



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:
Ecosisteme

Titular de disciplină:
Șef lucrări dr. Dorin Pop

București
2019

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. Durata medie de studiu individual	7
h. Evaluarea	7
Capitolul 1. INTRODUCERE	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. STRUCTURA ECOSISTEMELOR (1)	17
2.1. Introducere	17
2.2. Conținut	17
2.3. Rezumat	24
2.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor	25
2.5. Bibliografie recomandată	26
Capitolul 3. STRUCTURA ECOSISTEMELOR (2)	27
3.1. Introducere	27
3.2. Conținut	27
3.3. Rezumat	35
3.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor	36
3.5. Bibliografie recomandată	37
Capitolul 4. STRUCTURA ECOSISTEMELOR (3)	38
4.1. Introducere	38
4.2. Conținut	38
4.3. Rezumat	48
4.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor	49
4.5. Bibliografie recomandată	49

Capitolul 5. STRUCTURA ECOSISTEMELOR (4)	50
5.1. Introducere	50
5.2. Conținut	50
5.3. Rezumat	58
5.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor	59
5.5. Bibliografie recomandată	60
Capitolul 6. STRUCTURA ECOSISTEMELOR (5)	61
6.1. Introducere	61
6.2. Conținut	61
6.3. Rezumat	71
6.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor	72
6.5. Bibliografie recomandată	73
Capitolul 7. ENERGETICA ECOSISTEMELOR (1)	74
7.1. Introducere	74
7.2. Conținut	74
7.3. Rezumat	81
7.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor	81
7.5. Bibliografie recomandată	82
Capitolul 8. ENERGETICA ECOSISTEMELOR (2)	83
8.1. Introducere	83
8.2. Conținut	83
8.3. Rezumat	91
8.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor	92
8.5. Bibliografie recomandată	93
Capitolul 9. CIRCULAȚIA MATERIEI ÎN ECOSISTEM (1)	94
9.1. Introducere	94
9.2. Conținut	94
9.3. Rezumat	100
9.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor	101
9.5. Bibliografie recomandată	102
Capitolul 10. CIRCULAȚIA MATERIEI ÎN ECOSISTEM (2)	103
10.1. Introducere	103
10.2. Conținut	103
10.3. Rezumat	110
10.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor	111

10.5. Bibliografie recomandată	112
Capitolul 11. AUTOCONTROLUL ȘI STABILITATEA ECOSISTEMELOR	113
11.1. Introducere	113
11.2. Conținut	113
11.3. Rezumat	119
11.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor	120
11.5. Bibliografie recomandată	121
Capitolul 12. SUCCESIUNEA ECOLOGICĂ	122
12.1. Introducere	122
12.2. Conținut	122
12.3. Rezumat	131
12.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor	132
12.5. Bibliografie recomandată	133
Capitolul 13. ECOSISTEELE – SISTEME SUPORT ALE VIEȚII	134
13.1. Introducere	134
13.2. Conținut	134
13.3. Rezumat	143
13.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor	144
13.5. Bibliografie recomandată	145
Răspunsuri la testele de autoevaluare a cunoștințelor	146
Bibliografie curs	150

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:	Șef de lucrări dr. Dorin Pop
E-mail:	dorin.pop@ueb.education

b. Date despre disciplină

Anul de studiu:	II
Semestrul:	III

c. Obiectivele disciplinei

Obiectivul general al disciplinei	Dezvoltarea capacității de a utiliza noțiuni, concepte și teorii privind organizarea sistemică a mediului pentru a putea crește eficiența managementului resurselor naturale și a aplica cele mai bune metode de conservare a naturii
Obiectivele specifice	- Dezvoltarea capacității de a utiliza termeni, noțiuni și concepte specifice domeniului de studiu al ecosistemelor. - Cunoașterea structurii, funcționării și dinamicii ecosistemelor. - Perceperea și interpretarea ecosistemelor ca sisteme-suport ale vieții. - Inițierea în metodologia de evaluare a stării ecosistemelor, a capacității ecosistemelor naturale și seminaturale de a oferi bunuri și servicii.

d. Competențe acumulate după parcurgerea cursului

Competențe profesionale	- Deținerea și utilizarea terminologiei specifice domeniului de studiu al ecosistemelor. - Interpretarea corectă a structurii ecosistemelor ca sisteme-suport ale vieții. - Capacitatea de a utiliza noțiuni, concepte și teorii privind organizarea sistemică a mediului pentru a putea crește eficiența managementului resurselor naturale și a aplica cele mai bune metode de conservare a naturii. - Stabilirea unui program de lucru pentru caracterizarea științifică a unui ecosistem alocat - Capacitatea de localizare și analiză spațială a unui ecosistem - Capacitatea de căutare structurată, analiză și selecție a informațiilor relevante - Dezvoltarea capacității de analiză și sinteză a informațiilor de mediu
Competențe transversale	- Aplicarea strategiilor de muncă eficientă și responsabilă, de punctualitate, seriozitate și răspundere personală, pe baza principiilor, normelor și a valorilor codului de etică profesională. - Aplicarea tehnicilor de muncă eficientă în echipă multidisciplinară pe diverse paliere ierarhice. - Documentarea în limba română și cel puțin într-o limbă străină, pentru dezvoltarea profesională și personală, prin formare continuă și adaptarea eficientă la noile descoperiri științifice.

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 **Ecosisteme** este alcătuit din 13 capitole (fiecare capitol fiind aferent unei **unități de învățare**):

Capitolul 1. INTRODUCERE

Capitolul 2. STRUCTURA ECOSISTEMELOR (1)

Capitolul 3. STRUCTURA ECOSISTEMELOR (2)

Capitolul 4. STRUCTURA ECOSISTEMELOR (3)

Capitolul 5. STRUCTURA ECOSISTEMELOR (4)

Capitolul 6. STRUCTURA ECOSISTEMELOR (5)

Capitolul 7. ENERGETICA ECOSISTEMELOR (1)

Capitolul 8. ENERGETICA ECOSISTEMELOR (2)

Capitolul 9. CIRCULAȚIA MATERIEI ÎN ECOSISTEM (1)

Capitolul 10. CIRCULAȚIA MATERIEI ÎN ECOSISTEM (2)

Capitolul 11. AUTOCONTROLUL ȘI STABILITATEA ECOSISTEMELOR

Capitolul 12. SUCCESIUNEA ECOLOGICĂ

Capitolul 13. ECOSISTEMELE – SISTEME SUPORT ALE VIEȚII

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. La sfârșitul suportului de curs sunt prezentate răspunsurile corecte la testele de autoevaluare a cunoștințelor.

