat discuții intense între două școli de ecologie în privința reglajului populațional. Cele două școli nu au ajuns la vreo înțelegere, ele folosind concepte foarte diferite referitoare la dinamica populațiilor. Andrewartha și Birch (1954) erau adepții conceptului factor-efect în timp ce Nicholson (1957) era adeptul conceptului factor-proces.

Conceptul factor-proces este util nu numai în domeniul ecologiei populației dar și în domeniul mai general al sistemelor dinamice (de exemplu, sisteme economice). Forrester (1961) a formalizat acest concept și l-a aplicat în domeniul dinamicii industriale. Mai târziu acest concept formalizat a devenit foarte popular în ecologie și folosit mai ales în modelarea ecosistemelor.

Modelul lui Forrester se bazează pe analogia *rezervor-conductă*. Sistemul este văzut ca un set de rezervoare legate prin conducte și prevăzut cu vane care pot regla fluxul de lichid de la un rezervor la altul. Fluxul de lichid dintre rezervoare este **fluxul de materie**. Există de asemenea un **flux informațional** care reglează vanele. Vanele sunt echivalente proceselor; cantitatea de lichid dintr-un rezervor poate fi considerată o variabilă sau un factor care influențează procesele prin intermediul fluxului informațional.

Diagrama lui Forrester poate fi aplicată unui sistem populațional cu 4 stadii de dezvoltare (cazul unei populații de insecte): ouă, larve, pupe și adulți. Trecerea de la un stadiu la altul (dezvoltarea) este reglată de temperatură. Numărul de ouă depuse depinde de numărul de adulți. În

fiecare stadiu de dezvoltare apare o anumită rată a mortalității. Mortalitatea larvelor și pupelor este dependentă de densitate.

Această diagramă poate fi ușor transformată într-un model: o ecuație diferențială în care, fiecare proces devine un termen ceea ce determină dinamica variabilei. De exemplu, numărul de larve este influențat de trei procese: dezvoltarea ouălor $ED(T)$, dezvoltarea larvelor $LD(T)$ și mortalitatea larvelor $LM(N)$. Ratele de dezvoltare pentru ouă și larve sunt funcții de temperatura T ; mortalitatea larvelor este o funcție a numărului N de larve. Ecuația dinamicii larvelor este

$$dN/dt = ED(T) - LD(T) - LM(N)$$

În cazul prezentat, termenul $ED(T)$ este pozitiv deoarece prin dezvoltarea ouălor crește numărul de larve (intrări în rezervor). Termenii $LD(T)$ și $LM(N)$ sunt negativi deoarece dezvoltarea și împuparea larvelor ca și mortalitatea reduc numărul de larve.

Modelul Forrester are câteva limite:

- ❖ Nu este clară deosebirea dintre fluxurile informaționale și cele de materie, informația neputând fi transmisă fără un suport material [OBS. TRADUCĂTOR: pot fi unele comentarii!]; de exemplu, producția de ouă sau semințe nu reprezintă doar un flux informațional ci și unul de materie;
- ❖ Se ia în considerație un singur proces pentru mișcarea “fluidului” dintr-un rezervor în altul, ceea ce este valabil pentru organisme cu mai multe stadii diferite de dezvoltare. Modelul nu poate fi aplicat proceselor care implică mai mult de doi participanți. Atunci când un parazit infestază o gazdă este imposibil să ne imaginăm o conductă care pornește din două rezervoare, gazda și parazitul și se varsă în rezervorul gazda parazitată.
- ❖ Se ia în considerație un singur nivel de desfășurare a proceselor. În unele cazuri este necesară o abordare pe două planuri spațiale: dinamica insectelor fitofage poate fi privită atât la nivelul plantei gazdă cât și la nivelul populației de plante gazdă.

Există și alte modele (rețeaua Petri ia în considerație interacțiunea dintre doi sau mai mulți participanți) dar toate au anumite limite.

Factori și procese

Dinamica unui sistem este văzută întotdeauna ca o **secvență de stări**. Orice stare este o abstractizare, asemenea unei săgeți suspendată în aer, dar ne ajută să înțelegem dinamica. Deoarece sistemele sunt formate din componente, starea sistemului poate fi definită ca o combinație a stărilor tuturor componentelor. De exemplu, starea unui sistem pradă-prădător poate fi caracterizată prin densitatea prăzii (componenta 1) și densitatea predatorilor (componenta 2). Astfel, starea sistemului poate fi considerată ca un punct situat într-un spațiu bidimensional ale cărui coordonate corespund componentelor sistemului. Acest spațiu este numit în mod obișnuit *phase space*.

Componentele unui sistem se numesc **factori** deoarece afectează dinamica sistemului. Starea componentei este **valoarea** factorului. Pentru fiecare factor se iau în calcul oricât de multe detalii dacă sunt necesare pentru înțelegerea dinamicii sistemului.

Exemple de factori:

- ❖ În cazul modelelor simple (exponențiale sau logistice) există un singur factor (= componentă), adică populația însăși. Valoarea factorului este densitatea populației;
- ❖ În populațiile structurate pe vârste, fiecare clasă de vârstă este un factor iar valoarea sa este densitatea indivizilor din clasa respectivă;
- ❖ Dușmanii naturali și diferitele resurse sunt factori adiționali. Valorile acestor factori pot fi abundența predatorilor sau paraziților, hrana;
- ❖ Vremea poate fi văzută ca un set de factori – temperatură precipitații etc, - fiecare având o valoare numerică;
- ❖ Factorii pot avea o structură ierarhică. Dacă populația ocupă mai multe zone (*patches*) în spațiu atunci toți factorii (densitatea populației, densitatea dușmanilor naturali, resursele, temperatura) devin specifici fiecărei zone.

Orice modificare, detectabilă, a sistemului populațional este un **eveniment**. Evenimentele pot fi clasificate în raport cu componentele implicate în evenimente. O clasă de evenimente identice este un **proces**. **Rata unui proces** poate fi măsurată prin numărul de evenimente care au loc în sistem în unitatea de timp. Rata specifică a unui proces este adesea considerată a fi numărul de evenimente per unitate de timp per organism implicat în eveniment.

Exemple de procese:

- ❖ Nașterea unui organism este un eveniment. Rata nașterilor este numărul de nașteri/unitatea de timp. Rata specifică a nașterilor (=rata de reproducere) este rata nașterilor/1 femelă (sau per 1 individ parental);
- ❖ Moartea unui organism este un eveniment. Mortalitatea pentru un stadiu specific, dintr-o cauză specifică (parazitism, predatorism înfometare) este un proces. Rata mortalității este numărul de decese/unitate de timp. Rata specifică a mortalității este numărul de decese per unitatea de timp per organism.
- ❖ Alte procese: creșterea, dezvoltarea, consumul resurselor, dispersia, începerea diapauzei.

Interacțiuni între factori și procese.

Factorii afectează rata proceselor iar procesele modifică valoarea factorilor.

Un proces poate fi afectat de mai mulți factori. De exemplu, mortalitatea determinată de predatorism poate să depindă de densitatea prăzii, densitatea predatorului, numărul de refugii, temperatură (dacă temperatura modifică activitatea organismelor) etc.

Valoarea unui factor se poate schimba din cauza mai multor procese. De exemplu, numărul de organisme dintr-un stadiu specific se modifică datorită dezvoltării (intrarea sau ieșirea din acest stadiu), dispersiei și mortalității determinate de predatorism, parazitism, infecții.

Astfel, nu există o corespondență *unu la unu* între factori și procese. Tabelele de viață arată rata diferitelor procese de mortalitate dar nu arată efectul factorilor asupra acestor procese. De exemplu, parazitismul poate fi determinat în mare măsură de vreme; infecțiile virale pot fi determinate de chimismul plantei gazdă. Tabelele de viață nu arată efectul vremii sau al chimismului plantei gazdă.

Din această cauză nu este recomandat să se judece rolul factorilor (biotici sau abiotici) pe baza analizei tabelelor de viață. Un tabel de viață poate arăta că mortalitatea unei insecte este determinată în proporție de 90% de parazitism. Aceasta ar duce la o concluzie greșită și anume că paraziții sunt mai importanți decât vremea în modificarea densității populației. S-ar putea interpreta că sincronia dintre ciclurile de viață așe gazdei și parazitului depinde în primul rând de vreme.

Tabelele de viață arată diverse procese de mortalitate în populații dar ele nu indică rolul factorilor. Pentru a analiza rolul factorilor este necesar să se experimenteze diferite variații ale acestor factori și apoi să se interpreteze efectul variațiilor asupra proceselor de mortalitate. Experimentele ar putea arăta că rata parazitismului depinde de densitatea paraziților, densitatea gazdei, temperatură. Pentru a înțelege dinamica populației este necesar să știm atât efectul factorilor asupra ratei proceselor cât și efectul proceselor asupra factorilor ecologici. Informațiile pot fi integrate prin modelare.

Exemple de populații

Quercus alba

Stejarii dintr-o pădure de amestec au fost evaluați în privința vârstei prin “forarea” unor găuri în scoarță, spre centrul trunchiului, pentru a surprinde numărul inelelor de creștere. Densitatea stabilită este de 20,7 copaci de peste 15 cm diametru pe un hectar. Copacii sunt grupați în clase de vârstă la intervale de 50 ani.

Grafic, această situație se poate reprezenta fie logaritmice fie printr-o linie dreaptă, în acest din urmă caz apărând o simplă serie geometrică. Linia dreaptă semnifică existența unei fracții constante de 34,4% între clasele de vârstă, reprezentată de indivizii care mor. Frațiunea de indivizi care mor într-o unitate de timp, dintr-o populație sau dintr-o clasă de vârstă reprezintă **rata mortalității**. Astfel, rata mortalității pentru specia discutată este de 34% pentru un interval de 50 ani, ceea ce înseamnă $0,344/50$ sau $0,00688/\text{decadă}$.

Ce înseamnă, mai clar, acest ritm, această rată a mortalității? Se poate imagina un flux continuu de indivizi(copaci) în timp: un prim grup (A), de vârstă cuprinsă între 1 și 50 ani se adaugă populației existente, prin mecanismele de reproducere; în intervalul în care acest grup îmbătrânește,

apropiindu-se de al doilea interval (51-100 ani), pierde 34 % dintre indivizii săi; mai departe, pierde încă 34% șamd până ce ultimul individ al grupului A dispare în jurul vârstei de 400 ani. În tot acest timp alte grupe de vârstă parcurg exact aceleași etape. De reținut că *într-un interval de 50 ani numărul de indivizi noi care se adaugă primului grup de vârstă este egal cu suma pierderilor din toate grupele de vârstă; numărul adăugat la al doilea grup de vârstă este egal cu suma pierderilor începând cu grupul respectiv până la ultimul șamd*. Acesta este, de fapt, un flux constant de indivizi prin clasele de vârstă sau prin toată populația, ca un întreg.

Totuși, chiar în populațiile stabile au loc fluctuații ale ratelor de natalitate și mortalitate astfel încât se înregistrează variații ale densității în jurul unei valori medii.

Bradul și molidul.

În unele zone populate cu păduri de brad și molid au loc periodic furtuni puternice care doboară copacii (vezi exemplul pădurilor de conifere din jud. Harghita și Covasna doborâte de furtunile deosebit de violente din anul 1998). În locul copacilor căzuți se dezvoltă indivizii tineri care astfel au șansa de a crește și a atinge înălțimi destul de mari. La rândul lor, doborâți de o nouă furtună peste un interval de timp, vor oferi șansa de a crește altor puieți. *Populația se menține nu printr-un proces continuu de reproducere ci prin pulsații, cu explozii reproductive urmate de perioade de creștere și maturitate, timp în care numărul indivizilor rămâne destul de constant*. Deci, populația apare a fi periodică sau ciclică dar fără a avea o ciclicitate regulată.

Ierburile din prerie.

Ierburile preriei sunt mult mai vulnerabile față de variațiile climatice anuale de cât cei mai mulți copaci. S-a observat, în cazul preriei din statul Nebraska, o diminuare a unor populații de ierburi din genul *Andropogon*, de la 50% la doar 1% suprafață de teren acoperită, într-un interval de câțiva ani secetoși. Alte specii înregistrează scăderi mai mici dar în același mod determinat de perioadele nefavorabile. Ulterior, în perioadele favorabile are loc o revenire puternică a populației. Populația fluctuează în mod neregulat dar este prezentă permanent; este totuși mai puțin stabilă decât populația de stejar menționată anterior.

Epilobium angustifolium.

Este o iarbă comună în zonele muntoase cu brad și molid, din Rocky Mountains, vulnerabilă la incendii. După ce o porțiune de pădure este distrusă de un incendiu semințele acestei ierburi sunt duse de vânt și întâlnind un loc favorabil germinează, refăcând populația. La câțiva ani după incendiu, suprafețe întinse ale coastelor montane sunt acoperite cu *Epilobium*. Ulterior, odată cu revenirea brazilor și molizilor, ierburile se înmulțesc din ce în ce mai greu dar vântul continuă să poarte semințele spre alte terenuri care au fost afectate de foc. Astfel, această specie poate fi

considerată *fugitivă*, apărând în unele locuri și dispărând din altele, în funcție de foc. În absența focului specia supraviețuiește, cu un număr redus de indivizi, în lungul râurilor sau în locurile în care nu cresc copaci.

Lăcustele.

Specia *Chortoicetes terminifera* poate fi întâlnită în multe părți ale Australiei, în populații mici. În multe zone rata mortalității este ridicată populația fiind menținută probabil numai prin imigrații. Totuși, în sudul Australiei, acolo unde există terenuri întinse acoperite cu ierburi uscate, lăcusta găsește combinația de sol și vegetație cea mai favorabilă pentru creștere și reproducere. Aici, în perioadele favorabile, populația poate atinge nivele numerice mari, de milioane de indivizi. De aici, roiurile formate pot migra în alte zone, devenind dăunătoare. Problema invaziei se rezolvă de la sine datorită secetei și implicit a înfometării insectelor. Invaziile au loc odată la 30-40 de ani în sudul continentului dar mult mai frecvent în est, datorită impactului activităților umane (suprapășunatul determină modificarea calităților solului și vegetației în favoarea lăcustelor). Este o specie *eruptivă*.

Fluturile *Euphydryas editha*.

În nordul Californiei, acest fluture trăiește numai în zonele cu roci din categoria serpentinitelor, dar nu în toate zonele cu asemenea roci. Mărimea populației suferă fluctuații frecvente, dispărând uneori din anumite locuri și reapărând după un timp, prin recolonizare. Arealul speciei este vast iar fluctuațiile amintite au loc numai în zonele stâncoase cu serpentinite.

Iepurele *Lepus americanus*

Trăiește în zona arctică a Canadei. Câțiva ani populația crește până ce atinge densitatea maximă apoi scade drastic. În medie, perioada dintre două niveluri numerice de vârf este de 10 ani reflectând o variație asemănătoare ce are loc în populația principalului său predator, râsul.

Păsărea *Vireo olivaceus*

Este principala specie de mici dimensiuni care trăiește în pădurile de foioase din estul USA. Perechile reproducătoare ocupă aceleași teritorii, an de an. S-au numărat 43 perechi pe 40 ha pădure. Există astfel un “surplus” de exemplare nereproducătoare care se deplasează permanent în căutarea hranei dar segmentul de reproducători este relativ stabil. În momentul în care un reproducător moare locul său este imediat luat de o altă pasăre care, până atunci, nu avusese șansa reproducerii. Pierderile din clasele de vârstă (exceptându-le pe cele foarte tinere) sunt relativ constante, de aproximativ 50% anual. Astfel, această pasăre are o populație destul de stabilă, cu o înlocuire continuă.



5.3. Rezumat

Sa retinem din acest curs!

Sistemul populational trebuie studiat in raport cu mediul abiotic si cu relatiile cu alte populatii fie din aceeași specie fie din specii diferite.

Orice populatie are o dinamica proprie, controlata de factori si procese.



5.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor



Tema de rezolvat: cum trebuie sa fie rata natalitatii in raport cu rata mortalitatii pentru ca o populatie sa fie a) in crestere, b) in scadere numerica, c) stationara?



5.5. Bibliografie recomandată

a. Stugren B. 1965 Ecologie generală. Edit. Didactică și Pedagogică, București

Capitolul 6.

COMUNITĂȚI DE ORGANISME. NOȚIUNEA DE BIOCENOZĂ



6.1. Introducere

În cadrul acestui capitol sunt prezentate: Integrarea speciilor în comunitate, Interacțiuni – interrelații, Biocenoza

Durata medie de parcurgere a acestui capitol este de aproximativ 2 ore.



6.2. Conținut

Integrarea speciilor în comunitate

Principii avute în vedere:

Organizare ierarhică
Integrare funcțională
Homeostazie (mecanism reglator)

Alge + celenterate → corali; integrarea celor două entități determină formarea unei structuri care, într-o apă săracă în săruri minerale poate asigura o productivitate biologică ridicată datorită unui mecanism eficient de reciclare a acestor săruri minerale (nutrienți).

Fungi (micorize) + rădăcinile copacilor → combinație capabilă să extragă cu mare eficiență din sol sărurile minerale.

Aceste relații de tip mutual, benefice ambilor parteneri, sunt comune în natură dar și în societățile umane bine organizate.

Rata fotosintezei pentru o pădure în ansamblul ei este puțin variabilă în timp ce rata fotosintezei pentru o plantă este multă mai variabilă. Per total însă, are loc o compensare a ratelor și astfel rata globală este constantă.

La nivelul biosferei, integrarea proceselor fizice și biologice menține constantă cantitatea de gaze deși permanent au loc intrări și ieșiri de volume foarte mari din aceste gaze.

Cazul insectelor dăunătoare: în habitatul lor original aceste specii funcționează ca părți a unei comunități foarte bine organizată în care excesele reproductive sau tofice sunt controlate ca urmare a unei lungi perioade de ajustări/adaptări evolutive; ajunse în alte habitate, aceste specii cu un potențial reproductiv deosebit nu au vreun control și pot chiar să distrugă comunitatea gazdă. Stabilirea controlului necesită timp și este posibil ca dăunătorul să fie suficient de puternic încât să distrugă comunitatea înainte de stabilirea acestui control.

Obținerea de recolte mari determină costuri mari de mediu datorită înlocuirii controlului natural al dăunătorilor cu controlul chimic. controlul integrat este o soluție pentru reducerea parțială a acestor costuri .

Perturbările externe comunității pot determina efecte diferite la nivele diferite de integrare în comunitate. Astfel, pentru anumite tipuri de vegetație de ierburi și arbuști (d ex. *chaparral* din California) focul este un factor extern care menține structura comunității dar care poate fi distrugător pentru anumite animale și pentru oameni. În absența incendiilor periodice speciile dependente de foc sunt înlocuite cu alt specii și întreaga structură a comunității (plante și animale) se poate modifica.

În același sens, inundațiile periodice sunt absolut necesare pentru menținerea comunității palustre.

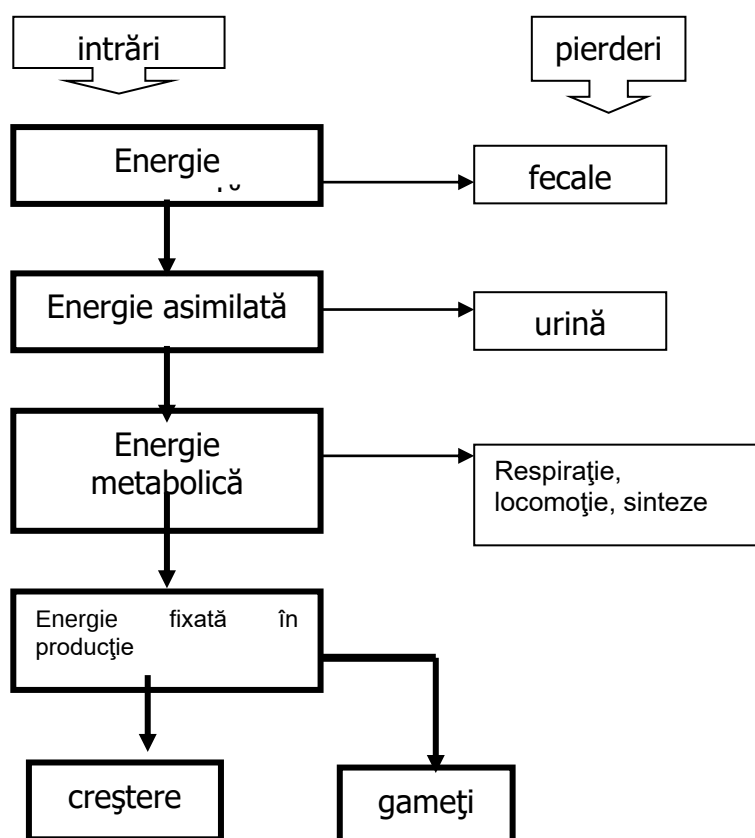
Controlul acestor factori externi are adesea rezultate negative: eforturile de limitare a incendiilor în tufărișurile californiene au redus frecvența incendiilor dar au crescut forța acestora. Explicația: incendiile mai mici și frecvente consumau frunzele uscate și lemnul mort, uscat și împiedicau acumularea acestor resturi inflamabile; incendiile mai rare ”găsesc” astfel suficient combustibil și au efecte devastatoare. La fel se întâmplă dacă se iau măsuri pentru controlul inundațiilor: inundațiile mai mici pot fi controlate dar cele mari sunt mult mai rele decât înainte.

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 + Energia necesară pentru = Energia - Respirație
 creșterii producerea gameților 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

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

Prođuși metaboloci secundari 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)

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 aceleiași 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 biocenozei servesc la caracterizarea cantitativă a acesteia: frecvența, abundența relativă, dominanța, constanța, fidelitatea, indici de afinitate biocenotică, echitabilitatea, diversitatea speciilor.

Relațiile 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 biocenozei și a biotopului.

Structura trofică are un rol preponderent deoarece lanțurile tofice 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 biocenoza 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 apelor 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.

Cicuitul 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 algelor 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.

Ieșirile 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 curenți).

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 azotații; 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 acvatice.

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 (descompunători):

- 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 dejectiilor 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 fungi 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 biomasei*).

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 antipozi, 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.



6.3. Rezumat

Sa retinem din acest curs!

Relatiile trofice structureaza biocenoza

O comunitate este formata din mai multe specii dependente de o resursa



6.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor



Tema de rezolvat: descrieti relatiile trofice dintr-o biocenoza de tip balta.



6.5. Bibliografie recomandată

- a. Stugren B. 1965 Ecologie generală. Edit. Didactică și Pedagogică, București

Capitolul 7. BIOTOPUL



7.1. Introducere

În cadrul acestui capitol este prezentat biotopul.

Durata medie de parcurgere a acestui capitol este de aproximativ 2 ore.



7.2. Conținut

*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, marea, 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 biocenozei. 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, păpădie 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 vaporii 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.).

APA ÎN ECOSISTEME

Apa este cel mai important mijloc de vehiculare a energiei auxiliare.