Cursul de Ecosisteme 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. Durata medie de studiu individual

Durata medie de învățare estimăm a fi de aproximativ 26 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.

h. 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	50%
	- verificări pe parcursul semestrului	20%
	- colocviu de laborator	30%
	-	

Capitolul 1. INTRODUCERE



1.1. Introducere

În cuprinsul acestui capitol sunt prezentate conceptul de ecosistem, sistemele ecologice și caracteristicile lor, precum și unele concepte fundamentale în studiul ecosistemelor.

Obiectivele cursului/capitolului sunt:

- Cunoașterea modului în care este organizată materia vie;
- Înțelegerea abordării sistemice a mediului înconjurător;
- Cunoașterea nivelurilor ierarhiei sistemelor ecologice și a componentelor acestora;
- Înțelegerea modului în care se realizează integrarea ierarhiei taxonomice și ierarhiei sistemelor biologice în ierarhia sistemelor ecologice
- Asimilarea noțiunilor și conceptelor de sistem, nivel de integrare al materiei vii, nivel de organizare a materiei vii, specie monotipică, sistem ecologic, ecosistem, biotop, biom, toposferă, biosferă, ecosferă;
- Însușirea caracteristicilor sistemelor ecologice.

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



1.2. Conținut

1.2.1. Conceptul de ecosistem

Ce studiază ecologia?

Ecologia studiază sistemele supraindividuale ale materiei vii integrate în mediul lor abiotic.

Ce este un sistem?

Teoria generală a sistemelor postulează că universul este organizat în sisteme.

Sistemul este un complex de elemente, care se află într-o permanentă interacțiune și se prezintă ca un întreg. Exemple de sisteme: moleculele, celulele, organismele individuale, pădurile, lacurile.

Cum este organizată materia vie?

Materia vie este organizată în sisteme între care există relații ierarhice specifice (fig. 1.1.). Se disting:

- ***niveluri de integrare a materiei vii*** – includ sisteme nebiologice și biologice: *atom; molecule, macromolecule, organite celulare, celule, țesuturi, organe, sisteme de organe;*
- ***niveluri de organizare a materiei vii*** – reprezintă sisteme biologice:
 - *nivelul individual*
 - reprezentat prin *indivizi biologici;*
 - procesul fundamental caracteristic este *metabolismul;*
 - *nivelul populațional sau al speciei*
 - reprezentat prin *sisteme populaționale - populații sau specii monotipice* (reprezentate de o singură populație); specia este reprezentată în ecosistemele din arealul său prin una sau mai multe populații;
 - procesul fundamental caracteristic: *relațiile intraspecifice = intrapopulaționale;*
 - *nivelul biocenotic*
 - reprezentat prin *sisteme biocenotice (biocenoze);*
 - procesul fundamental caracteristic: *relațiile interspecifice;*
 - *nivelul biosferei*
 - reprezentat prin *sistemul unic al biosferei planetei;*
 - procesul fundamental caracteristic: *transferul energiei și materiei.*

Organismele individuale sunt integrate în sisteme biologice supraindividuale (populații, biocenoze, biosferă) organizate ierarhic, care formează *ierarhia nivelurilor de organizare a materiei vii* sau *ierarhia organizatorică a vieții* (fig. 1.1.).

Organismele integrează subsisteme între care există relații ierarhice și care formează *ierarhia nivelurilor de integrare a materiei vii* sau *ierarhia somatică* (fig. 1.1.).

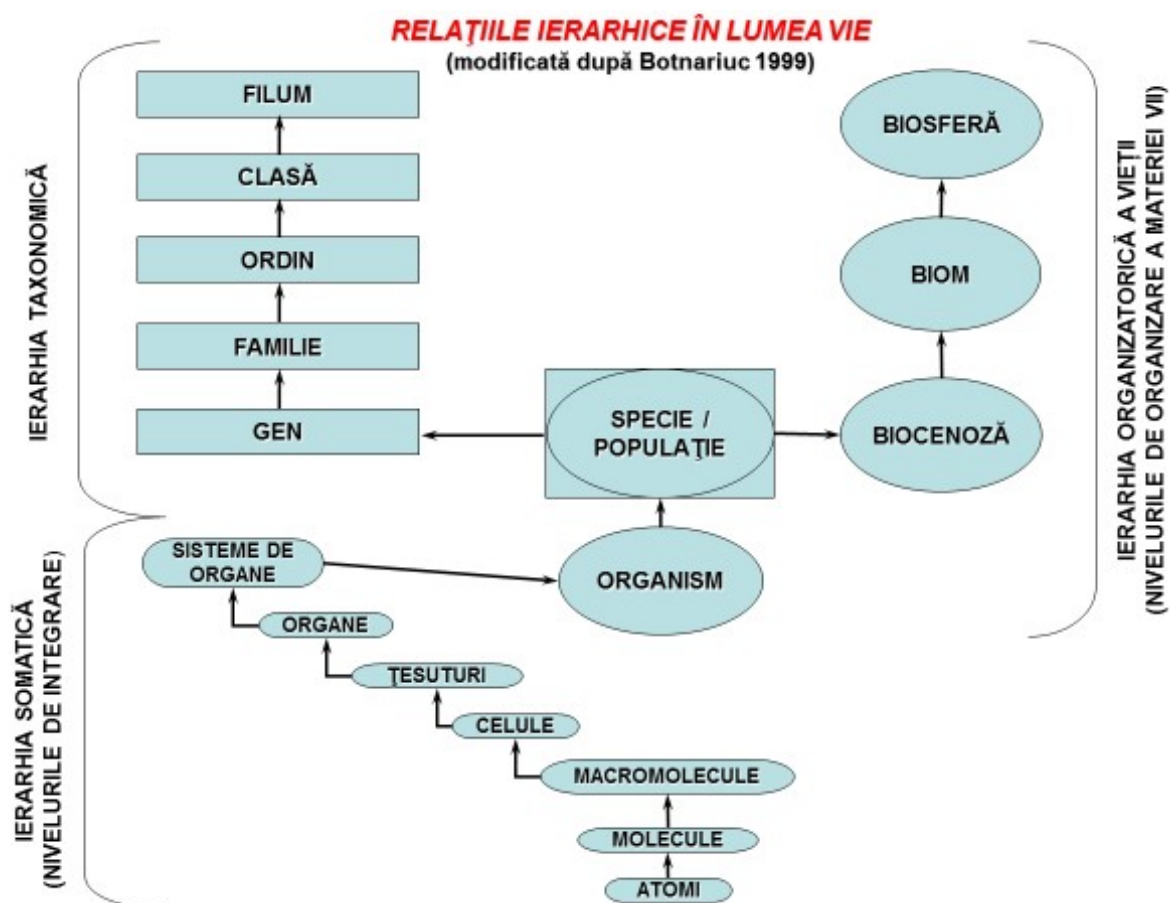


Figura 1.1. Relația dintre ierarhia somatică, ierarhia organizatorică a vieții și ierarhia taxonomică (modificată după Botnariuc 1999).