Câteva din proprietățile fizice ale apei:

- cea mai mare densitate la +4⁰ C
- absoarbe aproape în totalitate radiațiile UV
- căldură specifică mare
- căldură de evaporare mare: 540 cal/g
- solubilizează numeroși compuși organici și minerali
- vehiculează materia, în soluție sau suspensie
- vehiculează energie termică și mecanică

Cantitatea actuală de apă a planetei:

- apă lichidă liberă 1.300.000.000 km³ (97% în oceane)
- gheață și zăpadă 33.000.000 km³
- nori și vapori în atmosferă 12.700 km³
- biomasă 2.000 km³ (o milionime din total)

Apa liberă

Substanțele dizolvate. Principalii electroliți

În **apa mărilor** salinitatea este de 35 ‰ (adică 35 g săruri la 1 kg apă) iar densitatea maximă, de 1,026 este atinsă la temperatura de 15°C. Salinitatea variază între 40‰ în Marea Roșie și 10‰ în Marea Baltică. Există 90 de ioni principali, aflați în proporție constantă (*legea lui Dittmar*). Ionii esențiali sunt: clorurile, sulfatii, carbonatii și bicarbonatii de sodiu, calciu, magneziu și potasiu.

În **apa dulce** salinitatea este de 1‰. Compoziția ionică (dpdv calitativ) nu este foarte diferită de cea a apei marine. Ionii de Ca⁺⁺ și Mg⁺⁺ au importanță primordială fiind responsabili de duritatea apei.

Sărurile nutritive (nutrienții)

Cei mai importanți sunt anionii nitrat (NO₃⁻), nitrit (NO₂⁻), fosfații (PO₄H₂⁻, PO₄H⁻, PO₄⁻⁻⁻) și cationul amoniu (NH₄⁺). Valorile acestor nutrienți nu sunt constante, ele reflectând desfășurarea unor fenomene biologice. Având densitatea de 1,1, superioară celei a apei (1,03), nutrienții tind să coboare lent spre fundul apei, determinând o repartiție heterogenă în coloana de apă. *Legea lui Stoke* stabilește că viteza de cădere a unei particule este invers proporțională cu diametrul, vâscozitatea apei și diferența de densitate dintre apă și particulă. La o temperatură normală a apei de suprafață, o particulă cu diametrul de 100 μm coboară în sediment cu 1m/oră. Organismele planctonice coboară cu o viteză de 1-100 m/oră.

În timpul scufundării, particulele oragnice moarte sunt atacate de bacterii. Diametrul lor scade și astfel se reduce și viteza de coborâre (mai ales că apa este mai rece și deci, densitatea ei mai mare). Are loc o acumulare de materie organică în zona termoclinei, importantă deoarece aici se eliberează produșii proceselor de mineralizare.

O mare parte a materiei organice trece de picnolină, mineralizându-se lent și având o fază de tranziție, coloidală. Ceea ce ajunge la fund în stare nemineralizată este consumat de organismele bentonice sau constituie o masă enormă de rezervă, mai ales de nitrați și fosfați.

Are loc o separare spațială a elementelor materiale și energetice ca urmare a activității biomasei: sărurile nutritive sunt încorporate în zona eufotică până când se epuizează; procesul producției biologice se reia atunci când, datorită energiei auxiliare, nutrienții sunt aduși spre suprafață.

Materia organică dizolvată.

Cea mai mare parte este alcătuită din materie organică fosilizată, acumulată într-un timp îndelungat și devenită nereciclabilă: acizi humici și fulvici proveniți din descompunerea necromasei din soluri.

Unele din aceste particule organice pot fi folosite de bacterii dar și de animale foarte mici (larve planctonice de nevertebrate). Altele au rol de semnal declanșând reacții de atracție sau respingere între indivizi.

Gazele dizolvate.

Oxigenul se află în concentrație de 4-8 mg/l iar CO₂ în concentrații variate. Conținutul apei în aceste două gaze este reglat de un sistem complex:

- echilibrul cu atmosfera
- echilibrul între carbonații solubili și insolubili
- fotosinteza
- respirația
- descompunerea materiei organice



temperatura	0	10	20	30
apă pură	10 mg O ₂ /l	8	6,4	5,3
apă de mare	8	6,3	5,2	4,4

Cantitatea de CO₂ dizolvat

temp.	0	10	15	20	30
apă dulce	0,52	0,36		0,27	0,20
apă de mare	0,44	0,31	0,275	0,25	0,21

În apa dulce, concentrația CO₂ depinde de temperatură iar în cea marină în special de pH datorită intervenției sistemului tampon.

pH

Apele dulci nu sunt tamponate, suferă fluctuații de pH determinate de fenomene biologice, calitatea substratului mineral, poluarea etc. Un exemplu important al consecințelor chimice ale variației de pH în mediu îl constituie disocierea amoniacului. Azotul amoniacal există în mediu sub două forme: o formă nedisociată și toxică (NH₄OH) și o formă disociată, puțin toxică (NH₄⁺). Raportul dintre ele depinde de pH și temperatură.

Apele marine sunt bine tamponate, păstrând un pH 8-8,3 care poate ajunge rareori la valoarea 9 în cazul unei fotosinteze intense. Reglarea este realizată de sistemul CO₂, format din reacții de disociere a carbonaților și bicarbonaților.

CO₂ atmosferic ⇌ CO₂ + H₂O în apa de mare ⇌ H₂CO₃ Faza I

H₂CO₃ ⇌ HCO₃⁻ + H⁺ ⇌ CO₃²⁻ + 2H⁺ Faza II

Apa în atmosferă

În atmosferă apa se găsește sub formă gazoasă (vapori), lichidă (picături din nori) și solidă (zăpadă și ace de gheață).

Umiditatea aerului.

Umiditatea relativă a aerului este dată de raportul dintre presiunea parțială efectivă a vaporilor de apă și presiunea de saturare la aceeași temperatură.

Ploaia și ceața

Zonele intertropicale sunt cele mai ploioase. Deșertul chilian primește numai 1800 mm ploaie în 10 ani.

Repartiția mondială a deșerturilor este determinată de curenții oceanici reci și vânturile de tip foehn. Multe zone deșertice sunt asociate cu zone de coastă de upwelling: upwelling-ul mauritanian din dreptul deșertului Sahara, upwelling-ul peruan din dreptul deșertului chilian. De asemenea, deșertul Gobi se află lângă masivul Himalaia de pe care coboară vânturile uscate.

Combinația umiditate-temperatură

Acești doi factori sunt dependenți din punct de vedere fizic (presiunea parțială de saturare depinde de temperatură), chimic (de pildă, acțiunea apei asupra solului este diferită la diferite temperaturi) și biologic (rezistența organismelor la variațiile termice depinde de umiditatea mediului iar rezistența la variațiile de umiditate depinde de temperatură).

Reacția organismelor față de variațiile climatice

Seceta este un factor limitant, din două motive:

- necesitatea de menținere a apei în țesuturi
- producția primară a plantelor terestre implică o circulație a apei la nivelul solului

Considerând umiditatea optimă, în mediul terestru se disting următoarele tipuri de organisme:

- specii stenohidre, adaptate la variații mici de umiditate (xerofilele sunt adaptate la secetă iar higrofilele la exces de umiditate)
- specii eurihigre

Speciile sunt adaptate la un complex de factori care interacționează. Astfel, gărgărița bumbacului are un optim de dezvoltare la 30° și 60% umiditate. Reacția față de scăderea temperaturii este dependentă de umiditate.

Adaptări față de umiditate

În 1934 botanistul Raunkjaer a propus un sistem de clasificare a plantelor pe baza variațiilor morfologice adaptative:

- fanerofite: arbori și arbuști, 25 cm înălțime minimă față de sol (gr. phaneros, clar, evident)
- chamefite: plante lemnoase, 25 cm înălțime medie față de sol (gr. khamai, care se târăște)
- hemicriptofite: la nivelul solului
- geofite: cu bulbi și rizomi subterani
- terofite: plante anuale care rezistă în sezonul neprielnic sub formă de semințe (gr. theros, vară)



7.3. Rezumat

Sa retinem din acest curs! Factorii de biotop determina adaptari specifice ale organismelor si limiteaza raspandirea speciilor. Apa este un puternic factor restrictiv, de o importanta vitala!



7.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor



Tema de rezolvat: descrieti biotopul caracteristic pentru a) padurile de pe grindurile Deltei Dunarii; b) pajistile alpine.



7.5. Bibliografie recomandată

- a. Gastescu P., Stiuca R. 2006 Delta Dunarii, rezervatie a biosferei. Dobrogea Publishing House, Constanta
- b. Lupei N, 1977: Biosfera. – București. Editura Albatros

Capitolul 8.

INTRODUCERE IN ECOLOGIA ECOSISTEMELOR



8.1. Introducere

În cadrul acestui capitol sunt prezentate elemente introductive în ecologia ecosistemelor.

Durata medie de parcurgere a acestui capitol este de aproximativ 2 ore.



8.2. Conținut

Din cele mai vechi timpuri oamenii au încercat să cunoască plantele și animalele cu care veneau în contact. Vânătoarea, pescuitul, adunarea fructelor și rădăcinilor erau ocupații care-i obligau să cunoască nu numai morfologia speciilor dar și obiceiurile animalelor sau perioadele de vegetație ale plantelor. Mai târziu, cultivarea pământului și creșterea animalelor au permis acumularea primelor cunoștințe despre legăturile care există între populații și habitat (mediul de viață). Se putea observa că anumite soiuri de plante se cultivă mai bine pe soluri nisipoase iar altele pe soluri mai bogate în humus, stabilindu-se astfel o legătură între caracteristicile solului și creșterea plantelor. De asemenea, s-a putut observa că o rasă de oi dă o cantitate mai mare de lână atunci când crește la temperaturi scăzute (legătura dintre temperatură și dezvoltarea animalului).

Charles Darwin ilustra, în 1859, ideea legăturilor dintre organisme și mediul lor de viață printr-un exemplu amuzant: recolta de trifoi era asigurată de numărul de pisici. Trifoiul este polenizat de bondari; șoarecii distrug cuiburile de bondari pentru a mânca fagurii; numărul șoarecilor depinde de cel al pisicilor; dacă sunt mai multe pisici vor fi mai puțini șoareci, bondarii vor fi în număr mare și vor asigura polenizarea multor flori de trifoi.

Herodot (484-425 î.e.n.) observase că în Egiptul oamenii creșteau pisici și ocroteau mangustele ca mijloace de apărare împotriva șerpilor. Păsările ibis erau de asemenea ocrotite pentru că ele pândeau șerpii care migrau din Arabia.

Grigore Antipa (1867-1944), cel care a pus bazele ecologiei în România, a arătat în lucrările sale despre Dunăre, Delta Dunării și Marea Neagră legăturile strânse dintre speciile sălbatice și mediul lor de viață subliniind nevoia de a înțelege aceste legături pentru a obține avantaje fără a distruge resursele naturale.

Știm astăzi că în oceane trăiesc pești, crustacee, alge, caracatițe, melci și scoici care nu se găsesc în apele dulci. Cactușii sunt caracteristici pentru locurile sărace în apă, pinguinii pentru regiunea polară de sud. Mai sus de 1800 de metri pădurea de brad și molid lasă locul jneapănului și ierburilor care alcătuiesc pajiștile alpine. Nici-o specie nu se găsește la întâmplare pe suprafața pământului, în apă sau în pământ, fiecare este adaptată față de anumite condiții de temperatură, umiditate, lumină sau întuneric.

Un lac, o pădure, o peșteră, fiecare are anumite specii de plante și animale. Să luăm ca exemplu o pădure în care, în afară de copaci și alte plante mai trăiesc mistreți, ciocănitori, veverițe, bufnițe, diferite insecte, păianjeni, broaște, râme. Toate aceste specii formează biocenoza. Dar care este mediul lor de viață? Ar fi prea simplu să răspundem: pădurea. Prin acest mediu de viață trebuie să înțelegem nu numai locul ocupat de fiecare viețuitoare (coroana arborilor, scorbura, suprafața frunzelor, solul) ci și legăturile pe care le are cu celelalte viețuitoare învecinate. De pildă, veverița trăiește în coroana arborilor și pe trunchi dar coboară și pe sol în căutarea hranei – mănâncă alune, ghindă și își face provizii de iarnă în scorburi. Deci viața ei este legată nemijlocit de plantele de la care își culege hrana. La rândul ei, veverița este mâncată de jder. În scorbura în care își crește puii, veverița adăpostește, fără voia ei, insecte parazite cum ar fi puricii. Viața ei depinde nu numai de hrană dar și de temperatura din timpul iernii, de cantitatea de precipitații, de calitatea aerului.

Dacă am lua pe rând fiecare specie din biocenoză am vedea că are o mulțime de legături cu celelalte viețuitoare și cu locul în care trăiește. Fiecare specie, plantă sau animal, stabilește relații cu mediul biotic (adică cu celelalte plante și animale din ecosistem) și cu mediul abiotic (solul, apa, aerul, substanțele minerale, lumina și căldura Soarelui și multe altele).

În anul 1935, un botanist englez, G.A. Tansley, după ani lungi de cercetări și observații asupra naturii a propus introducerea unui nou termen în știință: **ecosistem**. Acest nume este compus din cuvintele grecești *oikos*, casă și *systema*, grupare. Ce aducea nou acest termen? Ei bine, el includea, într-un tot unitar atât viețuitoarele cât și aerul, apa, lumina, anotimpurile, vânturile și toți ceilalți factori care le condiționează existența.



Ecosistemul cuprinde o parte vie, biocenoza și o parte nevie, biotopul care nu pot fi separate una de alta. Din această cauză ecosistemul nu poate fi cercetat decât ca un întreg și nu poate fi desfăcut în părți componente.

Dacă am dori să cunoaștem toate, dar absolut toate felurile de organisme care trăiesc într-un ecosistem (de la bacterii, ciuperci microscopice, plante și până la mamifere) sunt necesari câțiva ani de cercetări întreprinse de botaniști, zoologi și microbiologi (specialiștii care se ocupă de viețuitoarele microscopice, mai ales bacterii).

Să luăm ca exemplu un lac din Delta Dunării: luciul de apă este înconjurat de o perdea de stuf și papură în care-și fac cuibul păsări ca lăcarul ori găinușa de baltă; tot acolo se adăpostesc numeroase insecte și păianjeni. La mal, în apa mică, măloasă, pășesc barza , cătăliga și cioc-întorsul care caută broaște ori viermi mărunți. În apa mai adâncă mișună peștii- crapul, roșioara, plătica, bibanul, știuca, șalăul – ca și alge, răcușori minusculi și tot felul de protozoare . Plantele acvatice care plutesc pe apă sau în masa apei oferă refugii și hrană pentru larve de insecte, melci și lipitori. În mărul de pe fundul lacului trăiesc scoici, viermi și larve de insecte. Un inventar ar include mai bine de câteva sute de specii! Relațiile dintre aceste specii ar fi însă de ordinul miilor.

În afară de “inventarul” organismelor este necesară și măsurarea temperaturii aerului și apei, umidității solului, intensității luminii, cantității de oxigen din apă.

. Orice organism, insectă, pasăre sau om, are o durată de viață de la câteva zile la câteva zeci de ani (existând și specii longevive ca de pildă unii arbori, țestoasele).În schimb, o pădure dacă nu este tăiată, supraviețuiește zeci de mii de ani. Aceasta nu înseamnă însă că ecosistemele sunt “nemuritoare”, dar viața lor se raportează la perioade foarte lungi, la așa numitul timp geologic. Astfel, acum 300 milioane de ani, pădurile erau formate cu precădere din ferigi uriașe iar în urmă cu 60 de milioane de ani mai ales din conifere. Totodată, marile schimbări climatice din istoria globului terestru au determinat “mutarea” ecosistemelor dintr-un loc în altul: se știe că deșertul Sahara a fost odinioară un ținut fertil sau că Delta Dunării a fost, la început, un golf deschis la Marea Neagră.

Organismul uman	Ecosistem
Durata de existență 70-80 ani	mii-zeci de mii de ani
Alcătuire celule, țesuturi, organe	Specii de plante și animale adaptate la anumite condiții de temperatură, umiditate etc și formând o unitate
Mediul de viață orașul sau satul	Alte ecosisteme care le înconjoară

Nici-un organism nu poate trăi izolat (cu excepția plantelor crescute în ghiveci ori în seră și a animalelor din grădinile zoologice, în condiții controlate strict de om) și mai mult decât atât, el depinde de celelalte organisme.

Pentru tot ceea ce facem în viața de zi cu zi avem nevoie de energie. Becurile care ne luminează clasa ori camera de acasă, casetofonul, televizorul ori aspiratorul de praf funcționează cu energie electrică. Iarna folosim energie sub forma căldurii caloriferelor sau sobelor pentru a ne încălzi. De unde provine această energie? Fie din hidrocentralele care folosesc puterea apei transformând-o în curent electric fie din termocentralele care ard cărbuni, petrol ori gaze naturale. Să nu uităm energia nucleară.

Dar să facem o socoteală simplă: cel mai ușor mijloc de încălzire este un foc de lemne. Bucățile de lemn cu ajutorul cărora facem focul au fost inițial părți ale unui organism viu, un copac (fag, brad sau poate stejar). În tot timpul vieții sale copacul a adunat în țesuturile sale energia solară

cu ajutorul căreia a “fabricat” substanțele care îi erau necesare. În urmă cu multe milioane de ani, cantități uriașe de lemn au suferit anumite transformări, lente și au devenit ... cărbune. Cărbunele păstrează, la rândul său, energia solară pe care au folosit-o copacii. Și astfel, lemnul sau cărbunele înapoiază energia solară sub formă de căldură.

Dar ce se întâmplă în natură? Există vreun animal care face focul pentru a se încălzi? Nici vorbă de așa ceva, ba mai mult, animalele se tem foarte mult de foc. Cu toate acestea ele folosesc energia acumulată în plante: ierbivorele, fie ele mamifere ca antilopa, căprioara, elefantul, girafa, șoarecele, iepurele, fie insecte ca lăcusta, fie păsări, mănâncă frunze, muguri, rădăcini, fructe, semințe. În acest fel, energia adunată de plante a trecut în organismul unui animal ierbivor. Leoaicele vânează antilope, bufnița șoareci iar multe păsări se hrănesc cu lăcuste. Observăm că de această dată energia solară “capturată” de plante a ajuns tocmai la carnivore. Fără plante n-ar exista viață, nici ierbivorele și nici carnivorele nu pot să se hrănească cu substanțe minerale așa cum fac plantele.

Viața planetei noastre este dependentă de energia solară. Acum aproximativ 3 miliarde de ani au apărut primele organisme care erau capabile de a folosi această energie pentru a-și sintetiza substanțele organice necesare pornind de la substanțe anorganice. Ele au constituit astfel hrană



pentru ierbivore iar acestea, la rândul lor, hrană pentru carnivore. A luat naștere un adevărat “râu” de energie care izvorăște de foarte departe, din Soare, este absorbit de plante și curge apoi prin celelalte viețuitoare.

Există 3 categorii mari de organisme: plantele, numite producători deoarece ele PRODUC substanță organică în “fabricile” de fotosinteză care sunt frunzele; consumatorii, care depind de plante în mod direct (ierbivorele) și indirect (carnivorele care consumă ierbivore); descompunătorii (ciuperci, mușgaiuri, bacterii) care preiau resturi organice moarte și le descompun până la substanțe anorganice.

Observăm două lucruri foarte importante: pe de o parte, energia solară curge prin aceste feluri de organisme întocmai cum energia electrică este folosită într-o uzină, într-un proces tehnologic; pe de altă parte, substanțele minerale folosite de plante se întorc în sol sau în apă datorită descompunătorilor.

Curgerea energiei se numește flux de energie iar întoarcerea substanțelor minerale se numește circuit al nutrienților. Aceste două procese fundamentale pentru viața de pe planeta noastră se desfășoară în cadrul ecosistemelor.

Studiul ecosistemelor s-a dezvoltat rapid mai ales în ultimele 5 decenii dar, în comparație cu alte științe biologice, acest domeniu al ecologiei este încă unul foarte tânăr. Abordarea ecosistemică a început să fie folosită tot mai des în analiza problemelor de mediu la scară spațio-temporală mare și foarte mare și este recomandată în mod special de *Convenția pentru Diversitate Biologică*.

Abordarea ecosistemică este focalizată pe unitățile mari ale peisajului – interpretat din punct de vedere ecologic ca niște complexe și macrocomplexe de ecosisteme – unități care reprezintă scara de acțiune a managerilor forestieri sau a celor care se ocupă în general de protecția mediului. Astfel, ecosistemul este unitatea de bază a peisajului în cadrul studiilor de analiză a problemelor de mediu regionale și globale.

Exemplificare: aria de acțiune prevăzută în planurile de management ale unor arii protejate mari (RBDD, parcuri naționale sau naturale), în planurile de amenajare silvică sau în Planurile locale de acțiune pentru mediu.

În Ordonanța de Urgență nr.195 din decembrie 2005, aprobată prin Legea 265/2006, în capitolul 1, art.2, ecosistemul este definit ca *un complex dinamic de comunități de plante, animale și microorganisme și mediul abiotic, care interacționează într-o unitate funcțională.*

Pentru nespecialiști este foarte dificil de înțeles ce este un ecosistem și care sunt scopurile studiilor/cercetărilor privind ecosistemele. Poate că cea mai dificilă întrebare este cea referitoare la modalitățile/metodele de măsurare a funcțiilor (ca exprimare a utilității!) unor asemenea structuri mari – suprafețe întinse de pădure, zone umede inclusiv luncile inundabile, pajiști alpine sau subalpine, stâncării, sărături, delte fluviale sau maritime, zone costiere, platforma continentală a bazinelor marine etc.

În ciuda acestor dificultăți de fond termenul *ecosistem* a devenit foarte familiar, dar numai formal, pentru mulți oameni. Mass media utilizează frecvent termenul ecosistem atunci când abordează probleme de mediu. Auzim sau citim că poluarea aduce prejudicii ecosistemelor forestiere sau că pesticidele afectează ecosistemele acvatice, suntem informați că la nivelul ecosistemului planetar (ecosfera) au loc transformări importante determinate de creșterea concentrației de CO₂ ca urmare a conversiei pădurilor tropicale în pășuni. Astfel, se formează imaginea unor structuri – ecosistemele – care sunt ceva mai mult decât plantele și animalele care trăiesc în zonele menționate.

Conceptual, studiile asupra ecosistemelor sunt concentrate în două direcții principale:

- a. interacțiunea organisme-mediu într-o zonă specifică;
- b. procesele care determină creșterea plantelor, formarea necromasei, formarea solului și sedimentelor, chimia aerului și apei.

Aceste două direcții converg pentru a putea înțelege și explica fluxurile energetice și materiale (în sens de substanță) – incluzând apa, diferiți compuși chimici organici sau anorganici (nutrienți) și poluanți – în ecosisteme, în afara ecosistemelor și între ecosisteme.



Societatea umană devine din ce în ce mai conștientă de dependența sa de starea de sănătate a ecosistemelor. Sperăm că ecosistemele vor continua să funcționeze pentru a curăța apele și aerul. Hrana, fibrele și o parte din energia pe care o folosim sunt produse de ecosistemele agricole și de ecosistemele forestiere manageriate în scop utilitar.

Este important de reținut că abordarea ecosistemică se aplică atât ecosistemelor naturale (de exemplu, pajiștile alpine sau deșerturile) cât și celor puternic controlate prin diferite tipuri de management (culturi agricole, plantații forestiere, spații verzi urbane și periurbane). În fond, unul din punctele tari ale acestei abordări stă tocmai în aprecierea cantitativă a impactului uman asupra bilanțului energiei, apei și compușilor chimici din ecosisteme, ceea ce reflectă tocmai starea de sănătate a acestor sisteme.

Un mare câștig al abordării ecosistemice este înțelegerea efectelor globale pe care le determină intervențiile noastre în natură: examinarea unui model al circuitului global al carbonului ne arată că unitățile funcționale care sunt ecosistemele controlează și reglează acest circuit fundamental pentru viața planetei.

CUM A APĂRUT ȘI CUM S-A DEZVOLTAT CONCEPTUL DE ECOSISTEM

În 1935 Alfred George TANSLEY (1871-1955), botanist englez, publică articolul intitulat *“The use and abuse of vegetational concepts and terms”* în care menționează: *Pentru mine, conceptul fundamental este SISTEMUL (în sensul dat de fizică) care include nu numai complexul de organisme dar și complexul de factori fizici care formează ceea ce numim mediul unui biom - adică factorii de habitat în sens larg. Aceste sisteme sunt unitățile de bază ale naturii. ECOSISTEMELE, numite astfel, sunt de diferite feluri. Ele alcătuiesc o categorie în multitudinea de sisteme fizice ale universului.*

Conceptul lui Tansley, născut din studierea asociațiilor vegetale, a identificat un sistem care era:

- un element în ierarhia sistemelor fizice ale universului
- sistemul de bază în ecologie
- compus din organisme și mediul fizic

Înainte de Tansley au existat idei care se apropiau de un concept unitar privind organizarea naturii. Astfel, profesorul de botanică Kerner von Marilaun, de la Universitatea din Viena a întreprins în 1863 o călătorie în bazinul Dunării. Observațiile sale au fost sintetizate într-o lucrare (1897) privind felul în care organismele se organizează în comunități: *...motivul conviețuirii lor nu stă în originea lor comună (ele fiind foarte diferite) ci în natura habitatului...ele au aceleași necesități vitale...de la fiecare apare un avantaj pentru comunitate.*

Tot în 1897, Pound și Clements publicau rezultatele folosirii pătratelor de 25 mp pentru stabilirea frecvenței și abundenței plantelor, menționând atât rolul interacțiunilor biotice cât și cel al mediului fizic.

Clements a introdus termenul de **succesiune ecologică** și cel de **climax** care se referea la un organism complex, deosebit de organismele individuale dar având un ciclu ce cuprinde nașterea, creșterea și dezvoltarea.

Studiile lui Tansley și Clements, deși au minimizat rolul biotopului, au deschis calea spre studierea teoriei energiei și reciclării materiei. Clements a folosit chiar metafora comparării asociațiilor vegetale cu comunitatea umană. Tansley a adus argumente împotriva “organismului” lui Clements, considerându-l un concept vitalist, idealist.

Mai târziu, **conceptul de ecosistem** a devenit o paradigmă a ecologiei. Această paradigmă descrie ecosistemul ca o mașină ecologică construită din nivele trofice care sunt legate prin fluxul de energie. Ecosistemele se află în “echilibru” (steady state) atâta timp cât intrările sunt balansate de ieșiri și nu se acumulează biomasă în urma procesului de producție. Dacă totuși are loc acumularea de biomasă, atunci se declanșează succesiunea ecologică, iar ecosistemul se modifică și evoluează până ce ajunge din nou la o stare de tip “steady state”.

Această paradigmă a fost fundamentată de Eugene Odum în cartea “Fundamentals of Ecology” (1959).

Teoria ecosistemului s-a dezvoltat în trei direcții:

1. Conceptele privind structura și funcțiile întregului ecosistem (H. Odum și E. Odum și Ramon Margalef)
2. Conceptele privind fluxul de energie (H. Odum, Slobodkin, Wiegert)
3. Teoria producției organice (ecologii botaniști și limnologi)

Conceptul trofo-dinamic.

Lanțurile trofice (relațiile trofice) erau intuite încă de pe vremea lui Aristotel. Linne le-a recunoscut ca niște componente integrale ale economiei naturii.

Charles Elton a pus bazele științifice ale conceptului prin corelarea noțiunilor de lanț trofic, rețea trofică, nivel trofic și piramidă trofică cu noțiunea de nișă ecologică.

Raymond Lindeman (1915-42) se referea la lanțuri trofice și rețea trofică nu ca entități lineare ci ca cicluri. El a combinat conceptul trofo-dinamic cu noul concept de ecosistem al lui Tansley și biogeochimia lui Vernadsky cu cercetările lui Lotka. În lucrarea sa de doctorat privind ecologia lacului Cedar Bog, Lindeman tratează în ultimul capitol aspectele trofo-dinamice. Abordarea trofo-dinamică era văzută ca o alternativă la abordarea statică a distribuției speciilor (cuprinzând clasificarea comunităților, ecologia habitatului, analiza formelor de viață și de creștere) și la abordarea dinamică a distribuției speciilor (cuprinzând cercetări asupra succesiunii).

APLICATIE

Efectul de sera si controlul exercitat de ecosisteme

Efectul de seră natural.

„Efectul de seră” este termenul popular folosit pentru a descrie modul în care atmosfera Pământului asigură o temperatură propice vieții pe planetă. Aproximativ jumătate din radiația solară trece prin atmosferă. Restul este reflectat de nori, este împrăștiat de vaporii de apă și de particulele din atmosferă sau este absorbit de aceasta.

O parte din radiația solară care atinge Pământul este reflectată înapoi în spațiu (în medie aproximativ o treime). Din ceea ce rămâne, o parte este absorbită de atmosferă, însă majoritatea este absorbită de mări și oceane.

Suprafața Pământului se încălzește și, ca rezultat, emite radiație infraroșie (căldură). O parte din această radiație este trimisă în spațiu, însă majoritatea rămâne în atmosferă. Unele gaze din atmosferă constituie un strat izolator al Pământului și împiedică căldura să iasă din spațiu; acestea sunt așa numitele gaze cu efect de seră (GES). Ele acționează ca o pătură, absorbind căldura și reflectând-o înapoi către suprafața Pământului, încălzind atmosfera și provocând ceea ce este cunoscut sub numele de efect de seră natural. Fără acest efect, Pământul ar fi mult mai rece decât acum (temperatura sa medie globală ar fi de cca -18 C, față de cea actuală de cca +15 C) și neospitalier pentru viață.

Gazele cu efect de seră.

Cinci gaze care apar în mod natural provoacă în general efectul de seră: vaporii de apă, dioxidul de carbon, metanul, protoxidul de azot și ozonul. Concentrația în atmosferă a acestor gaze este influențată de activitățile umane. O altă categorie de gaze cu efect de seră este alcătuită din componente chimice create de oameni (halocarburile).

Vaporii de apă sunt cele mai cunoscute GES, contribuind cel mai mult la efectul natural de seră. Cantitatea de vaporii de apă din atmosferă crește odată cu temperaturile de la suprafața Pământului, dat fiind că temperaturi mai ridicate măresc atât evaporarea cât și capacitatea aerului de a îngloba vaporii de apă (vaporii de apă execută un ciclu complet prin atmosferă destul de repede, aproximativ odată la opt zile în medie). Astfel, chiar dacă oamenii nu influențează direct și semnificativ cantitatea de vaporii din atmosferă, temperaturile în creștere (datorate și activității umane) vor determina mărirea concentrației vaporilor de apă din atmosferă. Pe de altă parte trebuie ținut cont și de faptul că suprafața norilor reflectă radiația solară înapoi în spațiu. În acest sens, albedoul-reflectarea radiațiilor solare de către sistemul Pământ plus atmosfera sa – crează dificultăți în efectuarea unor calcule exacte. Dacă, spre exemplu, calota glaciară s-ar topi, albedoul s-ar reduce semnificativ. Întinderile de apă și vaporii de apă absorb căldura, în timp ce gheața și zăpada o reflectă.

Dioxidul de carbon este degajat în atmosferă prin procesul de putrezire, procesele naturale ale vieții vegetale și animale și prin arderea combustibililor fosili și a altor materiale. El este parțial îndepărtat din atmosferă prin fotosinteza plantelor și prin absorbția în oceane. Creșterea concentrației de dioxid de carbon din atmosferă este considerată determinantă pentru tendința actuală de încălzire.

Metanul nu este la fel de abundent ca vaporii de apă sau dioxidul de carbon, însă este mai eficient în procesul de reținere a căldurii, ceea ce îl face un GES foarte puternic. Este degajat atunci când materia organică putrezește într-un mediu lipsit de oxigen. Principalele surse de metan sunt mlaștinile, câmpurile de orez, procesele digestive animale, extracția combustibililor fosili și deșeurile putrezite.

Protoxidul de azot provine în principal din soluri și oceane. O parte este degajată prin arderea combustibililor fosili și a materialului organic. Cultivarea terenurilor și utilizarea îngrășămintelor contribuie la creșterea cantității de protoxid de azot din atmosferă. Este un GES puternic, prezent însă în concentrații foarte mici.

Ozonul există în stare naturală în atmosfera superioară (stratosfera) unde joacă un rol important în protejarea Pământului de razele ultraviolete (UV), dăunătoare, ale Soarelui.

Cea mai mare parte a ozonului din atmosfera inferioară (troposfera) este rezultatul reacțiilor chimice implicând agenții poluanți. De fapt, ozonul este produs prin reacții fotochimice ce au loc între substanțe emise direct- așa- numiții „precursori”. Rolul său în schimbările climatice este semnificativ, complex și dificil de cuantificat.

Halocarburile sunt un grup de substanțe chimice, produse de oameni, care conțin halogeni (bromura, clorura sau fluorura) și carbon. Multe dintre ele sunt GES foarte puternice (precum CFC-12, HCFC-22).

Foarte important de știut este faptul că fenomenul de subțiere a stratului de ozon (care filtrează radiațiile nocive ultraviolete ale Soarelui) din stratosferă este deseori asociat cu încălzirea globală. Legătura dintre acestea este că ambele fenomene sunt consecințe ale activității umane și că substanțele care provoacă gaura în stratul de ozon (de ex. clorofluorocarburile, CFC, folosite la refrigerare) au și un important efect de seră. Deși producerea și utilizarea CFC a fost oprită în urma protocolului de la Montreal din 1986-efectele lor negative vor persista datorită perioadei lor îndelungate de viață în atmosferă, de la 60 până la 120 de ani. Mai mult, generația următoare de substanțe refrigeratoare, concepută astfel încât să nu mai dăuneze stratului de ozon are, din nefericire, un efect de seră încă pronunțat.

Observații

1) *Procese de înlăturare*: Toate GES, cu excepția vaporilor de apă și a dioxidului de carbon, sunt înlăturate în mare parte prin reacții chimice sau fotochimice din atmosferă. În schimb, dioxidul de carbon circulă continuu între o serie de rezervoare sau depozite temporare (ca atmosfera, plantele, solurile, apa oceanică și sedimentele oceanice).

2) *Aerosolii* sunt suspensii de particule mici în aer care influențează climatul în primul rând prin rolul lor de reflectare a unei părți din energia solară înapoi în spațiu (efect direct) și în reglarea într-o anumită măsură a cantității și a proprietăților optice ale norilor (efect indirect). Aerosolii absorb și o parte din radiația infraroșie. Aerosolii sunt produși atât în mod natural, cât și prin activitatea umană: aerosolii naturali includ sarea de mare, praful și aerosolii vulcanici, în timp ce aerosolii antropogenici sunt produși, printre altele, prin arderea biomasei și a combustibililor fosili.



8.3. Rezumat

Sa retinem din acest curs!

Ecosistemul integreaza specii si factori abiotici, nu are caracter sumativ ci integrator! Proprietatile ecosistemului reflecta relatiile dintre specii si dintre specii si mediul lor abiotic – sunt proprietati emergente.

Ecosistemele regleaza procese vitale ale planetei!



8.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor



Tema de rezolvat:

Cine a introdus in stiinta termenul *biocenoza*?

In definitiile folosite in Legea 265/2006, sintagma *echilibru ecologic* se refera la relatiile dintre elementele unui

Deteriorarea mediului priveste alterarea caracteristicilor ale componentelor, reducereasau a ecosistemelorsi, afectarea mediului natural cu efecte asupra



8.5. Bibliografie recomandată

- Stugren B, 1965: Ecologie generală. - București Editura Didactică și Pedagogică
- Stugren B, 1982: Bazele ecologiei generale. – București, Editura Științifică și Enciclopedică, 435 pp.
- Stugren B, 1994: Ecologie teoretică. - Cluj-Napoca: Casa de Editură “Sarmis”, 287 pp.
- Vădineanu A. 1998 Dezvoltarea durabilă. Vol. 1.Editura Universității București, 1-113

Capitolul 9.

PRODUCTIA BIOLOGICA



9.1. Introducere

În cadrul acestui capitol este prezentată producția biologică.

Durata medie de parcurgere a acestui capitol este de aproximativ 2 ore.



9.2. Conținut

Ce „face” un ecosistem, cum se poate exprima „activitatea” sa? Ecosistemele asigură fluxul de energie și reciclează nutrienții iar prin producția biologică putem exprima viteza cu care au loc aceste procese.

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 microorganisme 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).

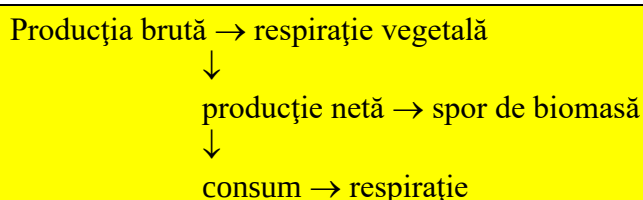


Producția brută reprezintă cantitatea de carbon fixat de vegetație pe unitatea de timp.

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 organisme 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.

În cazul exploatării unei păduri, forestierii consideră că pădurea **produce** o anumită cantitate de masă lemnoasă (care a fost tăiată): de exemplu, se afirmă că pădurea a produs 300 tone de lemn/ha. De fapt, forestierul se referă la un **spor de biomasă** care s-a realizat în cca 30 de ani și care a produs un venit economic independent de rata de înlocuire a biomasei respective. Dacă pădurea este afectată de o boală (de exemplu produsă de o ciupercă sau de omizi defoliatoare) forestierul afirmă că această pădure nu a mai produs masă lemnoasă exploatabilă. Ecologul însă interpretează acest fenomen ca o direcționare a producției spre ciuperci sau omizile defoliatoare. Deci, era necesar să se precizeze dacă se discută despre o producție în sens ecologic sau în sens economic.



Se pune întrebarea dacă biomasa planetei se află în stare staționară sau dimpotrivă, în creștere ori în scădere. Nu se poate da un răspuns, variațiile trebuie interpretate în contextul evoluției istorice. În cazul CO_2 se cunoaște că are loc o modificare a proporției sale atmosferice datorită arderilor industriale dar că această creștere nu este chiar atât de mare dacă o raportăm la ritmul acestor arderi. Desigur, biomasa vegetală are un rol important în controlul cantității de CO_2 atmosferic dar trebuie avute în vedere și alte mecanisme de reglare (mai ales sistemul de absorbție la nivelul oceanului planetary).

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 m^3 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.

În Oc. Atlantic, în dreptul orașului New York, producția medie a fitoplanctonului este de 0,8 g C pe metru pătrat de suprafață marină și pe zi pentru o biomasă de 10 g C pe metru pătrat; productivitatea (P/B) este de 0,08 sau 8% pe zi iar rata de înlocuire (turn-over), B/P este de 12,5 zile.

În cazul plantelor superioare productivitatea este mult mai scăzută și variază, în funcție de țesut, între 2% (lemnul) și 110% (frunzele) pe an (sau între 0,006 și 0,3% în medie, pe zi). Rata de înlocuire variază între câteva luni și 50 de ani. Într-un an un arbore produce de 1,1 ori biomasa sa sub formă de frunze: insectele consumă 10% iar restul cade toamna.

Măsurarea producției primare



Metoda greșită a recoltei

Metoda constă în recoltarea și cântărirea vegetației după un interval de timp sau la intervale regulate și prezintă următoarele inconveniente:

- măsoară sporul de biomasă și nu producția. Produsul recoltat are în mod cert o valoare economică: o pajiște produce o cantitate de iarbă într-un sezon ca urmare a trei cosiri. Este evident că nu se ia în considerație mortalitatea care afectează biomasa vegetală (de exemplu cantitatea de frunze căzute și incorporate în sol) și nici faptul că, între două cosiri, o parte a cestei biomase este consumată de animale.
- dacă se execută cosiri la intervale regulate nu înseamnă că se măsoară producția de biomasă a vegetației ci doar producția vegetației cosită la intervale regulate, la sfârșitul fiecărui interval având de-a face cu un alt tip de vegetație (datorită modificării normale a compoziției floristice a pajiștii). Astfel, productivitatea estimată după primul interval este diferită de cea estimată după al doilea interval ca urmare a acțiunii de cosire: *măsurătoarea în sine, prin metoda recoltării (cosirii) a afectat chiar obiectul măsurătorii.*

De fapt, cosirea *întinerește* vegetația și accelerează faza de refacere a biomasei extrase. În acest fel, producția pajiștii cosite este mai mare decât cea a pajiștii necosite. **Producția netă a vegetației este diferită în prezența sau absența consumatorilor.**

Vegetația nu poate fi văzută izolat ci doar în contextul unui sistem de interacțiuni din care face parte.

Cel puțin în unele cazuri, măsurarea recoltei dă o valoare destul de apropiată de cea a producției primare dacă distrugerera unor organe și păscutul exercitat de erbivore nu sunt prea mari. Dacă se confirmă că în cursul unui sezon insectele, păsările și rozătoarele consumă destul de puțin din iarba unei pajiști atunci biomasa “pe picioare” (standing crop) reprezintă aproape tot ceea ce se produce în acel sezon.

Producția unui sistem *pajiște controlată de om* este diferită de cea a unei *pajiști aflată în regim natural* și dependentă de ansamblul de sisteme ecologice din care face parte. Într-un sistem, proprietățile unui element variază în funcție de interacțiunile care au loc în cadrul acelui sistem.

Estimarea producției pe baza cântăririi frunzelor căzute toamna este de asemenea o greșală deoarece nu ține seama de procentul de 10% consumat de diferite animale în cursul sezonului de vegetație. Mai trebuie avută în vedere și biomasa părților subterane ale plantelor care, de obicei, nu este cuprinsă în bilanț deși reprezintă până la 50% din biomasa totală. Aceasta este foarte stabilă deoarece este produsă în același ritm cu care este consumată.

Măsurarea directă a producției primare fotosintetice

Se pot măsura CO₂ fixat sau O₂ eliminat, în unitatea de timp. În ambele cazuri nu se măsoară producția netă deoarece aproximativ 50% din producția brută este simultan oxidată în procesele respiratorii ale plantelor.

Pe de altă parte, mai ales în ecosistemele acvatice, măsurarea producției primare este complicată datorită existenței unei producții heterotrofe simultană. O probă de fitoplancton conține în mod sigur și microorganisme heterotrofe. Pentru aceasta este nevoie ca proba să fie mai întâi incubată la lumină apoi la întuneric și apoi să se facă diferența (metoda sticlulelor albe și negre).

În flacoanele de experiență se poate introduce carbon radioactiv (¹⁴C) măsurându-se radioactivitatea după timpul de incubare. În calcul se utilizează raportul ¹²C/¹⁴C înainte și după experiment.

Metoda sticlulelor albe și negre se bazează pe două ipoteze:

fotosinteza nu are loc la întuneric

respirația vegetală este aceeași la lumină și la întuneric

Ambele ipoteze sunt astăzi contestate:

1. fotosinteza continuă un timp și după scăderea luminozității: sunt folosite moleculele cu un mare conținut energetic sintetizate la lumină, în acest fel putând continua (un timp limitat) fixarea carbonului
2. lumina are o acțiune directă asupra intensității respirației

În oceanografie și limnologie se folosește astăzi metoda măsurării spectrofotometrice a cantității de clorofilă. În ecologia terestră se folosește indicele foliar, calculat pe baza estimării suprafeței foliare dintr-un sezon de vegetație în raport cu suprafața de sol umbră de coronament și care reprezintă suprafața de interceptare a radiației solare.

Influența condițiilor de mediu asupra producției primare

- Intensitatea luminii și conținutul în CO₂ 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. CO₂ 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 CO₂ producția este practic independentă de intensitatea luminii și depinde doar de CO₂; în cazul luminozității reduse, cantitatea de CO₂ 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.

Mărimea producției primare

Părți ale plantei	Biomasa kg/ha	Producția netă kg/ha/an	Productiv. netă pe an
frunze	3.500	3.900	110%
ramuri, crengi	58.300	4.650	8%
trunchi	180.200	2.475	1,4%
tufe	18.000	2.055	11%
bușteni și rădăcini	54.300	1.680	3%
partea aeriană a ierbii	700	611	90%
partea subterană a ierbii	1.100	580	53%

Comparând biomasa și producția vegetală netă în diferite tipuri de ecosisteme se observă că pentru vegetația erbacee relația este lineară ceea ce denotă un raport ridicat producție/biomasă.

Ecosistemele forestiere au ceva mai multă biomasă în raport cu producția dată iar cele tropicale sunt superioare productiv celor temperate.



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.

Măsurarea producției secundare

Este o operațiune mult mai dificilă decât măsurarea producției primare:

- lanțurile trofice care participă la realizarea producției secundare sunt numeroase și interconectate
- o mare parte a biomasei secundare este consumată treptat, pe măsură ce este produsă: sporul de biomasă este nul sau chiar inferior producției nete
- nu există încă o metodă standardizată de măsurare a carbonului fixat în biomasa secundară

Măsurarea prin estimarea bilanțului nutrițional

În condiții perfect controlate, se poate face următorul bilanț:

$$\text{biomasa ingerată} = \text{creșterea} + \text{respirația} + \text{urina} + \text{fecalele}$$

Producții rezultați în urma respirației și excreției urinare reprezintă ceea ce este asimilat și apoi catabolizat; fecalele formează o necromasă (sapromasă) care este folosită de descompunători. Este posibil să se măsoare producția secundară a unui individ dar la nivelul ecosistemului acest lucru este imposibil. Chiar dacă această metodă s-ar aplica doar anumitor specii este foarte greu să se identifice speciile care au cea mai mare contribuție la realizarea producției secundare.

Măsurarea globală prin evaluarea schimburilor gazoase sau minerale pe o suprafață dată: Se poate face prin “izolarea” unui fragment de ecosistem: probă de apă sau probă de sol.