Ce este ecologia sistemică?

Ecologia sistemică este știința care asigură fundamentul teoretic pentru a percepe și interpreta ”mediul înconjurător” ca o ierarhie de unități organizate, dinamice și cu proprietăți structurale și funcționale identificabile și cuantificabile (Vădineanu 1998).

Cum abordează ecologia sistemică ”mediul înconjurător”?- Abordarea sistemică a mediului fizico-chimic și biologic (după Vădineanu 1998)

Componentele majore ale mediului sunt:

- **litosfera sau scoarța terestră** – învelișul extern al planetei; include **pedosfera** – reprezentată de sol;
- **atmosfera** – învelișul de aer (format din gaze, vapori de apă, praf);
- **hidrosfera** – învelișul de apă al planetei: întreaga masă de apă liberă de pe planetă;
- **biosfera** – învelișul viu al planetei.

Organizarea ierarhică a mediului - Ierarhia organizatorică a mediului sau ierarhia sistemelor ecologice

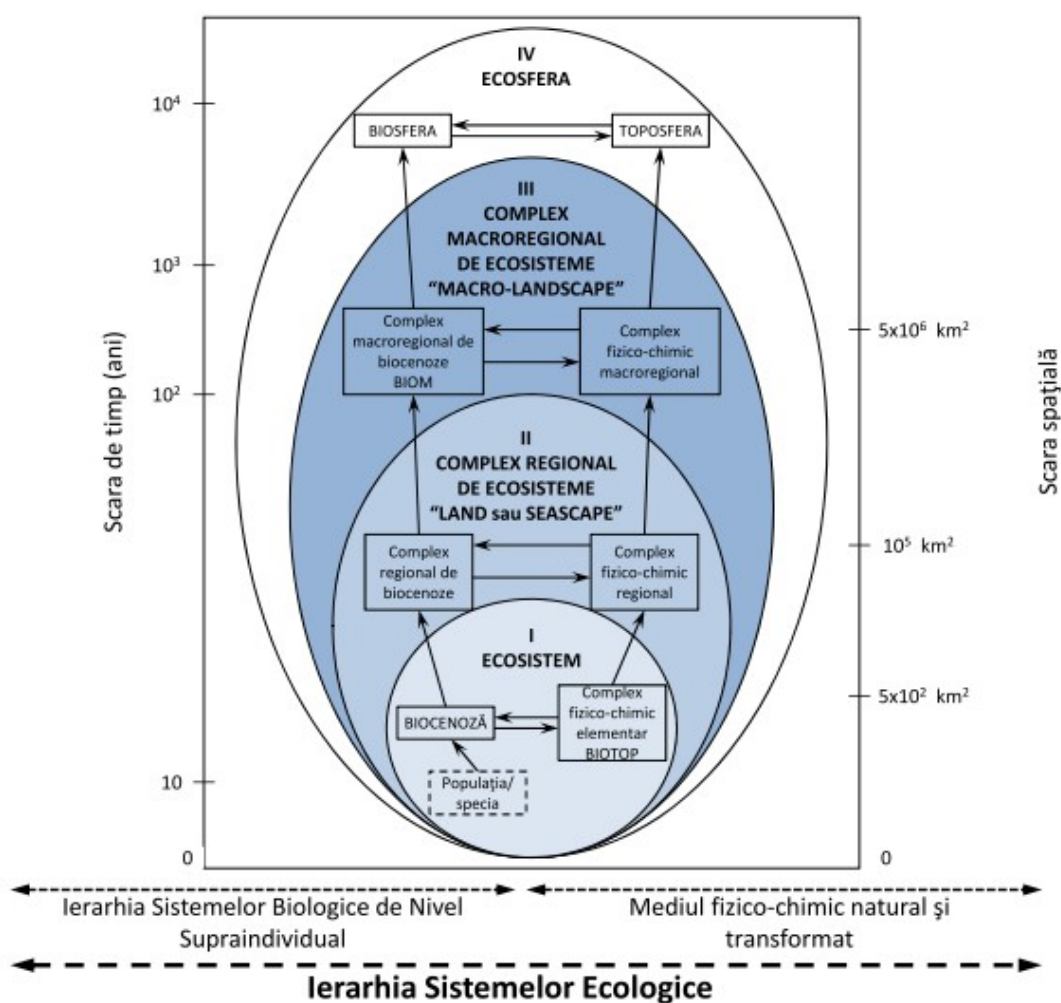


Figura 1.2. Organizarea ierarhică a mediului fizic-chimic-biologic natural și transformat/antropizat (după Vădineanu 1998).

În cadrul ierarhiei sistemelor ecologice se identifică (fig.1.2.):

- 5 trepte/ nivele ierarhice de integrare a sistemelor biologice supraindividuale:
 - Populația/ specia,
 - Biocenoza,
 - Complexul regional de biocenoze,
 - Complexul macroregional de biocenoze = *biomul*,
 - Biosfera;
- 4 trepte ale mediului fizico-chimic natural și transformat:
 - *Biotopul* = complexul fizico-chimic elementar,
 - Complexul fizico-chimic regional,
 - Complexul fizico-chimic macroregional,
 - *Toposfera*;
- 4 trepte ierarhice de integrare a sistemelor ecologice:
 - Ecosistemul,
 - Complexul regional de ecosisteme = "landscape" sau "seascape",
 - Complexul macroregional de ecosisteme = "macro-landscape",
 - Ecosfera.

Toposfera este complexul format din stratul superior al litosferei, hidrosfera și troposfera (stratul inferior al atmosferei). Este sistemul fizic global populat de către componentele biosferei și în care se manifestă relațiile reciproce, directe și indirecte, dintre componentele fizice și chimice, pe de o parte, și componentele biosferei, pe de altă parte.

Complexele de ecosisteme sunt formate din ecosisteme diferite din punct de vedere tipologic (ecosisteme naturale, terestre și acvatice, agroecosisteme, ecosisteme urbane etc.) aflate în faze de dezvoltare (succesionale) diferite și între care fluxurile materiale și energetice se desfășoară și sunt guvernate de legități specifice.

Ecosfera este sistemul ecologic global, unitatea structurală și funcțională formată din integrarea biosferei (sistemul biologic global) și toposferei.

În figura 1.3. este prezentată integrarea ierarhiei taxonomice și ierarhiei sistemelor biologice în ierarhia sistemelor ecologice.

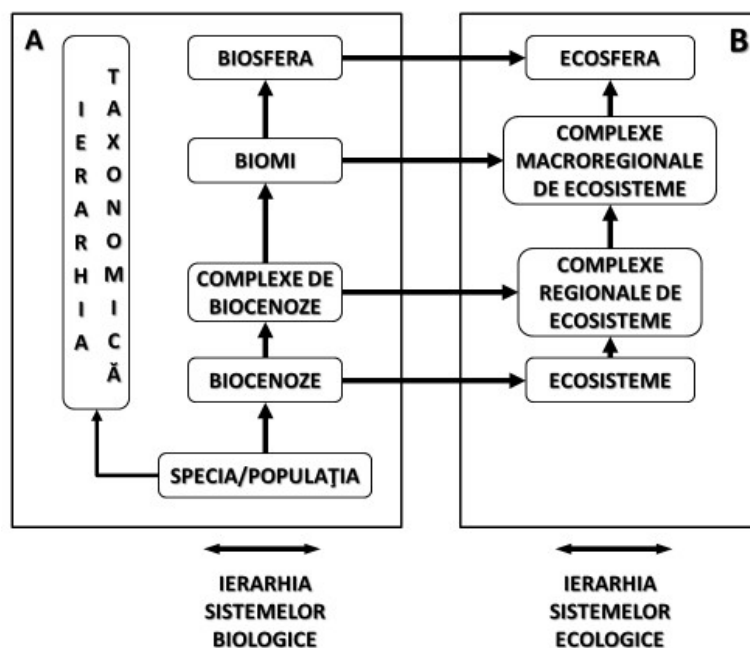


Figura 1.3. Integrarea ierarhiei taxonomice și ierarhiei sistemelor biologice (A) în ierarhia sistemelor ecologice (B) (modificată după Vădineanu 1998).

Să ne reamintim

Materia vie este organizată în sisteme între care există relații ierarhice specifice. Organismele/ indivizii biologici integrează sisteme nebiologice și biologice organizate ierarhic, care formează ierarhia somatică și sunt integrate în sisteme biologice supraindividuale, organizate, de asemenea, ierarhic și care formează ierarhia organizatorică a vieții. Mediul înconjurător este alcătuit din sisteme organizate ierarhic, numite sisteme ecologice. Ierarhia organizatorică a mediului are patru trepte ierarhice de integrare a sistemelor ecologice. Ecosistemul reprezintă prima treaptă a acestei ierarhii și este alcătuit din biocenoză (sistem biologic de nivel supraindividual) și biotop (complexul fizico-chimic elementar).

1.2.2. Sistemele ecologice și caracteristicile lor

Termenul de "*sistem ecologic*" desemnează orice unitate ecologică a ierarhiei organizatorice a mediului, de la ecosistem la complexe de ecosisteme și apoi la ecosferă (Vădineanu 1998).

Caracteristicile sistemelor ecologice (după Vădineanu 1998):

- fiecare sistem ecologic este constituit dintr-un sistem biologic de nivel suprapopulațional și ansamblul componentelor abiotice specifice spațiului tridimensional pe care acesta îl ocupă (fig. 1.2.);
- sistemele biologice de nivel supraindividual conferă sistemelor ecologice în care sunt integrate un pronunțat caracter antientropic (evoluează în sensul creșterii gradului de organizare);
- sistemele ecologice, ca unități organizate, se definesc prin:
 - structură (elementele componente și relațiile dintre ele) și funcții specifice, dependente strict de o intrare continuă de energie calitativ superioară și de materie;
 - trăsături structurale și funcționale proprii, care nu rezultă din însumarea trăsăturilor elementelor componente;
- sistemele ecologice sunt sisteme mari care operează la scară de timp de ordinul anilor (ecosistemele), deceniilor, secolelor sau mileniilor (fig. 1.2.).

Ecosistemele sunt sisteme ecologice elementare/ sunt unități structurale și funcționale elementare ale mediului.

Să ne reamintim

Sistemele ecologice sunt unități ale ierarhiei organizatorice a mediului, iar ecosistemele sunt sisteme ecologice elementare. Sistemele ecologice sunt alcătuite dintr-o componentă vie (biotică) și o componentă nevie (abiotică). Componenta vie este reprezentată de sisteme biologice de nivel supraindividual (de la populație/specie până la biosferă), iar componenta nevie de ansamblul componentelor abiotice din spațiul ocupat de componenta vie (de la biotop la toposferă). Sistemele ecologice au caracter antientropic, sunt unități organizate, sunt sisteme mari și au o existență de ordinul anilor, deceniilor, secolelor sau mileniilor.



1.3. Rezumat

Materia vie este organizată în sisteme între care există relații ierarhice specifice. Organismele/ indivizii biologici integrează sisteme nebiologice și biologice organizate ierarhic, care formează ierarhia somatică și sunt integrate în sisteme biologice supraindividuale, organizate, de asemenea, ierarhic și care formează ierarhia organizatorică a vieții. Mediul înconjurător este alcătuit din sisteme organizate ierarhic, numite sisteme ecologice. Ierarhia organizatorică a mediului are patru trepte ierarhice de integrare a sistemelor ecologice. Ecosistemul reprezintă prima treaptă a acestei ierarhii și este alcătuit din biocenoză (sistem biologic de nivel supraindividual) și biotop (complexul fizico-chimic elementar).

Sistemele ecologice sunt unități ale ierarhiei organizatorice a mediului, iar ecosistemele sunt sisteme ecologice elementare. Sistemele ecologice sunt alcătuite dintr-o componentă vie (biotică) și o componentă nevie (abiotică). Componenta vie este reprezentată de sisteme biologice de nivel supraindividual (de la populație/specie până la biosferă), iar componenta nevie de ansamblul componentelor abiotice din spațiul ocupat de componenta vie (de la biotop la toposferă). Sistemele ecologice au caracter antientropic, sunt unități organizate, sunt sisteme mari și au o existență de ordinul anilor, deceniilor, secolelor sau mileniilor.