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

Producția secundară a solului

Se folosește metoda indirectă de măsurare a respirației globale a solului (dozarea oxigenului și bioxidului de carbon de sub un clopot așezat pe sol și apoi evaluarea schimburilor gazoase dintre sol și atmosferă într-un interval de timp dat). Solul este un sistem heterotrof; biomasa solului este în general foarte stabilă, consumatorii biomasei aparțin ecosistemului de sol iar exportul de biomasă este nesemnificativ. Astfel, ecuația

$$\text{producția brută} = \text{sporul de biomasă} + \text{consum} + \text{respirație}$$

se poate reduce la

$$\text{producția brută} = \text{respirația}$$

Cu alte cuvinte, (1) energia intră în sol sub forma unui aport de materie organică sintetizată în mediile învecinate (frunze, rădăcini, rizomi), (2) rata de oxidare a acestei materii organice reprezintă exact fluxul de energie care traversează biomasa prezentă în sol, adică producția secundară brută.

Respirația globală a solului se estimează între 50 și 500 litri CO₂ /m²/an, ceea ce corespunde la 26,8 - 268 g C eliminat și unui consum de 71,5 - 715 g oxigen.

Randamentul energetic al producției secundare

Turn-over-ul sau timpul de revenire sau înlocuire este corelat pozitiv, ca timp, cu talia indivizilor: speciile cu indivizi de mici dimensiuni au turn-over-ul mai rapid și cresc mai repede decât cele de dimensiuni mari. O populație de *Microtus arvalis* își multiplică de 2,5 ori greutatea în fiecare an și are un turn-over complet odată la 4 luni; o populație de cerbi produce anual 1 / 4 din greutatea sa iar turn-over-ul se încheie la 4 ani; o populație de elefanți produce anual 1 / 20 din greutate iar turn-over-ul se încheie la 20 ani.

Eficiența energetică este raportul dintre energia care intră și cea care iese și se poate exprima în mai multe feluri:

- raportul dintre ingestia predatorului și producția netă a prăzii. Acest raport poate lua diferite valori: 1,5 - 2,5% din producția netă a părților aeriene a arborilor este consumată de insecte; 12% din producția netă a unui câmp ruderalizat este consumată ca și 60% din cea a savanei. Raportul de consum este de obicei foarte mare în ecosistemele acvatice: 80 - 100% din producția netă a fitoplanctonului este imediat consumată de zooplancton. Reacția generală a biomasei (vegetală sau animală) față de exploatarea sa poate fi sintetizată prin două aspecte: (a) dacă producția este redusă atunci o mică parte din această producție va fi consumată; (b) dacă producția este mare atunci și consumul va fi mare astfel că raportul P / B va fi mare. De asemenea, trebuie avut în vedere fenomenul de întinerire a biomasei ca urmare a consumului. Aici se poate recunoaște o proprietate sistemică: biomasa nu funcționează în același fel atunci când este izolată și atunci când este supusă consumului unui predator, în acest ultim caz fiind o parte a sistemului pradă-prădător. O asemenea proprietate favorizează menținerea lanțurilor trofice.

PRODUCTIVITATEA ANIMALELOR TERESTRE

Pentru estimarea producției este necesară cunoașterea greutatei animalelor studiate (W), a sporului de greutate (ΔW) și a ratei de creștere în greutate ($\Delta W/t$). Valoarea greutatei individuale poate fi obținută prin cântărirea unui număr reprezentativ de indivizi și calcularea mediei. Indivizii trebuie să fie astfel aleși încât să reprezinte clase de vârstă ori o succesiune de intervale de timp cunoscute din ciclul de viață al speciei.

Pentru nevertebrate de dimensiuni mici se pot aplica atât metode directe de cântărire cât și metode indirecte. Artropodele mici, mai ales insecte pot fi cântărite satisfăcător cu o balanță analitică dacă operațiunea se face destul de repede pentru a evita pierderile de apă prin evaporare. Totodată se pot cântări mai multe exemplare în același lot de indivizi.

Dacă o cântărire directă este prea dificil de realizat atunci se poate recurge la măsurarea lineară, valorile obținute putând fi convertite în valori de biomasă printr-o formulă de regresie. În formulă se folosesc lungimea și lățimea animalelor sau, în unele cazuri, numai lungimea:

$$W = a(1 + k) \text{ sau } W = b \cdot l^c \text{ sau } W = b \cdot l^c L^d \text{ sau } W^1 = b \cdot l^c \text{ sau } W^1 = b W^c$$

în care W = greutatea umedă, W^1 = greutatea uscată, l = lungimea, L = lăţimea.

a , b , c , d , k sunt constante pentru un anumit grup de specii şi trebuie determinate empiric.

Exemple:

Taxon	FORMULA
<i>Daphnia</i>	$W = 0,052 l^{3,0}$
<i>Bosmina</i>	$W = 0,124 l^{2,2}$
<i>Diaphanosoma</i>	$W = 0,092 l^{2,4}$
<i>Araneus</i>	$W = 6,14 l + 13,14$
<i>Araneus</i>	$W = 6,37 l - 15,42$
<i>Trochosa ruricola</i>	$W^1 = 0,275 l^{1,98}$
<i>Trochosa ruricola</i>	$W^1 = 0,444 W^{0,94}$
<i>Trochosa ruricola</i>	$W^1 = 5,08 l - 21,20$
Diferiţi păianjeni	$W^1 = 0,429 W^{0,86}$
Oribatei	$W = l^{1,58} L^{1,45} 10^{6,61}$
Isopoda	$W^1 = 1,56 W - 1,24$

O altă metodă indirectă aplicabilă pentru animalele de mici dimensiuni este determinarea chimică a conţinutului în azot (metoda Kjeldahl) şi calcularea unei constante pentru transformarea datelor obţinute în valori de biomasă.

Creşterea individuală şi rata sporului în greutate.

În studiile de productivitate este important să se stabilească sporul în greutate realizat de un organism şi curba individuală de creştere. Curbele obţinute cu animale crescute în laborator sunt mai greu de aplicat pentru populaţiile sălbatice. De exemplu, indivizii de *Clethrionomys glareolus*, în condiţii de laborator, ajung la greutatea de 7 g în 12 zile, când animalul este încă orb. În natură, mulţi indivizi cu o astfel de greutate sunt deja membri independenţi ai populaţiei.

STUDIUL HRANEI

De obicei, animalele consumă doar o mică parte din hrana disponibilă (potenţială). Consumatorii foarte selectivi au un raport asimilare/consum foarte ridicat deoarece hrana lor este bogată în energie iar digestia este eficientă. Consumatorii neselectivi, cum sunt mulţi detritivori, au o eficienţă redusă a asimilaţiei.

În studiile de biologia hrănirii este extrem de dificil să se poată face estimări corecte în condiţii de teren. Preferinţele pentru hrană variază în funcţie de habitat, sezon, vârsta şi unele caracteristici individuale ale animalului studiat. De asemenea, gustul şi valoarea nutritivă a hranei sunt variabile. În cazul mamiferelor mici hrana pură este digerabilă în proporţie de 70-90%.



9.3. Rezumat

Sa retinem din acest curs!

Productia primara este productia nivelului autotrofelor iar productia secundara este productia nivelului heterotrofelor. Productia poate exprima rata de transfer a energiei ssi nutrintilor in ecosisteme.



9.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor



Tema de rezolvat:

Care sunt conditiile care asigura prouctivitatea unui tren agricol? Comparati aceste conditii cu cele care asigura productivitatea unui ecosistem natural.



9.5. Bibliografie recomandată

- a. Botnariuc N & Vădineanu A, 1982: Ecologie. – București, Editura Didactică și Pedagogică
- b. Botnariuc N, 1974: Biologie generală. – București, Editura Didactică și Pedagogică

Capitolul 10.

LANTURI TROFICE. CATEGORII DE ORGANISME DIN ECOSISTEM



10.1. Introducere

În cadrul acestui capitol sunt prezentate: lanțuri trofice, categorii de organisme din ecosistem.

Durata medie de parcurgere a acestui capitol este de aproximativ 2 ore.



10.2. Conținut

Prin descrierea unui lanț trofic se precizează drumul pe care energia îl străbate printr-o comunitate și relațiile trofice dintre unele specii ale comunității. Când plantele sunt consumate, energia care a fost fixată prin procesul de fotosinteză trece la alte organisme numite **heterotrofe**. Consumatorii sunt denumiți cu un termen general, **producatori secundari** și ei depind în ultimă instanță de producția plantelor.

Heterotrofele pot fi încadrate pe diferite **nivele trofice** în funcție de ceea ce folosesc ca hrană. **Consumatorii primari** se mai numesc **ierbivori**. Deși vegetația este abundentă nu se poate spune că ierbivorele beneficiază de prea multă energie. Țesuturile vegetale sunt în general sărace în azot dar bogate în celuloză care este greu digerabilă. Hrana vegetală este adesea de calitate slabă și necesită eforturi (adică consum mare de energie) pentru a o digera (inclusiv un tractus digestiv foarte lung). Aceasta înseamnă că **eficiența asimilației** ierbivorelor este redusă. Unele ierbivore preferă acele părți ale plantei care sunt mai nutritive sau mai ușor de digerat, cum ar fi lăstarele tinere sau mugurii. Seminivorele (consumatoarele de semințe) beneficiază de o hrană bogată în hidrați de carbon și uleiuri. Acestea utilizează astfel de o hrană ușor de digerat, cu o concentrație mare de azot care altfel ar alimenta procesul de germinație. Alte ierbivore au găsit calea de a folosi energia conținută într-o biomasă greu de digerat (simbioze cu bacterii și protozoare celulozolitice).

Carnivorele reprezintă categoria consumatorilor secundari sau terțiari și ele folosesc energia ierbivorelor sau a altor animale. Carnea conține în primul rând proteine și grăsimi care pot fi ușor degradate și care sunt bogate în nutrienți importanți. Carnivorele au un tractus digestiv scurt și pot digera hrana relativ rapid. Totuși, ele consumă multă energie pentru capturarea prăzii, cost care pentru ierbivore este minim.

Observație. Strategiile diferite ale ierbivorelor și carnivorelor pentru procurarea hranei se reflectă în diversitatea de relații din biocenoză. Aceste strategii susțin structurile disipative ale ecosistemului.

Omnivorele nu pot fi încadrate într-un lanț trofic liniar și curgerea energiei, în acest caz, nu formează o succesiune simplă de secvențe. Strategia omnivorelor este cu atât mai complexă cu cât unele din ele pot consuma plante sau animale moarte (scavengeri). Un **scavenger** (hoitar) deturneză energia dintr-un lanț trofic bazat pe descompunere aducând-o într-un alt lanț trofic bazat pe ierbivore.



Se pot distinge două căi principale de scurgere a energiei printr-un ecosistem:

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

Aceste doua categorii de lanțuri trofice sunt permanent interconectate. Cantitatea de energie care se scurge pe aceste căi depinde de tipul de ecosistem. In multe ecosisteme o mare parte a producției primare intră in lanțurile trofice ale descompunătorilor Totuși, in unele ecosisteme acvatice o proporție însemnată a fitoplanctonului este consumată de ierbivore. Dimpotrivă, in ecosistemele terestre, doar 10% din producția primară netă este utilizată de ierbivore. Ceea ce rămâne (cantitatea globală este de 103,5 miliarde tone) alimentează lanțurile trofice ale descompunătorilor. Astfel, aceste lanțuri trofice sunt cele mai importante canale prin care energia trece in restul ecosistemului.

EFICIENȚA ENERGETICĂ

Datorita faptului că o bună parte din producția fiecărui nivel trofic este folosită de descompunători, **rețelele trofice descompunătoare** sunt cele mai mari componente ale ecosistemelor. Plantele produc celuloză și lignină care sunt greu de digerat. Animalele produc cochilii, valve, păr, gheare, copite care trec netransformate prin tractul digestiv al consumatorilor. Deoarece implică o transformare, orice transfer al energiei de la un organism la altul duce inevitabil la unele pierderi de energie. Din energia care este asimilată o mare parte este utilizată în procesele metabolice - formarea, menținerea și degradarea celulelor.



$$\text{Eficiența asimilației} = \frac{\text{energia asimilată (A)}}{\text{energia consumată (C)}}$$

Această ecuație exprimă proporția de energie preluată de un consumator din hrana (dieta) sa. In mod similar se poate calcula eficiența fotosintezei folosindu-se ca bază cantitatea de energie care ajunge la suprafața frunzelor.

Simpla extensie a ecuației de mai sus ne permite sa estimăm câtă din energia consumată este fixată în noi țesuturi:

$$\text{Eficiența producției} = \text{energia fixată în țesuturi (P)} / \text{energia consumată (C)}$$

Cantitatea de energie asimilată care este convertită în țesuturi exprimă eficiența creșterii:

$$\text{Eficiența creșterii} = \text{energia fixată în țesuturi (P)} / \text{energia asimilată (A)}$$

Eficiența ecologică depinde de costurile metabolice. Astfel, homeotermele (endotermele) - păsările și mamiferele, au costuri metabolice foarte mari care pot ajunge la 90 % din energia lor, folosită pentru menținerea temperaturii corpului la valori constante. Poikilotermele (poikilos = variat) sau ectotermele pot folosi o mai mare parte din energie pentru producție ele neavând aceste costuri de menținere a temperaturii corpului la valori constante.

În general, cu cât organismele se află mai aproape de capătul lanțului trofic eficiența asimilației este mai mare mai ales datorită calității hranei. Ierbivorele pot beneficia de o mare cantitate de hrană vegetală dar o treime din aceasta este celuloză și atunci ele au nevoie de ajutorul unor bacterii simbiote adapostite în intestin. Eficiența asimilației ierbivorelor este în jur de 10 % și ele sunt nevoite să consume cantități mari de vegetale ca să-și satisfacă nevoile energetice.

Carnivorele pot atinge, în cazuri excepționale, o eficiență a asimilației de 90 % dar oricum, valorile sunt în general mult mai mari în comparație cu ierbivorele. Ele mănâncă puțin și destul de rar.

Eficiența producției variază de asemenea în funcție de poziția din lanțul trofic. În cazul nevertebratelor terestre ierbivorele au o eficiență de 21 - 39 % iar carnivorele 27 - 55 %. Poikilotermele au o eficiență a producției între 10 și 55 % iar homeotermele doar 1 - 3%.

Eficiența producției la câteva grupe de animale:

Homeoterme

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

Poikiloterme

pești și insecte sociale 9,8 %
nevertebrate (fara insecte) 25 %
insecte nesociale 40,7 %

Nevertebrate (fără 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 faptul că pentru carnivore condițiile de viață ar fi mai avantajoase. Totuși, cea mai mare parte a biomasei planetei este vegetală și astfel există mai multă energie disponibilă pentru ierbivore decât pentru carnivore. Atunci când energia se găsește în cantitate mică, strategia poikilotermelor este mai bună decât cea a homeotermelor.

Valorile eficienței ecologice explică de ce energia disponibilă descrește rapid în lungul unui lanț trofic. Pentru un lanț trofic carnivor format din 3 - 4 verigi este necesară o energie inițială fixată în plante de 10.000 ori mai mare decât cea care ajunge la capatul lanțului. De pildă, din producția primară a unei pășuni, populația de nevăstuici care se hrănește cu șoarecii care consumă plante fixează doar 0,0026 %.

Energia solară utilizată de plantele unei pășuni $19,8 \times 10^9$ kJ din care 245×10^6 kJ producția primară brută; aceasta este folosită astfel: respirație $36,8 \times 10^6$ kJ producție primară netă 208×10^6 kJ energie direcționată la consumatori și descompunători 65×10^6 kJ Populația de șoareci primește $66,4 \times 10^6$ kJ din care: respirație 170×10^3 kJ Alți consumatori primesc 65×10^6 kJ Hrana nefolosită 311×10^3 kJ Imigrații din alte ecosisteme $13,5 \times 10^3$ kJ Disponibil pentru populația de nevăstuici $24,5 \times 10^3$ kJ din care: respirație $22,8 \times 10^3$ kJ hrana neutilizată 546 kJ producție 1,092 kJ

REDUCĂTORII (DESCOMPUNĂTORII)

Descompunătorii sunt esențiali pentru rolul pe care-l au în reciclarea nutrienților și pentru redirecționarea energiei de la materia organică moartă înapoi la sistemele vii. O parte importantă a producției primare rezultă, așa cum arătat și mai sus, sub forma unor componenți nedigerabili care sunt mai întâi prelucrați de compartimentul descompunătorilor și după aceea sunt disponibili altor consumatori. Acești descompunători înlocuiesc enzimele lipsă ale consumatorilor. Este vorba fie de fungi ori bacterii care pot fi cultivate în cuiburile de termite și furnici sau care trăiesc în tractul digestiv al unor consumatori.

Râmele sunt descompunători remarcabili care pot transforma detritusul în humus cu o rată de 50 -170 tone/ha/an. În ecosistemele terestre, litiera cuprinde descompunători din diferite grupe de nevertebrate ca acarieni, larve de insecte, miriapode, nematode. Hifele fungilor degradează în special materia organică săracă în azot.

Un gram de sol conține cam 9. 000. 000 bacterii care pot apărea într-o succesiune de specii după ce solului i se adaugă material organic. Multe nevertebrate folosesc bacteriile ca adjuvanți în procesele lor digestive.

Rumegatoarele.

Unele ierbivore mențin relații simbiotice care le permit să folosească energia conținută în celuloză. Toate animalele adapostesc în intestinul lor comunități de bacterii dar rumegătoarele și-au dezvoltat un sistem remarcabil care fermentează biomasa vegetală în condiții de anaerobioză. Stomacul rumegătoarelor este compartimentat și conține 100 - 1000 milioane bacterii/ml, ca și protozoare care se hrănesc cu aceste bacterii. Este o adevărată rețea trofică adapostită de gazdă. Aceasta menține condiții optime pentru simbionți prin producerea unei mari cantități de salivă alcalină și prin consumarea unei cantități suplimentare de hrană vegetală necesară bacteriilor. De asemenea, prin secvența asigurată de compartimentele stomacului, rumegătoarele descompun materialul vegetal în particule din ce în ce mai mici ceea ce oferă bacteriilor o suprafață mare de lucru.

Microorganismele s-au specializat pentru diferite tipuri de componenți vegetali și formează adevărate ghilde trofice. Astfel, există grupul bacteriilor celulozolitice și cel al bacteriilor amilolitice ca și un grup capabil să degradeze atât celuloza cât și amidonul. Acizii lactic, butiric, propionic și acetic rezultați în urma fermentației sunt absorbiți de sistemul vascular al rumenului. Bioxidul de carbon și metanul sunt eliminate ca gaze. Proteinele conținute în hrana vegetală sunt descompuse la amino-acizi în ultima cameră a stomacului (abomasum) care, spre deosebire de camerele anterioare are un pH acid. Bacteriile care ajung aici mor și servesc ca hrană proteică (un procent însemnat).

Costurile energetice pentru menținerea acestor culturi de bacterii sunt considerabile. Fânul conține peste 30% celuloză și este o hrană avantajoasă pentru rumegătoare ca și pentru simbionții lor. Această relație rumegătoare-bacterii este utilă omului deoarece producția obținută prin creșterea vitelor este superioară celei a porcinelor sau păsărilor (vitele convertesc 20% din energia brută în producția de biomasa).

Bugetul energetic al unui organism rumegător	
Input energie	100%
gaze	8%
dejecții	27%
Asimilație	64
urină	3%
Metabolism	61%
respirație	35%
mișcare	6%
Producție	20%

LUNGIMEA LANTURILOR TROFICE

Ineficiența transferului de energie și pierderile inevitabile care însoțesc fiecare transformare demonstrează că pentru nivelurile trofice superioare este disponibilă foarte puțină energie. Astfel,

energia de 208.000.000 kJ a vegetației ajunge la șoareci la valoarea de 21.714 kJ iar la nevăstuici la 546 kJ. Aceste valori pot fi reprezentate sub forma unei piramide.

Acest lanț are doar trei verigi. Lanțuri trofice mai lungi sunt rare în natură și nu depășesc cinci verigi. Această lungime este limitată de eficiența energetică a populațiilor (speciilor) componente. Din aceasta cauză ar fi de așteptat ca lanțurile trofice formate din poikiloterme să fie mai lungi decât cele formate din homeoterme. Dar, observațiile și experimentele au demonstrat că diferențele sunt mult mai mici decât se credea.

Se poate presupune că lungimea lanțului trofic este controlată de producția primară a ecosistemului. Dacă ar fi așa ar trebui ca în ecosistemele cu o producție primară mare să găsim lanțuri trofice mai lungi. În acest scop s-au comparat lanțuri trofice din pădurea tropicală umedă cu cele din tundră și nu s-au găsit diferențe semnificative. Media a ramas în jur de 4 verigi. Experimental s-au adăugat cantități de litieră în comunități simple dar nici aceasta nu a dus la creșterea lungimii lanțurilor trofice.

Deci, trebuie să luăm în considerație anumite trăsături ale lanțurilor trofice pentru a putea explica de ce lungimea lor este limitată. Consumatorii au tendința de a fi tot mai mari și mai puțini cu fiecare verigă a lanțului trofic. Carnivorele mari au nevoie de teritorii foarte mari pentru procurarea hranei (prazii). În general, organismele de pe nivelele trofice superioare tind să fie longevive, întârziind reproducerea până în stadii târzii ale ciclului lor de viață.

Multe din aceste caracteristici rezultă din creșterea dimensiunilor și acesta poate explica de ce lanțurile trofice nu sunt prea lungi. Un prădător de vârf are anumite limite de dezvoltare deoarece ar avea nevoie de prea multă energie pentru a se menține la un nivel populațional ridicat. De asemenea, între prădători există o permanentă competiție pentru hrană și ei trebuie să mențină nivelul numeric al ierbivorelor care le servesc drept hrană. În ciuda abundenței biomasei vegetale, din multe ecosisteme, numărul ierbivorelor poate scădea dacă ele sunt consumate de prădători peste o anumită limită.

Tendențele care se observă în lungul lanțurilor trofice:

Mai puține specii Fiecare nivel trofic susține mai puține specii decât nivelul precedent.
Creșterea dimensiunilor corpului În general predatorii sunt mai mari decât prăzile lor.
Reducerea nivelului numeric al populațiilor Costurile energetice mai mari ale speciilor de la capătul lanțului trofic determină ca ecosistemul să susțină puțini indivizi
Creșterea longevității Speciile cu indivizi de dimensiuni mari tind să aibă cicluri de viață mai lungi.
Rata de reproducere mai scăzută Speciile longevive tind să ajungă mai lent la maturitate, întârziind reproducerea până la stadiile mai târzii ale ciclului de viață
Teritorii mai mari Organismele mai mari au nevoie de suprafețe mai mari de pe care să-și procure hrana.
Capacitate mai mare de răspândire În scopul de a acoperi teritorii mari, organismele trebuie să fie capabile să se miște pe distanțe mari
Abilitate crescută pentru găsirea hranei Recunoșterea rapidă a speciilor hrană

Creșterea complexității comportamentale Teritorii mari, ciclu de viață lung, densități populaționale reduse

Costuri metabolice mai mari Dimensiunile mai mari determină necesități energetice mai mari pentru menținere, creștere și reproducere

Necesar de hrană de o valoare calorică mai ridicată Hrana trebuie să conțină mai multă energie pentru a întreține rata crescută a proceselor metabolice

Reducerea specializării trofice La nivelele trofice superioare există tendința ca speciile să fie generaliste în privința strategiilor de căutare a hranei. Aici este inclusă omnivoria.