1.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor

- 1) Enumerați nivelurile de organizare a materiei vii.
- 2) Enumerați componentele majore ale mediului.
- 3) Enumerați nivelele ierarhice de integrare a sistemelor biologice supraindividuale în ierarhia sistemelor ecologice.
- 4) Enumerați treptele ierarhice de integrare a sistemelor ecologice în ierarhia organizatorică a mediului.
- 5) Sunt sisteme ecologice următoarele, cu excepția:
 - a. ecosistemul
 - b. biomul
 - c. ecosfera

- 6) Unitățile structurale și funcționale elementare ale mediului sunt
- 7) Ierarhia organizatorică a mediului se mai numește și:
- a. ierarhia sistemelor ecologice
 - b. ierarhia nivelurilor de organizare a materiei vii
 - c. ierarhia nivelurilor de integrare a materiei vii
- 8) Ecosistemele, ca sisteme organizate, se definesc prin următoarele, cu excepția:
- a. structură
 - b. funcții specifice
 - c. caracterul antientropic
- 9) Sistemele biologice de nivel supraindividual integrate în structura ecosistemelor sunt următoarele, cu excepția:
- a. biocenoza
 - b. populația sau specia
 - c. complexul regional de biocenoze
- 10) Sistemele ecologice prezintă următoarele caracteristici, cu excepția:
- a. au trăsături structurale și funcționale proprii
 - b. sunt sisteme care operează numai la scară de timp de ordinul deceniilor
 - c. au caracter antientropic



1.5. Bibliografie recomandată

- a. Botnariuc, N., 1999. *Evoluția sistemelor biologice supraindividuale*, Editura Universității din București.
- b. Cogălniceanu, D., 2007. *Ecologie și protecția mediului*, Ministerul Educației și Cercetării. Proiectul pentru învățământul rural.
http://www.ecoport.ro/dan_cogalniceanu/publications
- c. Vădineanu, A., 1998. *Dezvoltarea durabilă. Teorie și practică – Volumul I*, Editura Universității din București.

Capitolul 2. STRUCTURA ECOSISTEMELOR (1)

(după Botnariuc & Vădineanu 1982)



2.1. Introducere

În cadrul acestui capitol, studenților le sunt prezentate structura ecosistemului, structura biotopului și rolul factorilor abiotici geografici și mecanici în structurarea ecosistemelor.

Obiectivele cursului/capitolului sunt:

- Cunoașterea elementelor componente ale unui ecosistem și a tipurilor de relații dintre acestea;
- Însușirea structurii biotopului și a particularităților factorilor abiotici;
- Cunoașterea factorilor geografici și mecanici și a caracteristicilor acestora;
- Înțelegerea rolului factorilor geografici și mecanici în structurarea ecosistemelor;
- Asimilarea noțiunilor de biotop, factor abiotic, factor limitant, limită de toleranță;
- Cunoașterea unor adaptări ale organismelor animale și vegetale la acțiunea vântului, curenților apei și oscilațiilor de nivel ale apei.

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



2.2. Conținut

2.2.1. Structura ecosistemului

Ecosistemul cuprinde o parte vie – *biocenoza* și o parte nevie – *biotopul*, care formează un întreg prin interrelațiile complexe și dinamice care se realizează între componentele acestora.

Structura unui ecosistem include:

- elementele componente:
 - ale biotopului - componentele mediului fizico-chimic ocupat de biocenoză;
 - ale biocenozei – populațiile speciilor ce intră în alcătuirea acesteia;
- relațiile dintre elementele componente:
 - relațiile dintre componentele mediului fizico-chimic ocupat de biocenoză;
 - relațiile spațiale și temporale dintre populațiile biocenozei;
 - relațiile dintre biotop și biocenoză.

2.2.2. Rolul factorilor geografici și mecanici în structurarea ecosistemelor

Structura biotopului

Biotopul este alcătuit din componente ale celor trei sfere anorganice ale Pământului: *litosfera* (pătura ei superioară), *hidrosfera* și *atmosfera* (pătura ei inferioară).

Structura biotopului cuprinde totalitatea factorilor abiotici la nivel local, precum și interacțiunile dintre aceștia.

Factorii abiotici nu au valori constante, ci variază în timp și spațiu, între anumite limite. Astfel, există:

- variații cu o anumită periodicitate și o anumită amplitudine, numite *variații cu caracter de regim*;
- variații neperiodice și care depășesc ca amplitudine limitele variațiilor de regim, numite *variații cu caracter de perturbări sau de "zgomot"*.

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

Prin acțiunea selecției naturale, organisme se adaptează la variațiile cu caracter de regim ale factorilor abiotici, care devin, astfel, *limite de toleranță* ale populațiilor (speciilor) pentru factorii respectivi.

Variațiile cu caracter de perturbări apar pe neașteptate, frecvența și amplitudinea lor nefiind predictibile, astfel încât sunt percepute de către viețuitoare drept catastrofe naturale. De exemplu, temperaturile neobișnuit de scăzute sau de ridicate, secetele prelungite sau ploile torențiale, uraganele, valurile neobișnuite (de exemplu, cele provocate de erupțiile vulcanilor submarini).

Deoarece depășesc limitele de toleranță ale populațiilor (speciilor), variațiile neperiodice ale factorilor abiotici elimină un număr mare de indivizi din populație, cu scăderea uneori catastrofală a numărului acesteia. Variațiile neperiodice sunt, astfel, *factori limitanți* ai populațiilor (speciilor).

Intervalul de valori cuprins în întregul spectru de variație a factorilor abiotici în care speciile pot supraviețui și persista este cunoscut sub denumirea de *interval de toleranță*, iar limitele extreme ale acestuia sunt denumite *limite de toleranță*. Valorile factorilor abiotici cuprinse în intervalul de toleranță, la care speciile sau populațiile funcționează în modul cel mai eficient alcătuiesc *intervalul optim* (*optumul dezvoltării*).

Factorii abiotici sunt *factorii geografici*, *factorii mecanici*, *factorii fizici* și *factorii chimici*.

Să ne reamintim

Ecosistemul este alcătuit din biotop (partea nevie) și biocenoză (partea vie), între care există relații complexe și dinamice. Structura ecosistemului include, deci, elementele componente ale biotopului și biocenozei și toate relațiile dintre acestea. Biotopul este alcătuit din componente ale litosferei, hidrosferei și atmosferei. Structura biotopului include totalitatea factorilor abiotici (geografici, mecanici, fizici și chimici) de la nivel local și interacțiunile dintre aceștia. Factorii abiotici variază în timp și spațiu, iar variațiile acestora pot avea caracter de regim (sunt periodice și au o anumită amplitudine) sau caracter de perturbări (sunt neperiodice și depășesc limitele variațiilor de regim). Variațiile cu caracter de regim devin limite de toleranță ale populațiilor/speciilor, iar variațiile cu caracter de perturbări sunt factori limitanți ai populațiilor sau speciilor.