Creșterea eficienței de asimilare

REȚELELE TROFICE

Rețelele trofice arată toate căile posibile de scurgere a energiei prin ecosisteme (în timp ce un lanț trofic arată o singură cale posibilă). O rețea trofică a unei comunități asociate unei populații de stejari reprezintă o agregare de câteva lanțuri trofice dintre care unele se suprapun. Cele mai multe au câte 4 verigi, existând și lanțuri mai scurte. Păsările și mamiferele din ecosistem tind să fie omnivore. Astfel, pițigoii se hrănesc pe diferite nivele trofice: ei consumă semințe (deci, producători primari), insecte ierbivore ori coleoptere (carnivore) și păianjeni. Șoarecii și cârțile sunt de asemenea omnivore, consumând atât insecte cât și hrană vegetală.

Rețeaua trofică poate include detritivori și descompunători și reunește lanțuri trofice ierbivore și descompunătoare. De asemenea, include paraziți și hiperparaziți, consumatori terțiari ignorați de obicei, atunci când se construiesc modelele lanțurilor trofice.

Cu toate acestea, rețelele trofice, ca modele, au și ele limitele lor. Ele simplifică realitatea. Nu se pot identifica toate conexiunile trofice iar multe specii sunt pur și simplu încadrate într-un anumit grup trofic fără a se cunoaște biologia lor. Cele mai multe rețele trofice nu țin seama de tăria legăturilor trofice și nu fac deosebirea între legăturile ocazionale și cele foarte puternice, permanente.

Dar, **prin compararea unui număr mare de rețele trofice s-a observat că anumite structuri se repetă.** Structura trofică a rețelei -modificările în abundență și mărime în lungul unui lanț trofic- se repetă în diferite ecosisteme. S-a dovedit că proporția prădătorului în raport cu prada este constantă. La fel este și proporția consumatorilor din fiecare nivel trofic, care nu depinde de numărul total de specii din rețea. Lanțurile trofice sunt mai scurte în habitatele mici, fragmentate sau în cele frecvent deranjate.

Ce anume determină structura acestor modele? Unele depind de organizarea ierarhică a speciilor și de poziția în lanțurile trofice. Modelele realizate pe computer au arătat că există o limită a numărului de specii dintr-o rețea trofică.

Luând în considerație mărimea populațiilor și intensitatea interacțiunilor dintre specii modelul prognozează că o specie invadatoare va avea dificultăți mari să se fixeze într-o rețea care are un număr mare de specii.

Ce se întâmplă dacă un prădător încearcă să invadeze o comunitate bine dezvoltată? Pentru a căpăta acces la o specie pradă el trebuie să intre în competiție cu un prădător care este deja prezent aici. Aceasta înseamnă că va crește competiția interspecifică, competiția va deveni mai acerbă pentru multe specii care au aceeași poziție trofică și toate speciile vor avea de “rezolvat” situații noi.

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



BIOAMPLIFICAREA, BIOACUMULAREA ȘI BIOCONCENTRAREA

Lanțurile 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 răpitoare. Procesul este destul de complicat. **Bioamplificarea** (biomagnification) apare dacă concentrația poluantului este mai mare în organismul unui consumator sau al 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 organismele acvatice atunci ne referim la **bioacumulare** (bioaccumulation). **Bioconcentrarea** (bioconcentration) se referă numai la preluarea poluantului din apă.

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

Deci, ce anume măsurăm? În primul rând, toți acești termeni sunt dependenți de timp: nivelul poluantului în hrană se schimbă mereu, la fel ca și în organismul consumatorului. Factorul de concentrare are sens numai dacă asimilația și bioacumularea se află în echilibru. Astfel, 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 atât de răspândit după cum s-ar crede. Pentru a fi în echilibru cu hrana sau un consumator trebuie să țină seama de concentrarea resursei trofice (în sens

calitativ) și pentru o valoare a $CF > 1$ ar trebui să mănânce mai mult decât pierde (ceea ce nu se întâmplă întotdeauna). Un alt factor este mărimea corpului: animalele mari mănâncă mai mult și astfel pot prelua mai mult poluant.

Deci, se poate considera că animalele mari, aflate la capătul lanțului trofic pot avea o concentrare mai mare de poluant pur și simplu pentru că sunt mai mari și nu pentru că au o anumită poziție din punct de vedere trofic.

Mulți compuși organici pot fi degradați de animale și ceea ce se măsoară la un moment dat nu este nivelul real al asimilației.

Chiar dacă substanța poluantă nu este degradată demonstrarea fenomenului de bioamplificare necesită luarea în considerație a mai multor factori. Astfel, s-au măsurat concentrațiile de zinc și plumb în câteva lanțuri trofice dintr-un ecosistem de câmpie contaminat cu deșeurile unei exploatări miniere (Derbyshire, Anglia) și s-a observat că nu există concentrații semnificativ mai mari la capetele acelor lanțuri trofice. Carnivorele de vârf din acest ecosistem, chițcanii din genul *Sorex*, nu au concentrat în organismul lor zincul sau plumbul până la valori mari. S-a luat în considerație și faptul că zincul este necesar organismelor deoarece intră în structura multor enzime iar eventuala bioamplificare ar putea fi determinată de un proces fiziologic normal.

Aceste fenomene de bioamplificare nu reprezintă o regulă. Ele pot apărea în anumite cazuri (vezi DDT) dar cercetarea lor implică studierea întregului sistem ecologic.



10.3. Rezumat

Sa retinem din acest curs!

Diversitatea organismelor/speciilor dintr-un ecosistem asigură funcționalitatea acestuia. Lanțurile trofice și rețelele trofice reprezintă modele ale ecosistemului și ilustrează căile de scurgere a energiei în ecosisteme.

Cunoașterea proceselor de bioacumulare și bioconcentrare permite înțelegerea modului în care substanțele toxice produse în sistemul economiei umane ajung atât la verigile ecosistemelor naturale cât și înapoi la populația umană.



10.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor



Tema de rezolvat: schitati o retea trofica pentru un ecosistem de tip a) pajiste si b) balta.



10.5. Bibliografie recomandată

- a. Stugren B, 1965: Ecologie generală. - București Editura Didactică și Pedagogică
- b. Stugren B, 1982: Bazele ecologiei generale. – București, Editura Științifică și Enciclopedică, 435 pp.
- c. Stugren B, 1994: Ecologie teoretică. - Cluj-Napoca: Casa de Editură “Sarmis”, 287 pp.
- d. Vădineanu A. 1998 Dezvoltarea durabilă. Vol. 1. Editura Universității București, 1-113

Capitolul 11.

RECICLAREA NUTRIENȚILOR



11.1. Introducere

În cadrul acestui capitol sunt prezentate elemente privind reciclarea nutrienților.

Durata medie de parcurgere a acestui capitol este de aproximativ 2 ore.



11.2. Conținut

Circuitele biogeochimice au ca suport structura sistemelor ecologice (ecosisteme-sisteme regionale-ecosfera) la nivelul cărora se pot diferenția:

- a. compartimentele dinamice ale Unităților Hidrogeomorfologice (UHGM) și atmosferei (sistemul de ciclare primar)
- b. compartimentul de reciclare

Compartimentele unităților hidrogeomorfologice reprezentate de sol, roca parentală și apa interstițială (sisteme terestre) pe de o parte, masa apei și sedimentele (sisteme acvatice) pe de altă parte, respectiv troposfera, au o anumită încărcare cu elemente și compuși chimici funcționând ca REZERVOARE ale circuitelor biogeochimice.

Circuitele locale (la nivelul ecosistemelor) și cele globale (complexe de ecosisteme, ecosfera) sunt interconectate prin intermediul schimburilor și al sistemelor de transport ale maselor de apă și aer. Această conectivitate explică efectele cumulate și efectele la distanță ale introducerii unor compuși chimici de sinteză sau ale modificării stocurilor de elemente din rezervoare.

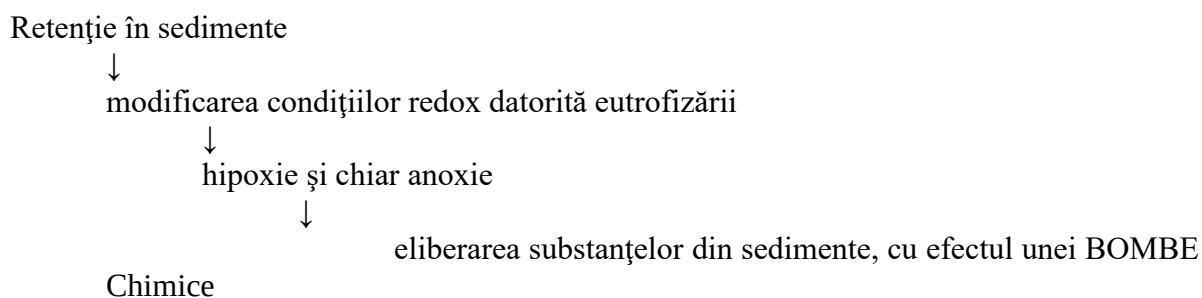
“Pompa” care asigură mișcarea elementelor între compartimente este, în cazul carbonului, fotosinteza + respirația; În cazul azotului – procesele de descompunere realizate de microorganisme mineralizatoare.

Circuitele biogeochimice sunt cuplate cu fluxul de energie și constituie suportul resurselor și serviciilor asigurate de sistemele ecologice.

Stocul reciclabil se distribuie de obicei în rezervorul care are cele mai active schimburi cu compartimentul de reciclare.

Tendința de retragere din sistemul de reciclare major și de depozitare în sedimente este folosită de *manageri* ca un argument pentru a accepta praguri foarte ridicate de încărcare la emisie.

Sedimentele pot avea o capacitate de retenție foarte mare. Ele funcționează ca niște capcane pentru fosfor, metale grele și reziduuri ale unor compuși de sinteză.



Deci, sistemelor disipative le este caracteristic fluxul de energie peste care se suprapune circuitul substanțelor. Aceste circuite pot fi:

Circuitul apei
Circuitul electronilor (ciclul oxidoreducerii)
Circuitul carbonului
Circuitul elementelor biogene (N și P)

CIRCUITUL CARBONULUI

Circuitul acestui element vital pentru menținerea vieții trebuie înțeles în corelație cu circuitul oxigenului.

În cadrul Ciclului Calvin, plantele ce se caracterizează prin fotosinteză de tip C3 suferă o pierdere a 25% din carbonul asimilat datorită reacției de foto-oxidare determinată de aceeași enzimă care controlează formarea moleculelor de glucoză, ribulozo-fosfat-carboxilaza. Cauza este prezența oxigenului în atmosferă. Dacă atmosfera ar conține doar 2% oxigen, se pare că randamentul fotosintezei s-ar dubla.

Acest mecanism trebuie înțeles în context istoric: la apariția primelor bacterii și cianoficee fotosintetizante atmosfera conținea doar urme de oxigen; pe măsura dezvoltării fotosintetizantelor, oxigenul acumulat în atmosferă a început să inhibe fotosinteza, ca un fel de feed-back negativ. Apariția heterotrofelor și în special a mineralizatorilor a însemnat consum de oxigen pentru oxidarea materiei organice. Acest consum nu a echilibrat însă producția de oxigen prin fotosinteză. Pe de altă parte, o bună parte din materia organică moartă nu a fost oxidată și a suferit un proces lent de fosilizare.

Plantele au oferit o alternativă: fotosinteza C4, în care CO₂ este fixat de o altă enzimă, mult mai rapidă, formându-se un compus cu 4 atomi de carbon. Acest compus difuzează în celule ferite de contactul cu oxigenul, în care ciclul Calvin se desfășoară cu randament sporit.

Carbonul existent astăzi este repartizat astfel:

În biomasă	5,5 x 10 ¹¹ tone
În necromasa reciclabilă	25 x 10 ¹¹ tone
CO ₂ atmosferic	7 x 10 ¹¹ tone
În bicarbonații din ocean	370 x 10 ¹¹ tone

Arderea întregii cantități de biomasă și necromasă necesită utilizarea doar a cantității de 1% din oxigenul disponibil. Dar “pericolul” distrugerii biomasei nu se află în nivelul carbonului stocat ci în capacitatea reciclării permanente a carbonului care există într-o cantitate fixă (spre deosebire de oxigen care poate fi mereu eliberat prin fotoliza apei).

Deși prin arderea carbonului fosil în activități industriale se eliberează în atmosferă 26 x 10⁹ tone CO₂ anual sistemul bicarbonaților din ocean este deocamdată capabil să absoarbă o bună parte din această cantitate.

Bilanțul local al fotosintezei

Fixarea a 12 g carbon sub formă de biomasă este însoțită de eliberarea a 32 g oxigen (22,4 litri de gaz). În procesul de oxidare a materiei organice se consumă 32 g oxigen pentru arderea a 12 g CO₂. Dacă biomasa rămâne constantă acest bilanț este 0.

Pădurile planetei eliberează oxigen în atmosferă dar în același timp consumă oxigen în procesele de oxidare a litierii și materiei organice din sol. Ele **nu sunt plămânii planetei** dar au o valoare excepțională în reciclarea carbonului și apei.

Pădurile primare au produs un excedent de oxigen pentru că oxidarea necromasei era parțială. Astăzi, numai turbăriile stochează carbon.

Importanța circuitului carbonului

- Rata de circulație a carbonului și rezidența sa în atmosfera reglează temperatura planetei.
- Planctonul marin și pădurile formează principalele rute prin care carbonul este preluat din atmosferă și apoi depozitat în roci și sedimente.

- O mare cantitate de carbon este fixata in CaCO_3 din cochiliile si scheletele organismelor marine, o alta parte in depozitele de combustibili fosili si doar o fractiune in stratul de plante si animale moarte de la suprafata.
- Cantitatea fixata in aceane si in depozitele crustei terestre este de 40.000 ori mai mari decat cea continuta in atmosfera.
- La nivel planetar se observa anual o variatie (o pulsatie) a CO_2 atmosferic de 5 ppm care s-ar echivala cu o inspiratie si o expiratie. Acest fenomen este urmare a diferentei intre suprafetele uscatului din cele doua emisfere.
- Procesele terestre sunt dominante in emisfera nordica astfel incat nivelul de CO_2 este redus atunci cand fotosinteza este intensa dar creste iarna cand respiratia depaseste valoarea energetica a productiei primare.
- Distributia si schimburile de carbon dintre oceane, continente si atmosfera sunt controlate de sistemele biologice.
- Mecanismele geologice au asigurat stocul initial de carbon accesibil primelor forme de viata.
- In prezent, viata (includem populatia umana!) controleaza stocurile de carbon.

CIRCUITUL AZOTULUI

Ciclul azotului exercita un considerabil control asupra productivitatii ecosistemelor. Dupa carbon si oxigen, azotul este al treilea element ca abundenta in moleculele biologice. Extragerea azotului din atmosfera este foarte dificila si plantele au recurs la o lata simbioza, cu grupe foarte vechi de **bacterii si actinomicete, fixatoare de azot**. Descarcările electrice din atmosfera pot determina formarea unei mici cantitati de nitrati care ajunge in sol odata cu ploaia.

- 2/3 din cantitatea de azot se gaseste in atmosfera ➔ este forma moleculara (N_2), inaccesibila plantelor – azot nereactiv.
- Radiatia solara si descarcările electrice pot converti o mica parte din acest azot molecular in
AZOT REACTIV :

Compusi anorganici reduși NH_3 , NH_4^+
 Compusi anorganici oxidati NO_x , HNO_3 , N_2O , NO_3^-
 Compusi organici - Uree, amine, proteine

Plantele preiau azotul în special sub forma de nitrati dar acesta este foarte solubil și ușor de spălat din sol. În climatele umede solul este sărac în azot și competiția pentru acest nutrient este puternică. Aceasta a dus la perfecționarea unor strategii de obținere a azotului necesar: plantele carnivore, simbioze cu microorganisme fixatoare de azot.

Bacteriile heterotrofe folosesc compuși organici ca sursă de energie mineralizând azotul organic la amoniu. Amoniu se poate evapora sau poate fi folosit de **bacteriile nitrificatoare**. Acestea fac parte din grupul chemoautotrofelor. *Nitrosomonas* transformă amoniul în nitrit (NO_2) care poate fi apoi oxidat la nitrat (NO_3) de *Nitrobacter*. Aceste două procese reprezintă **nitrificarea**. Nitratii care nu sunt preluați de plante suferă un proces de **denitrificare**. Aceasta constă dintr-o serie de reduceri determinate de bacterii din genurile *Bacillus* și *Pseudomonas* iar azotul este eliberat în formă gazoasă. **Denitrificarea** este un proces foarte important în mediile sărace în oxigen și este cauza scurtării ciclului azotului în solurile inundate sau cu exces de apă.

Anual, în atmosferă intra 60 milioane tone azot sub formă de oxizi rezultati din arderea combustibililor fosili.

Fixarea azotului

- procesele prin care azotul molecular trece în compuși organici. Cel mai comun este reducerea biologică a N_2 la NH_3 sau NH_4^+ .
- La nivelul continentelor predomină procesul de fixare de natură antropică.
- Temperaturile și presiunile mari din timpul arderii combustibililor fosili favorizează fixarea:
$$\text{N}_2 + \text{O}_2 + \text{energia arderii} = 2\text{NO}$$

Este realizată de bacterii și cianobacterii (alge albastre-verzi) care se găsesc în ecosistemele terestre și acvatice putând fi libere (folosesc detritusul organic ca sursă de energie) sau formând simbioze cu plantele. Ele au enzima **nitrogenaza** care desface molecula de azot și în combinație cu hidrogenul formează amoniul.

Bacteriile din genul **Rhizobium** sunt cele mai cunoscute fixatoare de azot. Ele supraviețuiesc în sol ca saprofite și infectează rădăcinile leguminoaselor formând noduli.

Alunul are de asemenea o relație simbiotică cu **Frankia**, o actinomicetă fixatoare de azot.

Cianobacteriile fixatoare de azot sunt foarte competitive în ecosistemele acvatice atunci când nivelul azotului scade dar crește nivelul altor nutrienți. Creșterea nivelului fosforului determină astfel înfloriri cu cianobacterii.

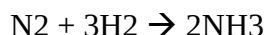
Bacterii simbiote fixatoare de azot:

- 1. simbioza *Rhizobium*-plante leguminoase → cel mai eficient sistem, introduce în sol 9 x 106 tN/an – jumătate din azotul fixat pe cale biologică!

- 2. simbioza *Rhizobium*-plante neleguminoase
- 3. simbioze asociative
- 4. simbioze foliare (bacterii care traiesc pe frunze)
- 5. actinorize (actinomicete simbiote cu plante neleguminoase)
- 6. cianobacterii simbiote , in asociere cu fungi, muschi, ferigi acvatice (*Azolla*, *Anabaena*), gimnosperme, angiosperme

Fixarea de natura antropica

- Procesul Haber-Bosch a inlocuit FBA ca proces principal de formare a azotului reactiv !!!



- Inventat la inceputul sec. XX si folosit pe scara industriala, in primul razboi mondial pentru producerea munitiei si apoi dupa 1950 pentru fertilizanti agricoli.
- Azotul provine din aer iar hidrogenul din metan; reactia are loc la temperatura si presiune mari, in prezenta unui catalizator metalic.

Mineralizarea azotului organic

Amonificarea

- A. etapa nespecifica – proteoliza efectuata de microorganisme heterotrofe banale; compusii organici complecsi sunt hidrolozati la molecule mai simple
- B. etapa specifica – degradarea pana la $\text{NH}_3 \rightarrow$ se elibereaza in atmosfera, se absoarbe temporar pe complexe argilo-humice, se transforma in NH_4^+ in conditii de anaerobioza (cea mai mare parte)

Nitrificarea

- Produsii rezultati din amonificare sunt oxidati la nitrati, usor de asimilat de plante
- A. oxidarea NH_3 – nitrit bacterii sau nitrosobacterii (*Nitrosomonas*, *Nitrosococcus*) $\rightarrow$ nitriti
- B. oxidarea nitritilor – nitrat bacterii (*Nitrobacter*, *Nitrococcus*)
- Procesul de nitrificare este aerob.

Denitrificarea

- Proces biologic efectuat exclusiv de bacterii: reducerea dezasimilatorie a nitratului sau nitritului la oxizi gazoni ca oxidul nitric (NO) sau oxidul nitros (N_2O); acestia pot fi redusi in continuare la N gazoni si eliminati ca atare in atmosfera. Simultan, are loc oxidarea materiei organice din mediu, cu producere de energie.

Oxigenul

Continutul de oxigen al atmosferei este strans legat de activitatea biologica. Practic toate organismele au respiratie aeroba, folosind capacitatea oxigenului de a ceda electroni si de a se cupla

cu hidrogenul pentru a desface moleculele de carbon care, într-un mod controlat pot elibera energia lor pentru procesele metabolice. Ciclul oxigenului este strans legat de ciclul carbonului.

Sulfur

Formează o mică parte a tesuturilor vii dar joacă un rol crucial în reglarea structurii aminoacizilor și proteinelor. În atmosfera dimetil-sulfidul produs de fitoplanctonul marin formează nucleii în jurul cărora apa se condensează formând picăturile de ploaie.

Sulfur este eliberat și ca hidrogen sulfurat prin acțiunea bacteriilor sulfat-reducătoare în condiții de anaerobioză. Anual se produc 100.000.000 tone din acest gaz din soluri, mări și sedimente de către bacteriile *Desulfotomaculum* și *Desulfovibrio*. Alte microorganisme din stratele oxigenate oxidează compușii sulfurului până la sulfati (bacteriile din genul *Thiobacillus*). Aceste chemoautotrofe folosesc compușii organici ca sursă de energie.

Concentrația sulfurului în aer a crescut datorită arderii carbonilor bogati în compuși cu sulfur. Dioxidul de sulfur emanat din zonele industriale poate fi transportat de vânturi la mari distanțe și determină ploile acide.

Ploile acide.

Nu sunt determinate doar de sulfur ci și de azot sub forma oxizilor. Odată cu reducerea emisiilor de sulfur prin îmbunătățirea tehnologiilor, oxizii de azot au devenit mai importanți. Depunerile acide reprezintă o problemă locală dar rezolvarea ei depinde de limitarea emisiilor globale în atmosferă.

Ploaia este în mod natural acidă deoarece apa dizolvă dioxidul de carbon din aer. Atunci când oxizii de sulfur și azot rămân în aer un timp îndelungat se dizolvă în apă și formează acizii sulfuric și azotic.