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 trăsături particulare altor factori abiotici, precum lumina, temperatura, umiditatea, curenții etc.
- **Poziția geografică** pe glob (longitudinea și latitudinea) imprimă ecosistemului caracteristicile specifice zonei climatice în care acesta este situat. De exemplu, România este situată în zona de climă temperată.
- **Altitudinea** este un factor care "nuanțează" condițiile generale conferite de zona climatică. De exemplu, urcând pe culmile Carpaților se întâlnesc condiții de climă mai aspre decât la șes.
- **Expoziția geografică** are un rol foarte important în numeroase ecosisteme. Ecosistemele situate pe pante cu expuneri diferite față de Soare sau față de vânturile dominante se deosebesc profund între ele.
- **Morfologia ecosistemului** este, de asemenea, un factor care influențează profund desfășurarea vieții biocenozelor. De exemplu, gradul de sinuozitate al liniei țărmului este un factor cu repercusiuni profunde asupra desfășurării vieții dintr-o baltă.

Să ne reamintim

Factorii geografici ai biotopului sunt poziția geografică, altitudinea, expoziția geografică, morfologia ecosistemului. Aceștia influențează indirect structura ecosistemului, prin imprimarea unor trăsături particulare altor factori abiotici, precum lumina, temperatura, umiditatea.

Factorii mecanici

Sunt reprezentați de efectele mișcării aerului - *vântul* și efectele mișcării apei - *curenți, valuri*.

Vântul reprezintă mișcarea maselor de aer, deci *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).

Efectele ecologice ale vântului sunt fie directe, fie indirecte, ca rezultat al interacțiunii cu apa.

Efectele ecologice directe ale vântului:

- Vântul are rol important de transport: transportă energie termică, nori (deci umiditate), cenușă vulcanică, praf, nisip etc.
- Vântul are o mare forță de eroziune, mai ales când este încărcat cu particule de praf, nisip și are o viteză mare; materialul transportat este depus, producând importante efecte de colmatare a apelor, de transformare a solurilor.
- Numeroase specii au adaptări diverse la acțiunea vântului:
 - Adaptări legate de reproducere
 - polenizarea cu ajutorul vântului la unele plante (conifere, graminee etc.);
 - Adaptări legate de răspândire
 - semințe cu structuri specializate pentru transportul cu ajutorul vântului la unele plante (plop, pădăie etc.);
 - multe nevertebrate de dimensiuni mici se răspândesc pasiv cu ajutorul vântului (păianjeni, omizi etc.);
 - multe păsări bune zburătoare se folosesc de curenții de aer pentru a plana timp îndelungat, economisind astfel energia consumată în zbor pentru căutarea hranei sau migrație;
 - Adaptări legate de rezistența la forța vântului
 - tulpini cu formă de cilindru plin și țesuturi cu rezistență mecanică la plantele terestre, mai ales lemnoase, arborescente;

- tulpini cu formă de cilindru gol la graminee, care suportă forța vântului prin elasticitate și flexibilitate;
- reducerea taliei la plantele de altitudine;
- reducerea sau absența aripilor la insectele insulare, montane sau din zonele de coastă.

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

Curenții oceanici orizontali și verticali sunt determinați de acțiunea combinată a încălzirii inegale a maselor de apă, a vântului și a forței Coriolis (rezultată din mișcarea de rotație a Pământului). În lacuri, curenții orizontali se datorează vântului, afluenților și efluenților lacurilor, iar cei verticali, diferențelor de densitate provocate de variațiile sezoniere sau diurne ale temperaturii (apa mai caldă are densitate mai mică și se deplasează la suprafață, iar apa mai rece are densitate mai mare și deplasează în profunzime).

Valurile se datorează acțiunii vântului și determină amestecarea apelor superficiale în oceane sau lacuri adânci, iar în apele continentale de mică adâncime determină amestecarea întregii mase a apei.

În apele oceanice, *oscilațiile periodice de nivel* sunt determinate de forța de atracție exercitată de Lună și de Soare asupra Pământului, care are ca rezultat formarea *mareelor* (flux și reflux), fenomen cu o strictă periodicitate de aproximativ 12 ore. În apele continentale stătătoare (lacuri, bălți), oscilațiile de nivel se datorează precipitațiilor sau forțelor hidrostatice.

Efectele ecologice ale mișcării apei:

- Apa are rol important de transport: transportă substanțe dizolvate sau în suspensie (inclusiv poluanți), organisme vii;
 - curenții oceanici și apele curgătoare transportă nutrienți (substanțe minerale și organice), având rol esențial în funcționarea biocenozelor;

- curenții descendenți din oceane și lacuri transportă oxigen spre păturile profunde ale apelor, având rol în desfășurarea vieții bentonice și realizarea mineralizării (eliberarea elementelor minerale biogene din materia organică);
- curenții oceanici transportă mari cantități de organisme și sunt folosiți de multe specii migratoare, cărora le ușurează migrația.
- Apa are o mare forță de eroziune; materiale provenite din eroziune, împreună cu cele provenite din spălarea solurilor de către apele de șiroire sunt transportate sub formă de suspensii de apele curgătoare și sedimentate treptate, pe măsura scăderii vitezei curentului;
- Speciile din apele curgătoare cu un curent puternic și cele din zonele dezgolate periodic în urma oscilațiilor de nivel ale apei (zona mareelor, zonele inundabile), prezintă adaptări pentru a evita antrenarea lor în aval, respectiv pentru supraviețuire în perioadele de retragere a apelor; exemple de adaptări la animalele din apele curgătoare:
 - corp turtit dorso-ventral, la stadiile acvatice ale unor insecte;
 - dezvoltarea de ventuze sau cârlige cu care se fixează de substrat, la hirudinee, larvele unor insecte acvatice;
 - construirea de căsuțe din nisip, pietriș sau resturi vegetale, fixate de substrat sau de căsuțe mobile din pietricele mai mari, care le sporesc greutatea, la unele larve de insecte acvatice.

Să ne reamintim

Factorii mecanici ai biotopului sunt reprezentați de vânt și mișcările apei (curenți, valuri). Efectele ecologice ale vântului sunt directe și indirecte, determinate de interacțiunea cu apa. Printre efectele directe se numără: rolul de transport al vântului, acțiunea vântului ca factor de eroziune, adaptări ale speciilor pentru a rezista la forța vântului, adaptări ale speciilor legate de răspândire, reproducere. Efectele ecologice ale mișcării apei sunt legate de rolul de transport al apei, de acțiunea apei ca factor de eroziune și de numeroase adaptări ale speciilor care trăiesc

în apele curgătoare cu curent puternic sau în zonele neacoperite periodic de apă în urma oscilațiilor de nivel ale acesteia.