Dar input-ul de azot și fosfor poate avea efecte benefice în unele ecosisteme. În Europa, input-ul atmosferic de azot reprezintă 500% din cel provenit din sol și determină înflorirea plantelor din anumite comunități. Din nefericire, îndată ce plantele încep să înflorească intervin alte efecte. Multe plante care cresc pe soluri nisipoase ori calcaroase au nevoie de precipitații ca principală sursă de nutrienți (se numesc **ombrotrofe**) și sunt adaptate la concentrații reduse de nutrienți. Abundența azotului poate favoriza alte plante care invadează și concurează flora locală. Câmpurile ierboase se pot transforma dacă se află în apropierea unei surse de azot cum ar fi șoselele cu trafic intens.

Cresterea acidității solului mobilizează nutrienții și determină o creștere rapidă la începutul ciclului de vegetație dar ulterior acești nutrienți sunt insuficienți și devin factori limitanți ai creșterii.

Oxizii de azot care patrund prin stomate provoacă distrugerea frunzelor.

Circularea mai rapida a nutrientilor induce eutrofizarea apelor. Un efect de termen lung al acidifierii este cresterea disponibilitatii unor metale, mai ales aluminiul care devine toxic atunci cand se concentreaza in plante si animale.

Lacurile scandinave au avut mult de suferit din cauza acidifierii. Vanturile dominante au adus aici poluanti din Europa. Padurile de conifere si stratul subtire de sol n-au avut capacitatea de a tampona aciditatea crescuta. Lacurile au saracit in peste iar padurile s-au uscat. S-au incercat tratamente cu calciu pentru reconstructia ecologica.

Fosforul

Desi rezervele de apatita depasesc 200 miliarde tone, rata de reciclare prin eroziune si spalare este doar de 100 milioane tone per an.

Marea este cea mai bogata sursa de fosfor. Pasarile ihtiofage reprezinta veriga de legatura cu ecosistemele terestre prin depozitele de guano pe care le formeaza.

Fosforul intra in lanturile trofice prin fotosinteza planctonului si plantelor superioare. Un atom de fosfor poate ramana cativa ani in organismul unui animal si pana la 100 ani in tesuturile unui copac. Dupa moartea organismelor poate fi reciclat sau imobilizat in sol ori sedimente. Sulfurile de fier din sol imobilizeaza fosforul prin formarea unor combinatii insolubile.

Microorganismele si fungii au un rol important in reciclarea fosforului. **Micorizele** unor plante (myco = fung, rhiza = radacina) reprezinta asociatii de tip simbiotic. Planta asigura ciupercii zaharuri si alti nutrienti iar aceasta furnizeaza fosforul. De asemenea, micoriza asigura mentinerea umiditatii in jurul radacinii. Micorizele sunt folosite in reconstructia ecologica.



11.3. Rezumat

Sa retinem din acest curs!

Carbonul este elementul structural al vietii;

Circuitul carbonului este strans legat de FLUXUL DE ENERGIE;

Sub forma CO₂ si CH₄, carbonul participa la mentinerea conditiilor fundamentale necesare vietii, prin EFECTUL DE SERA

Azotul, prezent in cantitate mare in atmosfera, este reciclat prin procese predominant microbiene

Omul influenteaza din ce in ce mai mult aceste circuite.



11.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor



Tema de rezolvat:

Ecosistemele naturale pot acumula mai mult C dacă au la dispoziție mai mult CO₂?

Surplusul presupus va rămâne o perioadă suficient de lungă?



11.5. Bibliografie recomandată

- a. Lupei N, 1977: Biosfera. – București. Editura Albatros
- b. Mărgineanu D.G. 1992 Energetica lumii vii. Casa de Editură “Edimpex-Speranța”, București, 158 pp

Capitolul 12.

DINAMICA ECOSISTEMULUI (SUCCESIUNEA ECOLOGICĂ)



12.1. Introducere

În cadrul acestui capitol este prezentată dinamica ecosistemului.

Durata medie de parcurgere a acestui capitol este de aproximativ 2 ore.



12.2. Conținut

Această noțiune a fost elaborată pe baza cercetării vegetației din ecosistemele terestre (Clements, 1916) apoi s-a extins foarte mult, determinând o serie de confuzii în privința definiției acestui proces. Chiar la nivelul ecologiei râurilor a apărut noțiunea de *succesiune longitudinală* care desemnează schimbările structurii comunităților apelor curgătoare de la izvoare spre vărsare. Această succesiune nu are nici-o legătură succesiunea ecologică.

Succesiunea 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 alte caracteristici structurale și funcționale.

Succesiunea 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.

În privința succesiunii ecologice există o diferență între ecosistemele de tip ape curgătoare și ecosistemele terestre sau cele lacustre.

Succesiunea 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;

- Pătura superficială a unui lac sau a unei mări, îmbogățită brusc în săruri minerale, ceea ce favorizează un bloom algal
- 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

Speciile colonizatoare se caracterizează prin strategie demografică de tip ***r***, sunt capabile de o exploatare rapidă a resurselor, pot suporta rate ridicate ale mortalității și variații numerice mari. În privința acestor specii se manifestă un **control extern**. Diversitatea este redusă, comunitatea este dominată de câteva **specii oportuniste**. Biomasa formată urmează în principal două destinații:



- * se acumulează ca necromasă și ecosistemul evoluează
- * este exportată (prin fenomene fizice sau prin intermediul consumatorilor) iar ecosistemul rămâne în stadiul juvenil; în acest caz avem de-a face cu **circuite “deschise” ale nutrienților**

Maturarea ecosistemului. Dacă acele condiții care au permis apariția unei comunități 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, se reduc intrările de nutrienți 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 comunității pioniere
- * crește complexitatea comunității: primele plante apărute constituie resursa trofică pentru fitofagi șamd
- * diversificarea nișelor ecologice
- * se dezvoltă un ecosistem propriu-zis, cu un **control intern** al proceselor sale
- * apar tot mai multe specii cu strategie de tip ***k*** iar speciile pioniere sunt eliminate
- * scade cantitatea de biomasă și se diminuează producția brută
- * se dezvoltă și devin eficiente circuite locale ale nutrienților; circuitele scurte tind să se transforme în circuite lungi
- * crește diversitatea specifică

PROCES	ECOSISTEM JUVENIL	ECOSISTEM MATUR
Strategia populațiilor	<i>r</i>	<i>k</i>
Număr de specii	diversitate redusă	diversitate ridicată
Productivitate	mare	redusă

Raportul dintre energia de creștere și multiplicare și energia pentru supraviețuire	valoare mare	valoare redusă
Raportul dintre producția nouă și producția de regenerare	valoare mare	valoare redusă
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
Piramida trofică	lată și scundă	îngustă și înaltă
Capacitatea de refacere a populațiilor	rapidă	lentă
Controlul proceselor	exterior	interior
Ciclul nutrienților	deschis	închis

Evoluția regresivă a unui ecosistem sub acțiunea stress-ului. Restructurarea sau întinerirea ecosistemului

Există 4 mari categorii de agresiuni:

- a. modificarea mediului fizic
- b. distrugerea biomasei
- c. supraexploatare
- d. aport masiv de nutrienți care dezechilibrează sistemul

Ca urmare se instalează un stadiu pionier.

Sucesiunea ecologică secundară în ecosistemele terestre

În cazul unei păduri de amestec, stejar-pin, 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).

1. În primul și al doilea an în comunitățile nou instalate domină buruienile anuale. *Digitaria* este principala specie în primul an și *Rumex* (măcriș) în al doilea an.

2. După primul an plantele perene formează o pajistă în care domină la început *Solidago*, în timp ce *Andropogon* și alte ierburi devin dominante mai târziu (în timp de 15-20 de ani)

3. Stadiul de pajistă este urmat de un stadiu de tufărișuri, de la 15-20 ani la 30-35 ani, dominat la început de tufărișuri mici (specii de afin - *Vaccinium*) apoi de tufărișuri mai înalte (*Quercus ilicifolia*-stejarul ursului). Dacă succesiunea începe pe un teren abandonat stadiul de tufărișuri poate lipsi și se derulează direct stadiul copacilor (pin); în cazul succesiunii care se declanșează după un incendiu poate lipsi stadiul de pajistă.

4. După 30-35 de ani copacii devin dominanți se formează o pădure tânără cu tufărișuri.

5. 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 cursul succesiunii nu se realizează doar o modificare la nivel calitativ a structurii biocenozelor, ci și la nivel cantitativ: productivitate, biomasă, raportul între nutrienți etc.

Astfel, producția primară netă este redusă în cazul succesiunii de la stejar la pin (doar 175g/m²/an), crescând apoi până la un nivel stabil de 500g/m²/an în stadiul de pajistă. Biomasă este redusă în stadiul de ierburi și apoi începe să crească odată cu acumularea de țesut lemnos în structurile tufărișurilor și copacilor. Diversitatea speciilor crește destul de târziu, spre stadiul de ierburi, descrește apoi în stadiul de tufărișuri (14-20 ani), înregistrează o nouă creștere în faza de pădure tânără (50 de ani) și marchează o descreștere lentă până în stadiul final de climax.



În ciuda diferențelor, în derularea succesiunii ecologice există totuși 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 stocul de nutrienți reținuți în vegetație și în sol
4. Crește producția, se accelerează rata formării materiei organice pe unitatea de suprafață (odată cu dezvoltarea solului și a structurii comunităților) și crește eficiența utilizării resurselor de mediu de către comunitățile existente
5. Crește înălțimea vegetației și gradul de acoperire asigurat de covorul vegetal, iar microclimatul este în mare parte determinat de caracteristicile comunității.
6. Diversitatea speciilor crește de la comunități simple la structuri biocenotice tinere și apoi spre comunități bogate în specii (în fazele târzii ale succesiunii)

7. Populațiile își sporesc efectivele și se înlocuiesc unele pe altele de-a lungul gradientului temporal într-o manieră asemănătoare cu cea manifestată de comunitățile stabile de-a lungul gradientilor de mediu. Rata acestei înlocuiri este redusă, realizându-se trecerea, în cursul succesiunii, de la speciile cu ciclu de viață scurt la cele cu ciclu de viață lung

8. Relativa stabilitate a comunităților crește. Stadiile tinere sunt instabile cu populații care se înlocuiesc rapid unele cu altele. Comunitatea finală este de obicei dominată de specii de plante cu ciclu lung de viață.

Succesiunea ecologică în ecosisteme lacustre

Ecosistemele acvatice, în special cele lacustre, se caracterizează printr-o succesiune alogenă, dependentă de resurse provenite din alte ecosisteme ale bazinului de alimentare; practic, este vorba de o inversare a sensului succesiunii ecologice în comparație cu cea din ecosistemele terestre. În timp, pe măsură ce ecosistemele terestre devin mature are loc o creștere a diversității:

În cazul aceluiași proces temporal, lacurile suferă o scădere a diversității ca urmare a creșterii concentrației de nutrienți.

Tocmai această constatare ridică unele întrebări în privința fazelor de evoluție trofică a lacurilor, considerate ca faze ale succesiunii.

Uneori se consideră că lacurile oligotrofe sunt faze incipiente ale succesiunii, dar structura biologică arată că acestea nu se potrivesc cu fazele incipiente ale succesiunii din ecosistemele terestre, pentru că raportul P/B este scăzut, nutrienții din apă sunt încorporați în biomasă. Toate aceste trăsături sunt caracteristice pentru faza de maturitate caracteristică ecosistemelor terestre.

Aceste lacuri se mențin în stare oligotrofă pentru că bazinul de alimentare furnizează o cantitate mică de nutrienți.

În lacurile aflate în faza de eutrofie fauna este săracă, ceea ce arată mari diferențe față de fazele de maturitate din ecosistemele terestre.

De aceea este mai corect ca termenii de oligotrof, mezotrof sau eutrof să fie folosiți cu referire la calitatea apei și nu la fazele succesiunii ecologice.

Succesiunea ecologică în râuri

Un corolar al ipotezei **continuum**-ului **lotic** derivat din literatura geomorfologică este acela ca studierea sistemelor biologice stabilite într-un sistem fizic dinamic echilibrat poate fi văzută într-un mod independent de timp. În contextul strategiilor adaptative și proceselor continue care au loc în lungul râului, schimbarea temporală devine un proces lent al driftului evolutiv. Incorporarea unor noi componente în cadrul comunităților, în timpul evolutiv, necesită o ajustare eficientă către reducerea pierderilor de indivizi din populație datorate antrenării în aval de curentul apei. În

sistemele lotice naturale comunitatea câștigă și pierde specii ca răspuns față de unele posibile evenimente catastrofice și ca răspuns la rata de dezvoltare a albiei.

Conceptul invarianței de timp permite integrarea structurii și funcției comunității în lungul râului, fără a avea impresia că stadiile succesionale pot fi observate într-un anumit loc și într-o serie dependentă de timp. Conceptul succesiunii ecologice (Margalef, 1960) este puțin aplicabil pentru râuri deoarece comunitățile au o continuitate "ereditară" și nu au o compoziție temporală în cadrul unei secvențe de stadii succesionale discrete. De fapt, subsistemele biologice se află în echilibru cu sistemul fizic în acel punct al continuum-ului. Conceptul eredității arată că în sistemele lotice naturale populațiile sunt rareori absente și subsistemele biologice sunt separate spațial și nu în sens temporal, ca în succesiunea plantelor.

Pe o scară de timp evolutivă, separarea spațială are doi vectori: unul în aval implicând cele mai multe insecte acvatiche și unul în amonte implicând moluște și crustacee. Deoarece maximul interfeței terestru-acvatic are loc la izvoare se pare că tranziția de la uscat la apă a avut loc întâi aici cu forme acvatice mutându-se apoi progresiv în aval.

Există ecosisteme în care succesiunea ecologică nu se manifestă?

Există câteva categorii de ecosisteme care nu au beneficiat de cercetări în privința procesului succesional: ecosistemele cavernicole, ecosistemele de ape temporare și izvoarele termale.

În cazul ecosistemelor cavernicole și a izvoarelor termale, datorită condițiilor de biotop care permit doar existența speciilor care au anumite adaptări ultraspecializate, succesiunea ecologică nu apare, mai ales că limitele de toleranță ale acestor specii sunt foarte înguste și condițiile de biotop foarte stabile. Succesiunea ecologică este determinată de modificarea permanentă a biotopului de către biocenoză, ceea ce nu se întâmplă în aceste tipuri de ecosisteme pentru că, condițiile de biotop sunt relativ constante.

Apele temporare sunt populate predominant de colonizatori, care întrunesc unele adaptări ce permit desăvârșirea dezvoltării lor și în general nu sunt specii care să trăiască numai în aceste ape. Imigranții vin pentru a se hrăni sau a depune pontele, iar când apa seacă, pleacă. Acest proces care are loc la nivelul bălților temporare nu poate fi echivalat cu cel al succesiunii ecologice pentru că avem de-a face cu o altfel de cauzalitate.

Stadiul de climax

Comunitatea matură, care marchează finalul succesiunii ecologice se numește **climax**. Ideea centrală a conceptului este legată de relativa stabilitate a comunității. **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**.

În primul rând, populațiile speciilor care alcătuiesc biocenoza ar trebui să fie în echilibru dinamic: existența unui echilibru între rata natalității și mortalității, deci între intrările de indivizi prin reproducere și ieșirea de indivizi prin moarte. Dat fiind acest echilibru în populație, compoziția în specii la climax rămâne stabilă.

Speciile de plante trebuie să fie "tolerante" în sensul în care ele sunt capabile să se reproducă și să crească în umbra plantelor deja prezente.

Producția comunității ar trebui să fie la nivelul de echilibru, cu un total al producției primare brute egalată de respirație sau moartea materiei organice formate.

Un alt aspect al echilibrului dinamic este legat de absorbția nutrienților din sol prin rădăcini și returnarea lor solului prin litieră și prin alte procese. Când toate acestea sunt în echilibru, stocul de nutrienți al comunității este în echilibru dinamic. În același timp, materia organică din sol este în echilibru dinamic, cu o rată a descompunerii materiei o care echilibrează rata de formare.

Comunitatea de tip climax este văzută ca un sistem deschis, în echilibru dinamic, în care organismele individuale, energia, nutrienții și materia organică "curg" în timp ce comunitatea rămâne relativ constantă în timp. Comunitatea climax se automenține: adaptată la o funcționare în echilibru dinamic în relație cu condițiile de mediu, *potențial* nemuritoare dacă nu este deranjată.

Acesta reprezintă conceptul de climax însă aplicarea la comunitățile din natură nu este simplă. Avem nevoie să considerăm comunitatea climax ca fiind definită, recunoscută și interpretată. În primul rând există o problemă a definirii, în sensul criteriilor prin care comunitatea climax poate fi departajată de comunitățile succesionale care au precedat-o. Climax-ul ar trebui să fie mult mai stabil, dar nu întotdeauna se întâmplă așa. Unele comunități succesionale (de exemplu, lichenii de pe pietre în timpul stadiilor tinere a succesiunii primare) ni se par mult mai stabile decât unele comunități climax (cum este preria). Putem spune doar că stadiul de climax este relativ stabil în comparație cu stadiile succesionale care îl preced și aceste schimbări în comunitățile climax variază în jurul mediei. Se poate defini climax-ul și prin realizarea nivelelor maxime a tendințelor succesionale: producția, biomasa, stocul de nutrienți, diversitatea speciilor, dezvoltarea solului și dominanța speciilor climax. Problema este că aceste nivele maxime ale proceselor menționate sunt atinse la momente diferite de timp.

Producția și diversitatea maximă pot exista în timpul succesiunii și speciile climax pot fi dominante înainte ca biocenoza să atingă întreaga mărime, biomasă și conținut al nutrienților. Maximum-ul de biomasă este utilizat cel mai adesea în definirea statutului de climax.

Există și ecologi (Tansley a introdus această idee) care susțin existența **policlimaxului**, deci a climaxului multiplu. După această concepție caracteristicile stadiului atins nu depind numai de condițiile climatice, ci și de structura solului, de substanțele minerale din sol, de expoziția terenului, de fauna locală. Deoarece acești factori variază în cadrul aceleiași regiuni climatice, evident că și

stadiul de climax se va realiza în moduri diferite, deci vor fi climax-uri diferite. Gradul de stabilitate a biocenozei și a ecosistemului, în această fază, sunt încă probleme nerezolvate. Faptele arată că în această fază, stabilitatea este mai mare decât în altele, dar nu se poate vorbi de o anumită “fixitate” a caracteristicilor ecosistemului, deci este greu de acceptat că stadiul de climax este ultimul stadiu al existenței unui ecosistem.

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

Îmbătrânirea ecosistemelor

Și în acest caz are loc o pierdere de structură: se păstrează un anumit număr de specii care se controlează reciproc în mod strict; scade biomasa și se reduce numărul de specii.

Biocenoza costieră cu *Fucus* manifestă fenomenul de îmbătrânire datorită menținerii pe o perioadă lungă a centurii de alge.

Arborii de 40-60 m din pădurea tropicală inhibă celelalte specii vegetale.

Senescența este o maturare extremă a ecosistemului.

Acțiunea omului determină succesiunea ecosistemelor

Destructurarea ecosistemelor exploatate: apariția agrosistemelor. Aceasta se realizează prin defrișare, eliminarea speciilor considerate inutile, practici de creștere a producției nete, selecția genotipurilor utile.

Întreținerea unui facies natural

Exploatarea biomasei

Concluzii

Cunoașterea stadiilor succesionale ale unui ecosistem este foarte importantă pentru ca exploatarea producției biologice să se facă pe principiul dezvoltării durabile, asigurând astfel funcționarea pe termen lung a sistemelor ecologice.

Pe de altă parte, speciile valoroase din punct de vedere economic sunt caracteristice fazelor timpurii ale succesiunii ecologice, și nu celor târzii. Nu se pot generaliza fazele succesiunii și nici modificările structurale, funcționale și informaționale pentru toate tipurile de ecosisteme, mai ales că fiecare dintre acestea au particularități morfo-structurale. De asemenea, de obicei sunt cuantificate doar fazele incipiente și târzii ale succesiunii și mai puțin parametrii care ar defini stadiile intermediare.



12.3. Rezumat

Sa retinem din acest curs!

Ecosistemele sunt structuri dinamice care, in timp, sufera diverse modificari, fie naturale fie induse antropic. Fazele sucesionale reprezinta adaptari la conditiile variabile ale mediului si fiecare faza are numite caracteristici. Cunoasterea tendintelor sucesionale permite prognozarea modificarilor care pot avea loc la nivelul ecosistemelor.



12.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor



Tema de rezolvat: realizati o schita a fazelor sucesionale posibile intr-un ecosistem agricol. Tineti cont de particularitatile acestui tip de ecosistem!



12.5. Bibliografie recomandată

- a. Whittaker R.N., 1972: Communities and Ecosystems. - London: Macmillan Comp.

Capitolul 13.

STABILITATEA ECOSISTEMELOR. MATRICEA ECOLOGICA A ROMÂNIEI



13.1. Introducere

În cadrul acestui capitol sunt prezentate: stabilitatea cantitativă a biomasei și fluxurilor și matricea ecologică a României, fundamentul natural al dezvoltării durabile

Durata medie de parcurgere a acestui capitol este de aproximativ 2 ore.



13.2. Conținut

Toate sistemele biologice manifestă tendința de auto-conservare și depind de fluctuațiile mediului și de fluctuațiile interne. Aceasta este consecința directă a structurii și modului lor de funcționare.

Totuși, se pune următoarea întrebare: modificarea sistemului ca urmare a unei perturbări va determina de fapt apariția unui alt sistem ? Este posibil ca sistemul să rămână practic neschimbat? Care este **punctul de catastrofă** care determină transformarea sistemului?

Din punct de vedere ecologic, schimbarea are loc la nivelul speciilor (dispariții și apariții), vicarianță, structură de "așteptare"; în schimb, fluxul de energie și biomasa totală pot rămâne la valori constante.

Stabilitatea cantitativă a biomasei și fluxurilor

O specie cu strategie **r** care se dezvoltă ca urmare a succesiunii primare determină, la o biomasă egală, un flux de energie foarte intens. Dimpotrivă, dominanța speciilor cu strategii de tip **k** determină un flux de energie mai lent, o bună parte din energia disponibilă fiind folosită pentru întreținerea structurilor de menținere a vieții (*energie auxiliară secundară*).

Stabilizarea fluxului de energie este necesară pentru echilibrarea bugetului de energie-substanță. Fluxul de intrare și fluxul de ieșire nu sunt matematic legate între ele astfel că fluctuațiile unuia sau altuia pot duce la epuizarea unei resurse locale sau, dimpotrivă, la o acumulare locală (de exemplu, acumularea de materie organică nedegradată, ca urmare a eutrofizării).

Un sistem stabil din punct de vedere cantitativ admite fluctuații mici ale parametrilor de stare față de o valoare medie. Fiecare fluctuație determină un fel de "contra-fluctuație" (o forță de rapel) în sens opus.

Stabilitatea poate fi văzută astfel:

- stabilitate punctuală, față de un punct de echilibru cu valoare de atractor
- stabilitate ciclică față de un atractor în formă de curbă
- stabilitate într-un atractor "straniu", cu alură haotică

Relația dintre diversitate și stabilitate

Noțiunea de stabilitate cantitativă este destul de ambiguă. Ideea simplificatoare a unei corelații generale dintre diversitate și stabilitate are la origine o observație: ecosistemele exagerat simplificate au puține specii și implicit puține mecanisme de control și pot suferi fluctuații cantitative importante în comparație cu ecosistemele mult mai diverse.

Un ecosistem de tip monocultură nu beneficiază de o stabilitate proprie. Intervenția omului, atacurile de dăunători ori dezvoltarea buruienilor determină variații foarte mari ale biomasei. Dacă un agrosistem este lăsat în paragină atunci el tinde spre diversificarea structurii ca în cele din urmă să revină la vegetația naturală.

Ecosistemele cele mai diversificate ale planetei, pădurile tropicale și recifii de corali au o mare stabilitate a biomasei totale dar se pare că în privința compoziției specifice prezintă fluctuații.

Pădurile din zonele temperate reci manifestă în aparență o mare stabilitate atâta timp cât intervenția umană nu este prea puternică. Pădurile bătrâne au o diversitate specifică mai redusă în comparație cu cele tinere.

O mare stabilitate o manifestă formațiuni vegetale monospecifice din habitate sărate ori din tundră.

Simularea pe calculator a unui ecosistem complex a evidențiat un aspect paradoxal: *un sistem foarte complex este prea puțin stabil*. Din această cauză, unii ecologi consideră că sistemele simple sunt foarte stabile. Pentru a analiza diferite tipuri de stabilitate trebuie lămurite câteva proprietăți ale sistemelor complexe:

- ❖ *conectanța* reprezintă proporția de legături formate între specii și compartimente în raport cu numărul de legături posibile calculate din punct de vedere matematic. Această proporție este de aproximativ 10%
- ❖ *organizarea ierarhică a rețelelor de interacțiune*: o mică comunitate de specii puternic interconectate formează un sistem bine integrat și stabil. Un asemenea ansamblu de specii puțin numeroase dar foarte asociate dinamic (pradă-prădători-competitori-paraziți) dă impresia unei entități relativ autonome (de exemplu o specie vegetală cu animalele

ei și criptogamele asociate). Ierarhia interacțiunilor este asociată ierarhiei structurilor spațio-temporale ale sistemului.

- ❖ *istoricitatea*: sistemul a apărut în urma unei evoluții, prin hazard.
- ❖ *o limită în organizarea rațională a ecosistemului (barocul naturii, în sensul lui Margalef)*: în natură există o diversitate mult superioară celei necesare, existând specii care nu sunt indispensabile pentru funcționarea ecosistemelor.

Reziliența

Reprezintă de fapt permanența rețelei de interacțiuni: alternanța speciilor redundante în funcție de fluctuațiile mediului sau alternanța speciilor în funcție de rolul lor ca resursă trofică ori ca predatori.

Strategii cenotice

Adaptarea demografiei speciilor la caracteristicile sistemului constituie o strategie cenotică.

Strategia i (de la individ) caracterizează comunitățile cu diversitate redusă, cu lanțuri trofice simple. Ecosistemul supraviețuiește datorită existenței unor specii cu reacție rapidă: multiplicare intensă după o mortalitate în masă; redundanță genetică mare și capacitatea de a produce indivizi noi din punct de vedere genetic

Strategia s (de la specie) se caracterizează prin existența a numeroase specii; aici este vorba de redundanța speciilor și nu a genotipurilor. Menținerea unei rezerve permanente de specii implică existența unor mecanisme de protecție, deci o strategie demografică de tip *k*.

Robustețea

Există o a treia formă de persistență a unui ecosistem, atunci când condițiile de mediu sunt foarte agresive și unele specii sunt excluse. Cele rămase sunt selectate în funcție de rezistența lor față de perturbații. Ecosistemul rezultat este mult simplificat și reziliența sa depinde de robustețea speciilor rămase. Exemple:

- ❖ menținerea condițiilor agresive în permanență determină rămânerea într-un stadiu de tip pionier (inundații permanente, upwelling) și dă impresia unei stabilități cantitative ca urmare a saturării biotopului (datorită capacității speciilor de a se multiplica rapid). Aici este vorba despre o altă proprietate și anume **elasticitatea** sau capacitatea de refacere rapidă a biomasei după o perturbare. Astfel, după trecerea unui ciclon, comunitatea situată în amonte într-un estuar și formată din puține specii adaptate la variații mari ale salinității, se reface mult mai repede decât cea din aval, formată din mai multe specii dar mai puțin tolerante.
- ❖ un facies paucispecific este legat de îmbătrânire și destructurare: un stajăriș este robust și longeviv și inhibă alți arbori sau vegetația ierboasă

- ❖ cazul agrosistemelor: sunt evident destructurate în comparație cu ecosistemele naturale

Matricea ecologică a României, fundamentul natural al dezvoltării durabile

Marile schimbări care au avut și au loc în tehnologie și în modurile de producție au determinat o deteriorare profundă a relației dintre societatea umană și ecosistemele naturale. În perioada de la începuturile dezvoltării, populațiile umane își procurau hrana și alte resurse prin vânătoare, pescuit și culegerea fructelor și rădăcinilor. Disponibilitatea și distribuția acestor resurse fundamentale le limitau însă abundența și răspândirea; vânătorii-culegători erau verigi componente ale lanțurilor trofice naturale.

Odată cu dezvoltarea agriculturii, care a permis formarea aglomerărilor umane în zone cu productivitate ridicată (soluri fertile și precipitații abundente) s-a redus și dependența omului față de stocurile naturale de plante și animale. “Independența” față de aceste resurse naturale primare a crescut pe măsură ce s-au dezvoltat sistemele de irigații și de completare a stocurilor de nutrienți din sol. A urmat apoi implementarea tehnologiilor de conservare a rezervelor de hrană ceea ce a permis extinderea zonelor locuite și situarea acestora la o depărtare tot mai mare de terenurile agricole.



Astfel, s-a redus (aparent!) tot mai mult interdependența dintre sistemele ecologice și sistemul socio-economic ceea ce a determinat necesitatea planificării utilizării resurselor naturale pe baze ecologice.

Subliniem caracterul relativ al acestei modificări: sistemele socio-economice pot fi analizate sectorial, se poate planifica dezvoltarea acestora dar, în orice conjunctură, ele sunt sisteme componente ale marilor complexe de sisteme ecologice.

Procese ecologice se desfășoară la diferite scări de timp, ecosistemele suferind diverse modificări. Procesele metabolice se derulează într-un timp foarte scurt, de la câteva secunde la câteva minute; decompunerea materiei organice are loc în intervale de la câteva ore la câteva zeci de ani iar pentru formarea solului sunt necesare zeci și chiar sute de ani. În plus, ecosistemele prezintă schimbări de la un sezon la altul și de la un an la altul, ca urmare a variațiilor climatice iar pe termen lung au loc modificări de tip succesional (Tudorancea și Tudorancea, 2000).

Activitățile umane care duc la alterarea componenței comunităților sau modifică circuitele biogeochimice pot deturna sensul succesiunii ecologice cu efecte pentru următoarele decade sau chiar secole.

Această concluzie are implicații importante pentru modul de folosință a terenurilor. În primul rând trebuie ținut seama de faptul că structura și funcțiile unui sistem ecologic reprezintă și consecințele evenimentelor istorice și condițiilor caracteristice deceniilor și secolelor anterioare. Astfel, speciile unui ecosistem sau caracteristicile solului pot reflecta condițiile în care avea loc în trecut exploatarea terenului. Înțelegerea naturii unui ecosistem este condiționată de obținerea de

informații cu caracter istoric (răspunsurile acestuia față de modificările în folosința terenului); pe de altă parte, posibilitățile viitoare de exploatare ar putea fi limitate din cauza modului curent de folosință a terenului (Odum, 1993).

În al doilea rând, efectele activității umane se manifestă în totalitate abia după o perioadă de câțiva ani, această “întârziere” fiind urmarea scurgerii timpului necesar pentru propagarea efectului de la o componentă la alta a sistemului ecologic. De exemplu, modificarea intrărilor de nutrienți afectează creșterea plantelor și componenta în specii; la niveluri trofice superioare ori în privința rezervelor de nutrienți și a materiei organice din sol, aceste efecte se manifestă mult mai lent.

În al treilea rând, o anumită modalitate de folosință a terenurilor va influența timp de decenii sau chiar secole gospodărirea acestora. Chiar după ce un anumit tip de management a fost abandonat, modelul impus va persista peste ani: tăierile în sistem extensiv de pe un teritoriu împădurit vor determina ca la scara complexului de ecosisteme (*landscape*) anumite procese să continue mult timp după ce extragerea de lemn a fost oprită. La fel se întâmplă în cazul construcției de șosele sau în cazul acțiunilor prin care sunt controlate focul ori inundațiile: efectele au o latență îndelungată. Revenirea rapidă la condițiile inițiale nu este posibilă și nici nu trebuie să sperăm că va avea loc vreodată.

La o scară mare de timp au loc perturbări periodice (cu o frecvență foarte mică, de pildă odată la câteva zeci sau chiar la 100 de ani) care nu pot fi observate sau cuantificate decât pe parcursul mai multor generații.

Având în vedere că dezvoltarea ecologiei în sensul abordării scărilor spațio-temporale este destul de recentă, este normal ca multe din considerațiile privind comportamentul sistemelor ecologice să fie teoretice. Există puține date și informații vechi, credibile și verificabile, pe baza cărora să putem aprecia felul în care a avut loc schimbarea unui sistem ecologic pe o perioadă lungă de timp.

Astfel, prognozele pe termen lung privind variațiile și modificările în structura și funcțiile ecosistemelor sunt foarte greu de realizat.

Viața noastră a devenit dependentă de progresul tehnologic. Am devenit consumatori eficienți ai resurselor dar am crescut sensibil presiunea supra sistemelor ecologice, sisteme-suport ale vieții. De fapt, ceea ce obținem zi de zi este scăderea calității vieții (Ricklefs, 1993),

MATRICEA ECOLOGICĂ

Menținerea în stare optimă, productivă, a terenurilor cultivate, dezvoltarea fermelor de animale și întreținerea zonelor urbane și rurale ca și a sistemelor de căi ferate și a celor rutiere constituie obiective strategice ale oricărei guvernări.

Analizând modul de folosire a suprafeței României ies la iveală și zonele naturale, mai mult sau mai puțin afectate de sistemul socio-economic. Acestea reprezintă “refugiile” celor mai

multe specii sălbatice de plante și animale care, la sfârșitul ultimei perioade glaciare au alcătuit flora și fauna României. România apare astfel ca un fel de matrice formată din zone (ecosisteme) naturale în ochiurile căreia sunt localizate zone (ecosisteme) antropizate.

Patrimoniul natural sau capitalul natural al României s-a constituit ca urmare a evoluției condițiilor climatice, geomorfologice și geologice și a dispersiei speciilor de plante și animale în postglaciar (Drugescu, 1994). Acest patrimoniu cuprinde:

- ❖ Specii sălbatice de plante și animale;
- ❖ Soiuri ale plantelor de cultură și rasele animalelor domestice;
- ❖ Ecosisteme naturale și seminaturale (păduri, pajiști cu diferite funcții –pășuni, fânețe – zone umede, ape curgătoare, peșteri, ape subterane, Marea Neagră;
- ❖ Ecosisteme antropizate: terenuri agricole, ferme, pepiniere.

În privința modului de gestionare, patrimoniul natural se diferențiază astfel:

- ❖ Terenuri menținute în regim natural: rețeaua națională de arii protejate;
- ❖ Terenuri aflate în regim seminatural: păduri exploatare, pajiști de tip pășune sau fâneță, lucii de apă folosiți pentru pescuit;
- ❖ Terenuri aflate în regim artificial: suprafețele agricole lucrate permanent.

62% din teritoriul țării are caracter agricol dar din acest procent, mai mult de un sfert este alcătuit din pajiști și fânețe montane naturale. Totodată, pășunile amenajate, luncile folosite pentru animale și terenurile degradate care evoluează în regim natural “scad” la aproximativ 30% suprafața arabilă, deci cea care este controlată și dirijată de om.

Pădurile ocupă aproape 27% din teritoriu: 67% în zonele montane, 25% la deal și 8% la câmpie (Giurgiu, 1995). Cele mai multe sunt ecosisteme aflate în regim de exploatare, conform legislației în vigoare care prevede și măsuri de conservare și refacere. 35% din suprafețele împădurite reprezintă plantații.

Din stepele și mlaștinile de odinioară au rămas cel mult 10%, ceea ce reprezintă un procent foarte mic din suprafața țării.

Astfel, “matricea” naturală a României cuprinde multe ecosisteme degradate ceea ce influențează negativ diversitatea speciilor de plante și animale autohtone.



Cuantificarea diversității speciilor sălbatice de plante și animale a fost obținută pe baza unor date calitative, de tipul prezență/absență, datele cantitative fiind foarte sărace. Orice specie este formată, în teritoriul ei de răspândire (areal) de un număr oarecare de mulțimi de indivizi, numite populații. Estimarea nivelului numeric al populațiilor este o acțiune foarte dificilă, mai ales în cazul speciilor de nevertebrate (mulți indivizi, de dimensiuni mici, greu de observat).

Există date cantitative în privința speciilor de vânat sau în privința unor specii rare ale căror populații au un număr mic de indivizi. De exemplu, avem în România, în acest moment, 3000 de lupi, 1800-2000 de râși, 5600 de urși (Manoleli și colab., 2003) și numai câteva exemplare dintr-o specie foarte rară de pești, *Romanichthys valsanicola*, izolate într-o mică porțiune a râului Vâlsan.

Desigur, avem totuși o imagine a acestor resurse naturale regenerabile a căror valoare trebuie înțeleasă atât din punct de vedere ecologic cât și economic. Câteva specii de arbori (conifere - molidul, bradul și foioase – mai ales fagul) constituie o resursă de tip extractiv, prețul acesteia fiind stabilit de piața lemnului. Speciile de vânat și pescuit fac parte din această categorie, prețul exemplarelor fiind determinat de taxele de vânatoare și pescuit dar și de amenzi pentru braconaj. Tot aici putem încadra și plantele medicinale, melcii de grădină colectați pentru export ori lipitoarea medicinală, de asemenea pentru export. Dacă în privința lemnului, vânatului și peștelui pescuit există nu numai reglementări de exploatare dar și infrastructura care să asigure protecția și conservarea (nu comentăm aici eficiența infrastructurii), în schimb, multe alte specii sunt exploatate exclusiv pentru obținerea unui profit imediat, neexistând măsuri de conservare.

Acordarea unei valori economice speciilor sălbatice este o chestiune extrem de dificilă: această valoare este, pentru cele mai multe dintre ele, una “teoretică”, neputându-se include o valoare de extracție sau de consum. Majoritatea speciilor despre care discutăm nu reprezintă bunuri care se pot vinde direct sau indirect, deci ele nu fac obiectul pieței. Valoarea constă în serviciile pe care le oferă dar pentru înțelegerea acestei oferte trebuie să privim speciile nu individual ci ca elemente componente ale unor comunități vegetale sau animale care sunt caracteristice anumitor tipuri de habitate.

Zonele umede (*wetland*) constituite din mlaștini și bălți adăpostesc comunități foarte bogate de plante acvatice și de animale terestre și acvatice sau amfibii. Exceptând câțiva pești care pot fi pescuiți și câteva specii de păsări acvatice care pot fi vâdate, toate celelalte specii (de ordinul sutelor) constituie un sistem care contribuie la reglarea circuitelor hidrologice locale: zonele umede funcționează ca niște bureți care rețin cantități mari de apă eliberând-o lent, într-un anumit ritm. La această funcție de reglare a circuitului hidrologic contribuie și pădurile ca și tufărișurile de jneapăn din zonele alpine. Valoarea serviciilor oferite ar putea fi calculată ținându-se seama de pagubele provocate de inundații, pagube care puteau fi evitate sau mult diminuate dacă pădurile nu ar fi fost supraexploatare, jneapănul distrus de ciobani iar zonele umede desecate pentru agricultură.

Insectele polenizatoare sunt indispensabile nu numai plantelor sălbatice dar și multor din cele cultivate. Spongierii și molustele lamelibranhiate (scoici), împreună cu alte specii acvatice, datorită modului lor de hrănire-filtrează particulele din apă-participă eficient la epurarea biologică naturală. Sutele de specii minuscule de nevertebrate din sol contribuie, împreună cu bacteriile, la

structurarea și menținerea fertilității acestuia. Un raport optim între plantele acvatice și alge asigură aspectul estetic al apei bălților din Delta Dunării, mărindu-le valoarea turistică.

Elementele de floră și faună sunt părți integrate ale sistemelor suport ale vieții-ecosistemele. Conservarea speciilor este total nerentabilă dacă nu se realizează totodată conservarea habitatelor, deci a comunităților din care fac parte speciile supuse conservării.

La aceste elemente se adaugă agrobiodiversitatea, una din cele mai importante componente ale biodiversității dar și o resursă amenințată, care, în decurs de milenii s-a format ca urmare a practicilor și inovațiilor fermierilor, pescarilor și membrilor comunităților pastorale. Datorită Convenției pentru Diversitatea Biologică (CDB) agrobiodiversitatea a devenit o temă de interes mondial.

Agrobiodiversitatea include:

- ❖ Diversitatea resurselor genetice (varietăți, rase, specii; cultivate, rare ori sălbatice) folosite direct sau indirect ca hrană sau în agricultură;
- ❖ Diversitatea speciilor care asigură producția (organismele solului, polenizatorii, prădătorii etc) și a speciilor care asigură existența agrosistemelor;
- ❖ Diversitatea agrosistemelor.

Totodată, agrobiodiversitatea contribuie la menținerea biodiversității în ansamblul său: varietate de specii și habitate menținute în ferme și terenuri agricole, tufărișuri, haturi, pășuni, complexe de agrosisteme, mici terenuri împădurite, zone favorabile păsărilor.

Iată deci, că putem vorbi, la nivelul întregului spațiu geografic al României, de menținerea unei matrici naturale ce reprezintă, de fapt, distribuția componentelor biodiversității în cadrul teritoriului.



Termenul diversitate biologică sau biodiversitate este un termen umbrelă folosit pentru a descrie numărul și varietatea de organisme dintr-o asociație dată. Biodiversitatea cuprinde toate formele de viață de pe Terra iar declinul biodiversității se referă la toate modificările ce reduc ori simplifică heterogenitatea biologică. Definită astfel, biodiversitatea include toate resursele biologice și trebuie subliniată necesitatea de a nu pune semnul de egalitate între biodiversitate și resurse biologice.

Resursele biologice trebuie înțelese antropocentric, fiind acele resurse care asigură existența populației umane și care, din punct de vedere biologic sunt cele mai bine cunoscute.

Abordarea antropocentrică a biodiversității (văzută doar ca resursă) este valoroasă pentru economiști pentru că astfel ei pot evita să discute valoarea intrinsecă a biodiversității: este valoarea în sine, fără o legătură directă cu nevoile oamenilor. Pe de altă parte, valoarea intrinsecă a biodiversității poate fi un argument în favoarea conservării dar fără a putea fi măsurată.

MATRICEA ECOLOGICĂ - BIODIVERSITATEA, RESURSĂ STRATEGICĂ

Resursele naturale “tradiționale” ale României, petrolul, cărbunele și gazele naturale s-au diminuat sensibil (vezi Anuarul statistic al României, 2004); acestea sunt resurse neregenerabile, sau, mai corect spus, rata lor de regenerare este extrem de lentă (de ordinul sutelor de mii de ani) ceea ce le face practic neregenerabile pentru uzul sistemului socio-economic. Resursele minerale sunt și ele în scădere, exploatarea lor determinând numeroase probleme de mediu (cazul Roșia Montană).

Matricea ecologică devine astfel o resursă strategică, în condițiile în care resursele tradiționale sunt pe cale de epuizare. România a atins limita acceptabilă de diminuare (ca să nu folosim termenul distrugere) a acestei matrici. Orice pierdere de biodiversitate, de aici înainte, înseamnă efecte negative ce se vor manifesta în viitor.

Pierderile de biodiversitate nu determină efecte vizibile imediate. Aceasta determină, poate, cea mai dificilă problemă de gospodărire a spațiului nostru geografic: dispariția unui hectar de pădure, a câtorva mii de metri pătrați de pajiște naturală, a 2-3 specii de insecte insignifiante pentru omul obișnuit, consumator zilnic de resurse, nu par a avea prea mare importanță. Pădurea tăiată este înlocuită cu alta, plantată, chiar în alt loc, pajiștea se regăsește în gazonul uniform, impecabil, din curțile vilelor, insectele pierdute ... cine le simte lipsa?

Evaluarea strict cantitativă a pierderilor de biodiversitate conduce la idea că refacerea, judecată tot în termeni cantitativi, este posibilă. În realitate, pierderile calitative sunt irecuperabile.

Un hectar de pădure nu înseamnă doar câteva sute de copaci, ceva arbuști și ierburi dar și o rețea complexă de relații biunivoce rezultate din raporturile spațio-temporale stabilite și consolidate între membrii comunității numeroase de plante și animale. Un transect pornit din coronamentul pădurii și terminat la 40-50 cm în profunzimea solului relevă o “împietire” de specii mai mari sau mai mărunte, clasificate la baza sau în vârful ierarhiilor taxonomice, fiecare îndeplinind o funcție precisă și determinând dependențe interspecifice care asigură integralitatea comunității. Acest transect, efectuat într-o pădure rezultată în urma plantării, relevă o simplificare puternică a comunității, cu o implicită diminuare a capacității de a reacționa eficient la variația firească a factorilor de mediu.

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).

Pe de altă parte, 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 pieței este discutabil.



13.3. Rezumat

Sa retinem din acest curs!

Ecosistemele au o stabilitate relativa care poate fi inteleasa numai prin raportare la o anumita unitate de timp. Intre diversitate si stabilitate exista o relatie directa.

Stabilitatea relativa se reflecta in structura ecologica a teritoriului – exemplificare Romania.



13.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor



Tema de rezolvat: întocmiți un eseu de 3 pagini privind raporturile dintre zonele cu regim de protecție din România (arii naturale protejate) și restul teritoriului.



13.5. Bibliografie recomandată

- a. Giurgiu V. (coord.) - Protejarea si dezvoltarea durabila a padurilor României. Societatea "Progresul Silvic", Edit. Arta grafica, Bucuresti, 1995
- b. Manoleli D., Găldean N., Cogălniceanu D., Nistor M. 2004 raport de evaluare tematică privind implementarea Convenției-cadru a Națiunilor Unite pentru Diversitate Biologică, în România. Proiect PNUD-GEF, București, 132 pp
- c. Tudorancea C., Tudorancea Maria-Monica 2000 The need for a conceptual synthesis on ecological succession. Evolution and Adaptation, T. 6, Cluj, 3-16

Capitolul 14.

SISTEMELE ECOLOGICE SI IMPACTUL ANTROPIC



14.1. Introducere

În cadrul acestui capitol sunt prezentate căile de deteriorare a ecosistemelor.

Durata medie de parcurgere a acestui capitol este de aproximativ 2 ore.