2.3. Rezumat

Ecosistemul este alcătuit din biotop (partea nevie) și biocenoză (partea vie), între care există relații complexe și dinamice. Structura ecosistemului include, deci, elementele componente ale biotopului și biocenozei și toate relațiile dintre acestea. Biotopul este alcătuit din componente ale litosferei, hidrosferei și atmosferei. Structura biotopului include totalitatea factorilor abiotici (geografici, mecanici, fizici și chimici) de la nivel local și interacțiunile dintre aceștia. Factorii abiotici variază în timp și spațiu, iar variațiile acestora pot avea caracter de regim (sunt periodice și au o anumită amplitudine) sau caracter de perturbări (sunt neperiodice și depășesc limitele variațiilor de regim). Variațiile cu caracter de regim devin limite de toleranță ale populațiilor/speciilor, iar variațiile cu caracter de perturbări sunt factori limitanți ai populațiilor sau speciilor.

Factorii geografici ai biotopului sunt poziția geografică, altitudinea, expoziția geografică, morfologia ecosistemului. Aceștia influențează indirect structura ecosistemului, prin imprimarea unor trăsături particulare altor factori abiotici, precum lumina, temperatura, umiditatea.

Factorii mecanici ai biotopului sunt reprezentați de vânt și mișcările apei (curenți, valuri). Efectele ecologice ale vântului sunt directe și indirecte, determinate de interacțiunea cu apa. Printre efectele directe se numără: rolul de transport al vântului, acțiunea vântului ca factor de eroziune, adaptări ale speciilor pentru a rezista la forța vântului, adaptări ale speciilor legate de răspândire, reproducere. Efectele ecologice ale mișcării apei sunt legate de rolul de transport al apei, de acțiunea apei ca factor de eroziune și de numeroase adaptări ale speciilor care trăiesc în apele curgătoare cu curent puternic sau în zonele neacoperite periodic de apă în urma oscilațiilor de nivel ale acesteia.



2.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor

- 1) **Variațiile cu caracter de regim ale factorilor abiotici:**
 - a. reprezintă factori limitanți ai populațiilor
 - b. reprezintă limite de toleranță ale populațiilor
 - c. reprezintă variații neperiodice
- 2) **Ecosistemul cuprinde o parte nevie, numită și o parte vie, numită**
- 3) **Enumerați cele 4 tipuri de factori abiotici.**
- 4) **Enumerați cele 4 tipuri de factori geografici.**
- 5) **Variațiile cu caracter de perturbări ale factorilor abiotici:**
 - a. reprezintă factori limitanți ai populațiilor
 - b. reprezintă limite de toleranță ale populațiilor
 - c. sunt variații cu caracter de regim
- 6) **Nu sunt factori abiotici mecanici:**
 - a. valurile
 - b. morfologia ecosistemului
 - c. vântul
- 7) **Construirea de căsuțe din nisip, pietriș sau resturi vegetale reprezintă o adaptare a larvelor de insecte din apele curgătoare:**
 - a. la curenții verticali
 - b. pentru supraviețuire în perioadele de retragere a apelor
 - c. la curentul puternic al apei
- 8) **Polenizarea cu ajutorul vântului la unele plante reprezintă o adaptare la acțiunea vântului legată de:**
 - a. reproducere
 - b. răspândire
 - c. rezistența la forța vântului
- 9) **Enumerați factorii abiotici mecanici.**
- 10) **Care dintre afirmațiile următoare nu este adevărată:**
 - a. vântul are o mare forță de eroziune
 - b. tulpinile cu formă de cilindru plin reprezintă o adaptare la acțiunea vântului
 - c. apa nu are rol de transport



2.5. Bibliografie recomandată

- a. Botnariuc, N., Vădineanu, A., 1982. *Ecologie*, Editura Didactică și Pedagogică, București.
- b. Cogălniceanu, D., 2007. *Ecologie și protecția mediului*, Ministerul Educației și Cercetării.

Proiectul pentru învățământul rural.

http://www.ecoport.ro/dan_cogalniceanu/publications

Capitolul 3. STRUCTURA ECOSISTEMELOR (2)

(după Botnariuc & Vădineanu 1982)



3.1. Introducere

În cadrul acestui capitol este prezentat rolul factorilor abiotici fizici în structurarea ecosistemelor.

Obiectivele cursului/capitolului sunt:

- Cunoașterea factorilor fizici și a caracteristicilor acestora;
- Înțelegerea rolului temperaturii și focului în structurarea ecosistemelor;
- Înțelegerea rolului apei și umidității în structurarea ecosistemelor;
- Cunoașterea unor adaptări ale organismelor la acțiunea temperaturii, la funcția informațională a luminii și la acțiunea apei și umidității.

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



3.2. Conținut

3.2.1. Rolul factorilor fizici în structurarea ecosistemelor

Factorii fizici

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

Temperatura. Fluctuațiile cu caracter de regim ale temperaturii sunt incluse într-o gamă foarte largă de domenii de fluctuații, care este dependentă de alți factori, precum poziția geografică pe glob, expoziția, altitudinea.

În cadrul limitelor de fluctuație a temperaturii se pot diferenția două categorii de domenii:

- domenii compatibile cu viața activă a indivizilor și populațiilor;

- domenii în care fluctuațiile de temperatură induc stări de viață latentă în diferite grade.

Limitele acestor domenii sunt cunoscute ca *limite de toleranță*.

Fiecărei specii sau chiar populații îi este caracteristic un anumit domeniu de temperaturi (limite de toleranță termică) pentru viața activă și, respectiv, pentru viața latentă. În plus, pot exista domenii particulare fiecărui stadiu de dezvoltare sau fiecărei categorii de indivizi (morfe) din componența acestora.

Temperatura optimă este temperatura la care procesele metabolice și, deci, întreaga activitate, creșterea și dezvoltarea se produc cu cele mai mici pierderi de energie. Temperatura optimă este diferită în diferite faze de dezvoltare individuală, deci pentru indivizi de vârste diferite. De aceea, vorbim de o *temperatură optimă ecologică*, care este temperatura la care activitatea unei populații cu structură complexă (alcătuită din diferite categorii de indivizi) se desfășoară cu minim de pierderi energetice.

Populațiile sunt adaptate la un anumit *regim termic optim*, deci la o anumită amplitudine a variațiilor de temperatură și nu la o anumită temperatură constantă.