14.2. Conținut

Deseori, vorbind despre impactul omului asupra mediului, se fac referiri la poluare. În realitate agresiunea omului depășește mult sfera poluării și de aceea este mai corect să vorbim despre căi diferite de deteriorare a mediului. Poluarea este doar una dintre ele. Principalul factor care afectează sistemele ecologice este reprezentat de factorul antropic, altfel spus presiunea antropică manifestată în cele mai diverse forme este cea care determină deteriorarea mediului.

Deseori absența unor efecte imediate creează impresia falsă asupra caracterului inofensiv al diverselor căi de deteriorare.

Căi de deteriorare a ecosistemelor

Deteriorarea prin supraexploatarea resurselor biologice

Noțiunea de **resursă biologică** este atribuită de obicei speciilor de plante și animale care sunt importante din punct de vedere economic și care sunt exploatare de specia umană.

Supraexploatarea resurselor biologice poate avea următoarele efecte:

- ◆ Scăderea numărului de indivizi aparținând speciei exploatare până la un anumit nivel critic, când refacerea se mai poate realiza dar numai în condiții dificile (în funcție de regimul de exploatare);
- ◆ Dispariția speciilor exploatare când refacerea devine imposibilă și care duce la reducerea sau dispariția în lanț și a altor specii.

De obicei nu știm aproape nimic despre implicațiile dispariției speciilor decât atunci când aceasta afectează în mod evident interesele noastre. Ceea ce putem spune cu certitudine este doar că aceste implicații există.

Supraexploatarea resurselor biologice se produce prin:

- suprapășunat;
- defrișare;
- pescuit;

Pășunarea intensivă realizată de animalele erbivore duce la distrugerea covorului vegetal. Efectele suprapășunatului sunt extrem de grave și ele sunt cu atât mai importante cu cât se asociază și cu alți factori de mediu.

De exemplu, întregul deșert al Saharei, cel mai mare din lume, își datorează existența suprapășunatului și secetei. Documentele paleontologice arată că în locul unde astăzi se întinde Sahara exista o bogată vegetație formată din pășuni și păduri, ape și o faună bogată. Până acum 2000 de ani existau încă păduri în interiorul teritoriului actual al deșertului.

Suprafața pădurilor ecuatoriale umede s-a redus de la 1600 milioane de hectare la 900 milioane. În Indonezia, Malayezia, Filipine, în vestul Africii și în America de Sud, se taie anual pădurile de pe o suprafață de 6-9 milioane de hectare.

Câteva sute de milioane de oameni din aceste zone practică așa-numita **agricultură itinerantă**: se defrișează pădurea (adesea prin foc), terenul este cultivat câțiva ani, după care este părăsit ca urmare a scăderii recoltei și este defrișată altă porțiune.

Marea Neagră a fost în mod tradițional o zonă de pescuit foarte bogată. Peste 2 milioane de oameni depindeau de această resursă. Datorită supradimensionării flotelor de pescuit ale țărilor riverane, cantitatea anuală de pește a scăzut de aproximativ 10 ori. Printre speciile cele mai afectate de suprapescuit se numără sturionii. Cele trei specii de delfini din Marea Neagră au fost și ele vâdate, astfel că numărul lor a scăzut drastic.

Deteriorarea prin introducerea de specii noi

Orice specie are o anumită capacitate de răspândire geografică și ecologică (pătrundere în ecosisteme diferite). Acest proces s-a desfășurat în tot cursul istoriei vieții pe Pământ și se desfășoară și în prezent.

Pătrunderea unei specii în mod natural într-un ecosistem duce la o serie de schimbări, care se desfășoară de obicei lent, treptat, în timp îndelungat, fără perturbări violente, deși în final pot afecta profund speciile implicate.

Un exemplu este cel al stârcului de cireadă african (Bubulcus ibis), care recent (după cel de-al doilea război mondial) a ajuns în America de Sud, adus de furtună și care s-a extins în partea sudică a Statelor Unite, fără să fi produs modificări importante, deocamdată.

Introducerile de specii noi datorate activităților umane pot fi:

a. Accidentale

Principalele căi de introducere accidentale sunt datorate:

- ◆ utilizării pe scară tot mai largă a containerelor în transportul de marfă;
- ◆ utilizării apei ca balast pe vapoare;
- ◆ traficului aerian

Un exemplu de introducere accidentală se referă la gândacul de Colorado (Leptinotarsa decemlineata), dăunător al cartofului. Cartoful (Solanum tuberosum) este de origine americană și a fost introdus în Europa prin secolele XVI-XVII. După ce în Europa a fost obținut soiul de cultură, acesta a fost exportat în America. Gândacul de Colorado exista din zona de est a Munților Stâncoși din Colorado până în Mexic, hrănindu-se cu o rudă a cartofului. El a trecut pe cartoful cultivat când acesta a fost adus din Europa în America. Din acel moment insecta a început să înainteze spre răsărit și în 1874 a ajuns la coasta atlantică a S.U.A. Între 1920 și 1925 traversează oceanul și se răspândește în toată Franța și de aici în toată Europa. În țara noastră pătrunde în 1950. Până în prezent nici o metodă de combatere nu a reușit să distrugă acest dăunător.

Prin anii 1950 a fost semnalată prima dată apariția în apele Mării Negre a gasteropodului Rapana thomasiana, ajuns aici din apele Japoniei, transportat în apele de balast a navelor. Este un carnivor vorace, hrănindu-se cu alte moluște, cărora le găurește cochiliile și consumându-le părțile moi ale corpului. Această specie s-a înmulțit rapid, neavând dușmani naturali în Marea Neagră.

b. Deliberate

Introducerile deliberate se referă la specii cu valoare economică (în special plante agricole și silvice), cinegetică, piscicolă sau estetică (inclusiv comerțul cu animale de casă), fie la specii de paraziți și prădători introduse pentru controlul biologic al unor dăunători. Scopul acestor introduceri urmărește beneficii imediate și de obicei nu ține cont de efectele pe termen lung și de posibilele efecte negative.

Un astfel de exemplu cu efecte catastrofale este cel al introducerii iepurelui de vizuină european (Oryctolagus cuniculus) în Australia. În 1859 au fost aduse în Australia 24 de exemplare. S-au înmulțit extraordinar, neavând dușmani naturali și au devenit un adevărat flagel. Astfel s-au introdus vulpi din Europa, dușmanii naturali ai iepurelui. Vulpile au preferat

să consume miei și faună locală, mai accesibilă. Momelile otrăvite folosite contra vulpilor au dus la nimicirea unui număr mare de animale autohtone.

*Un exemplu de reușită deplină a unei asemenea introduceri, bazată pe un studiu bine organizat, a fost introducerea polichetului *Nereis diversicolor* din Marea Azov în Marea Caspică. În 1948 biomasa acestui vierme era de 200.000 tone pe o suprafață de 30.000 km². Această specie a devenit un component important din hrana sturionilor, plăticii și altor pești.*

Consecințele unor asemenea introduceri duc deseori la ceea ce numim “**explozii ecologice**”, creșteri neobișnuite ale numărului de indivizi ai speciei date, care pot avea drept consecință adevărate catastrofe ecologice și economice.

Deteriorarea ecosistemelor prin antropizare

Deși specia umană, *Homo sapiens sapiens*, este una din multele milioane de alte specii de pe această planetă, rezultată în urma unui proces de evoluție și guvernată de legi naturale, totuși ea se deosebește de celelalte specii:

- specia umană este singura, din istoria Pământului, care are o extraordinară capacitate de a schimba mediul și de a domina alte specii
- capacitatea ei intelectuală și mijloacele tehnice au ajutat-o să se cunoască pe sine dar să și cunoască și să schimbe lumea

Cei peste 6 miliarde de indivizi ai speciei umane sunt răspândiți pe toate continentele și insulele; omul a pătruns sub apele oceanului, zboară în atmosferă și în spațiul cosmic. Iată că nici-o parte a Terrei nu a scăpat de influența omului.

Impactul economiei umane este direct și foarte mare pe aproximativ 12% din suprafața uscatului (orașe, suburbii, terenuri agricole); impactul se manifestă însă pe suprafețe mult mai mari datorită animalelor crescute de om și care pasc pășunile, datorită exploatării pădurilor și datorită depozitării de deșeuri toxice.

Dominanța speciei umane s-a accentuat în ultimele mii de ani și este urmarea a trei invenții tehnologice:

(a) Folosirea uneltelor și focului pentru vânătoare și culegerea produselor pământului. Oamenii au modificat suprafețe întinse și au exterminat specii de plante și animale de pe continente și insule.

- (b) Dezvoltarea agriculturii și domesticirea animalelor. Aceasta a dus la folosirea unor terenuri foarte productive exclusiv pentru hrana populației umane care și-a dezvoltat societăți complexe.
- (c) Folosirea energiei combustibililor fosili (gaze, cărbuni, petrol) ceea ce a dus la formarea unor sisteme sociale, economice și politice complexe, bazate pe industrie și informație.

Ecologia studiază mai ales zone naturale pentru a înțelege felul în care funcționează ecosistemele, neglijând ecosistemele urbane. Acestea, prin extinderea lor și prin cantitățile mari de deșeuri pe care le produc, influențează ecosistemele naturale.

Cele mai importante efecte ale activității umane se manifestă la scări spațiale regionale sau globale și la o scară de timp de cel puțin zeci de ani:

- ◇ deteriorarea stratului de ozon afectează viața în ansamblul ei, la nivel planetar și efectele s-au manifestat după mulți ani de la începerea procesului de deteriorare
- ◇ încălzirea climei trebuie înțeleasă la nivelul unor regiuni întinse și ca rezultat al unor fenomene care au loc de cel puțin 50 de ani încoace
- ◇ defrișarea pădurii ecuatoriale nu se manifestă doar la nivelul regiunii respective ci afectează circuitul global al apei

Ecosistemele naturale au suferit și suferă aceleași tipuri de presiuni din partea speciei umane:

- ◇ dispariția unor specii sălbatice
- ◇ fragmentarea habitatelor vitale pentru supraviețuirea plantelor și animalelor
- ◇ poluarea apelor, aerului și solului
- ◇ scoaterea din circuitul natural al unor cantități mari de apă și săruri minerale ceea ce afectează buna funcționare a mecanismelor de reciclare a nutrienților

Omul a contribuit direct sau indirect la dispariția sau reducerea efectivelor unor specii încă din cele mai vechi timpuri:

⇒ în pleistocen (acum 1.8 milioane ani) omul a jucat un rol important în dispariția mamiferelor mari ale acelor vremuri (mamuți, mastodonți, cai, cămile, bizoni uriași) și a marilor păsări nezburătoare (de pildă, pasărea moa). Omul vânător căuta prăzi mari pentru ca rezultatul vânătorii să fie cât mai eficient. Dispariția acestor animale mari, erbivore, a dus și la schimbări ale vegetației, câmpia fiind înlocuită de pădure și tufărișuri. Se știe că marile mamifere erbivore ale savanei actuale determină o anumită structură a vegetației, tocmai prin felul lor de hrănire: consumă mugurii și lăstarii copăceilor, împiedicându-i astfel să ajungă la maturitate și să formeze o pădure.

⇒ În timp, populația umană, prin creșterea animalelor, a ajuns să modifice vegetația planetei și să elimine și alte specii

Toate aceste animale au nevoie de pășuni întinse, adăposturi, hrană conservată pentru perioadele în care nu se pot hrăni singure, medicamente și tratamente veterinare, curățenie în spațiile de adăpost.

În privința plantelor, omul a favorizat doar câteva specii, orez, porumb, grâu, secară, sorg, ovăz, cartof, trestie de zahăr, care se cultivă pe suprafețe imense.

Să reținem că astăzi, cele mai numeroase și răspândite mamifere carnivore de pe glob sunt câinele domestic și pisica domestică.

Bazându-se pe ritmul de transformare a terenurilor naturale în terenuri agricole sau pe cantitatea de energie (sub formă de lucrări agricole, irigații, sinteză de pesticide, producere de hrană pentru animale) consumată în agricultură, cercetătorii au estimat pierderile pe care le vor suferi în continuare plantele și animalele sălbatice:

(producerea de energie duce la poluarea atmosferei, defrișarea pădurilor, poluarea apelor)

Antropizarea trebuie înțeleasă atât la nivelul speciilor dar mai ales la nivelul ecosistemelor naturale. Oriunde ajunge omul ajung odată cu el muștele (musca domestică), virusul gripei, câinele și pisica și bineînțeles, toate speciile cultivate sau crescute de el. Se vorbește chiar de un fenomen de *cosmopolitizare*, adică de răspândire a unui număr mic de specii, favorizate de om, mai ales prin activitatea de comerț. Desigur, dintre acestea, unele produc pagube dar sunt destule care aduc foloase. Totuși, schimbările pe care le provoacă în alcătuirea biocenozelor sunt ireversibile.

Deteriorarea ecosistemelor prin poluare

Poluarea reprezintă o modificare dăunătoare pentru om, pentru speciile din ecosistemele naturale sau/și *artificiale* a factorilor de mediu, ca rezultat al introducerii în mediu a poluanților care reprezintă deșeuri ale activității umane.

Poluarea este un fenomen foarte complex și prezintă următoarele caracteristici generale:

- ✓ poluarea crește datorită creșterii numerice a omenirii, datorită creșterii necesităților umane și dezvoltării de noi tehnologii;
- ✓ creșterea poluării este exponențială, ca și factorii care o generează;
- ✓ nu se cunosc limitele admisibile ale poluării pentru că nu cunoaștem capacitatea de suport a ecosferei;
- ✓ există o tendință generală de subestimare a efectelor poluării. Cauzele sunt multiple: costul ridicat, ignoranța, există o întârziere în apariția efectelor ecologice ale pătrunderii poluanților etc.

Poluarea cu pesticide

Sub acest nume generic de **pesticide** sunt cuprinse substanțe utilizate pentru combaterea speciilor considerate ca dăunătoare economiei sau/și sănătății omului. O dată cu distrugerea

dăunătorilor sunt distruse și alte viețuitoare, deoarece pesticidele nu se bucură de proprietăți selective deosebite. Dintre pesticidele cu toxicitate mare menționăm: DDT (diclor-difenil-triclor-etan), Aldrinul, Dieldrinul, Lindanul și Toxafenul-din categoria hidrocarburilor clorurate; Nabam, Fenoprop dintre erbicide.

Deși folosirea pesticidelor a dus la combaterea dezastrelor economice produse de filoxeră, de gândacul de Colorado, de malarie sau tripanozomiază, totuși nu trebuie neglijat efectul acestora și asupra altor componente ale mediului.

Unul din efectele alarmante ale utilizării pesticidelor constă în acumularea acestora în lungul lanțurilor trofice, de la baza lanțului (producători primari) către speciile de vârf. Prima verigă de acumulare o reprezintă plantele, iar procesul de acumulare și efectele lui diferă la diferite grupuri de plante.

De exemplu, *Potamogeton perfoliatus* ("brădiș") absoarbe DDT din apă, astfel că planta moare. Stuful însă posedă mecanisme de protecție având capacitatea de clorinare a apei.

Eutrofizarea

Reprezintă o formă de poluare ecosistemelor, mai ales a apelor stătătoare, prin introducerea unor cantități excesive de nutrienți, ca urmare a activității umane. Procesul însă s-a extins și la nivelul bazinelor maritime.

Eutrofizarea poate fi :

- ◆ un fenomen natural, care se desfășoară într-un timp îndelungat
- ◆ un fenomen indus om, care determină schimburi importante la nivelul ecosistemelor, ducând la degradarea lui.

Mecanismul ecologic de producere a eutrofizării. Nutrienții responsabili de eutrofizare sunt fosforul, apoi azotul. Creșterea concentrației lor în apă determină o înmulțire rapidă a algelor, iar în zonele litorale din lacuri și în alte ape de adâncime mică și a plantelor acvatice. Resturile plantelor se depun și descompunerea lor se face cu consum de oxigen, astfel că în general cantitatea de oxigen în sedimente sau straturile de fund este foarte mică. Carența de oxigen face ca fauna de fund să dispară.

Deteriorarea stratului de ozon

Stratul de ozon este situat în stratosferă între 10-50km înălțime și conține aproximativ 90% din ozonul atmosferei. În condiții naturale ozonul stratosferic se formează ca rezultatul al unui echilibru fotochimic în care sunt implicate moleculele de oxigen, atomii de oxigen și radiația solară. Stratul de ozon protejează viața de pe Pământ, deoarece este singurul absorbant eficient al radiației ultraviolete emise de soare.

Cauzele deteriorării stratului de ozon sunt legate mai ales de folosirea clorofluorocarburilor (CFC) numiți generic freon, folosiți mai ales la fabricarea deodorantelor și bromofluorocarburilor (haloni), de oxizii de azot din gazele de ardere eliminate de la avioane

Poluarea termică

Sursa principală poluării termice o constituie apele de răcire de la centralele termoelectrice și atomoelectrice. Centralele sunt amplasate în apropierea unor lacuri sau râuri mari. Apele de răcire se încălzesc în medie cu 8-11 °C peste temperatura inițială. Apa încălzită și deversată în lacuri sau râuri produce o serie de modificări din cauza temperaturii crescute.

Efectele ecologice ale poluării termice sunt următoarele:

- inhibarea fotosintezei
- scade concentrația de oxigen din apă, ceea ce duce la moartea peștilor
- scurtarea ciclurilor de viață-temperatura mai ridicată constituie un ***semnal*** pentru insecte care “confundă” anotimpurile (primăvara apa începe să se încălzească) și are loc ecolziunea lor, când afară vremea e încă prea rece pentru ele.

Poluarea sonoră

Zgomotele au devenit un factor poluant al mediului. Până nu demult se credea că zgomotele produc doar disconfort sau cel mult pot dăuna auzului. Investigațiile converg astăzi către ideea că zgomotul este un *factor de stress*, provocând un sindrom de apărare. Cercetările făcute la maimuțe *Rhesus* supuse acelorași zgomote pe care le suportă oamenii în activitatea lor normală, au arătat o creștere (cu 30%) a presiunii sangvine, schimbări fiziologice ca nivelul glucozei în sânge. Deși consecințele ei sunt incomplet cunoscute poluarea sonoră rămâne totuși o realitate.

Poluarea cu izotopi radioactivi

Criza de energie din perioada actuală a determinat trecerea la utilizarea intensă a energiei atomice ca alternativă la consumul de combustibil. Odată cu acestea însă au sporit pericolele legate de intensificarea poluării mediului cu substanțe radioactive. În linii generale organismele inferioare, primitive sunt cele mai rezistente.



14.3. Rezumat

Sa retinem din acest curs!

- agresiunea omului depășește sfera poluării și de aceea se vorbește tot mai des de căi diferite de deteriorare a mediului
- căile de deteriorare nu acționează separat în timp și spațiu
- există o diversitate foarte mare de căi de deteriorarea a ecosistemelor
- fenomene ca: ploile acide, efectul de seră și subțierea stratului de ozon devin fenomene globale.



14.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor



Identificați sursele de poluare din zona în care locuiți

Observați consecințele poluării

asupra arborilor plantați de pe o șosea intens circulată

asupra unui lac artificial dintr-un parc

Elaborați modalități de evitare a poluării cu îngrășăminte și cu pesticide

Faceți o listă cu fauna observată pe o platformă industrială



14.5. Bibliografie recomandată

- Vădineanu A. 1998 Dezvoltarea durabilă. Vol. 1. Editura Universității București, 1-113

TESTE VOLUNTARE

1. Ce rol au detritofagii într-un ecosistem?
2. Dati 3 exemple de ecosisteme mature din România.
3. Care sunt funcțiile hidrologice ale zonelor umede?
4. Prin ce se deosebesc, din punct de vedere energetic, ecosistemele agricole de cele naturale?
5. Rolul jneapanului în zonele alpine.
6. Care este procesul biologic fundamental care a determinat actuala compoziție a atmosferei?
7. Rolul necromasei în ecosistemele terestre.
8. Deosebirea dintre biotop și habitat.
9. Ce sunt speciile de interes comunitar?
10. Numiți trei realizări importante în privința aplicării în România a Convenției pentru Diversitatea Biologică.
11. Tendința de desertificare se manifestă în România pe o suprafață de
12. Care tipuri de ecosisteme sunt deosebit de importante pentru reducerea cantității de bioxid de carbon din atmosferă? Care este mecanismul implicat și la ce scară?
13. Ce efecte ecologice poate avea un management eficient al deșeurilor?
14. Care sunt fenomenele sociale care pot împiedica aplicarea măsurilor de conservare a biodiversității?
15. Cum se poate măsura creșterea unei populații?
16. Prin ce a contribuit Aristotel la dezvoltarea timpurie a ecologiei?
17. Ce contribuții a adus Linne la dezvoltarea ecologiei?
18. Ce se înțelege prin starea de conservare a unui habitat natural și a unei specii?
19. Cât s-a extins în România zona afectată de secetă? Ce procent din teritoriul României reprezintă zonele afectate de degradarea solului?
20. Care sunt obiectivele politice ale Convenției pentru Diversitate Biologică?

BIBLIOGRAFIE GENERALA

1. Botnariuc N & Vădineanu A, 1982: Ecologie. – București, Editura Didactică și Pedagogică
2. Botnariuc N, 1974: Biologie generală. – București, Editura Didactică și Pedagogică
3. Botnariuc N, 1976: Concepția și metoda sistemică în biologia generală. – București, Editura Academiei RSR
4. Dajoz R, 1971: Précis décoloogie. 2-ème édition. - Paris: Dunod, x + 434 pp.
5. Frontier S., Pichod-Viale Denise 1993 Écosistèmes. Structure, fonctionnement, évolution. Ed. Masson, Paris, Milan, Barcelone, 447 pp
6. Lupei N, 1977: Biosfera. – București. Editura Albatros
7. Mărgineanu D.G. 1992 Energetica lumii vii. Casa de Editură “Edimpex-Speranța”, București, 158 pp
8. Mărgineanu DG, 1982: Termodinamica sistemelor ecologice. - Pp. 82-101 în volumul *Stugren B (coordonator), “Probleme moderne de ecologie”*, București, Editura Științifică și Enciclopedică
9. McNaughton S.J., Wolf L.L. 1979 General ecology. Ed. Holt, Rinehart and Winston. Atlanta, Dallas, Montreal, Toronto, London, Sydney, 574 pp
10. Prigogine I., Stengers Isabelle 1984 Noua alianță. Metamorfoza științei. Editura politică, București, 150-285
11. Prigogine I., Stengers Isabelle 1997 Între eternitate și timp. Editura Humanitas, București, 252 pp
12. Stugren B (coordonator), 1982: Probleme moderne de ecologie. – București, Editura Științifică și Enciclopedică
13. Stugren B, 1965: Ecologie generală. - București Editura Didactică și Pedagogică
14. Stugren B, 1982: Bazele ecologiei generale. – București, Editura Științifică și Enciclopedică, 435 pp.
15. Stugren B, 1994: Ecologie teoretică. - Cluj-Napoca: Casa de Editură “Sarmis”, 287 pp.
16. Vădineanu A. 1998 Dezvoltarea durabilă. Vol. 1. Editura Universității București, 1-113
17. Whittaker R.N., 1972: Communities and Ecosystems. - London: Macmillan Comp.