Temperatura zero a dezvoltării este temperatura la care încep dezvoltarea și activitatea individuală. Temperaturile situate deasupra lui zero ecologic și la care dezvoltarea se desfășoară normal, poartă numele de *temperatură eficientă* și reprezintă diferența dintre temperatura la care se află organismul (T) și temperatura zero a dezvoltării (K). Constanta K reprezintă o caracteristică speciei. Un organism își desăvârșește dezvoltarea și, deci, poate ajunge la reproducere, dacă, în condițiile biotopului dat, este întrunită o anumită *sumă a temperaturilor zilnice eficiente* (S). Temperatura eficientă (S) este, de asemenea, o caracteristică a speciei și se calculează după formula: $S = (T-K)D$, unde D este numărul de zile.

Efectele ecologice ale temperaturii:

- Dacă nu este întrunită suma de zile-grade necesare dezvoltării normale (S), specia nu se poate instala în ecosistemul dat. Deci, S reprezintă un factor important care poate limita răspândirea geografică a speciilor.

- Dacă suma temperaturilor zilnice eficiente (S) este suficient de mare, unele specii pot avea mai multe generații pe an;
 - în același biotop o specie de insecte este capabilă să producă 2-3 sau chiar mai multe generații pe an, în timp ce altă specie, mai pretențioasă față de temperatură, nu produce decât o singură generație pe an;
 - o specie care produce 2-3 generații pe an în zonele de câmpie (de ex. gândacul din Colorado), nu reușește să producă decât o singură generație pe an la munte, unde temperatura medie anuală este mai scăzută;
 - în anii cu temperaturi ridicate se înmulțesc mult anumiți dăunători pretențioși la temperatură, în timp ce în anii cu temperaturi scăzute aceste specii nu creează probleme.
- Organismele au adaptări la acțiunea temperaturii, care au rolul de a menține balanța termică a fiecărui individ:
 - Adaptări morfologice
 - reducerea sau creșterea suprafeței de schimb a energiei calorice; exemple:
 - talie mai mare la unele specii de animale din regiunile nordice, comparativ cu cele înrudite din regiunile sudice;
 - dimensiuni mai reduse ale apendicelor (urechi, picioare, cozi) la speciile de mamifere din zonele reci, comparativ cu cele înrudite din zonele calde și temperate;
 - colorit mai deschis al corpului la unele specii de insecte din zonele deșertice sau al cochiliei la unele specii de moluște care trăiesc în zona superioară a fluxului;
 - alungirea picioarelor la unele specii de insecte din zonele deșertice, care le permit distanțarea corpului de suprafața fierbinte a nisipului;
 - dezvoltarea diferitelor sculpturi pe cochilii, care sporesc pierderile de căldură prin convecție, la unele specii de moluște care trăiesc în zona superioară a fluxului.

○ Adaptări fiziologice și comportamentale

- reglarea temperaturii corpului prin mecanisme fiziologice la animalele *homeoterme* sau *endoterme* (păsări și mamifere), la care procesele metabolice sunt suficient de active încât să permită menținerea constantă a temperaturii corpului;
- reglarea comportamentală a temperaturii corpului, între anumite limite, la animalele *poikiloterme* sau *ectoterme*, care au temperatura corpului variabilă și dependentă de temperatura mediului ambiant;
- încetinirea ritmului biologic în perioadele nefavorabile, fenomen numit *diapauză*:
 - *diapauza estivală* sau *estivația* - apare în sezonul cald la unele specii de nevertebrate și vertebrate din zonele cu veri foarte călduroase și uscate;
 - *diapauza hiemală* - apare în sezonul rece:
 - *starea de amortire* la nevertebrate, pești, amfibieni, reptile;
 - *somnul de iarnă* la unele mamifere (veveriță, cârțiță, urși etc.);
 - *hibernarea* la unele mamifere (arici, lilieci, popândău, șoareci etc.).
- *migrații de iarnă* la unele specii de păsări, mamifere.

Focul

În anumite condiții – o anumită periodicitate (frecvență), foc iute și de scurtă durată – acest factor dobândește caracter de regim și are consecințe ecologice complexe. Focul este un puternic element de control al structurii anumitor ecosisteme, precum savanele africane, ecosistemele de stepă și anumite tipuri de păduri.

Să ne reamintim

Fiecare specie are un domeniu caracteristic de temperaturi pentru viața activă și pentru viața latentă. Există o temperatură optimă ecologică, la care activitatea unei populații cu structură complexă se desfășoară cu minim de pierderi energetice. Populațiile sunt adaptate la un regim termic optim, deci la o anumită amplitudine a variațiilor de temperatură. Printre efectele ecologice ale temperaturii se numără răspândirea geografică a speciilor, numărul de generații pe an ale unei specii, adaptări morfologice, fiziologice și comportamentale pentru menținerea balanței termice a organismelor individuale. Focul este un element de control al structurii anumitor ecosisteme, precum savanele africane.

Lumina

Lumina reprezintă porțiunea vizibilă a radiațiilor electromagnetice (*spectrul vizibil*), cu lungimea de undă cuprinsă între 4000-7000 Å.

Lumina îndeplinește două funcții: energetică și informațională.

- *Funcția energetică a luminii*
 - Constă în faptul că energia radiațiilor din spectrul vizibil este folosită de către organismele vegetale pentru sinteza de substanțe organice, în procesul de *fotosinteză*. Astfel, se realizează intrarea de energie în ecosistem.
 - Efecte ecologice
 - Fluctuațiile în timp și spațiu ale cantității de energie solară incidentă la suprafața uscatului și oceanului planetar determină:
 - diferențierea structurală a asociațiilor vegetale;
 - diferențierea ratelor de intrare a energiei în ecosistem.
- *Funcția informațională a luminii*
 - Radiațiile luminoase permit organismelor perceperea informațiilor din mediul înconjurător pe cale vizuală, prin intermediul organelor vizuale. Aceasta determină:
 - anumite comportamente (reacții) ale organismelor,

- anumite relații cu mediul abiotic și biotic.
- Efecte ecologice
 - Alternanța zi-noapte și, mai ales, variația duratei relative a zilei și a nopții în cursul anului, determină reacții complexe, atât la organismele vegetale, cât și la cele animale, reacții care în ansamblu poartă numele de *fotoperiodism*.
 - De exemplu, existența unei alternanțe a perioadelor de activitate cu perioade de repaus într-un interval de 24 de ore, cu apariția unor *ritmuri circadiene* sau *nictemerale*.
 - Perceperea formei, culorii, mișcării obiectelor înconjurătoare și a distanțelor de către animale, determină dezvoltarea a numeroase și variate corelații intra- și interspecifice, cu semnificații foarte diferite; exemple:
 - dezvoltarea de mijloace de apărare sau de atac; exemple de mijloace de apărare:
 - *mimetismul* = imitarea coloritului, desenului, formei generale a corpului unor specii care au mijloace eficiente de apărare, de către altele, inofensive, care sunt astfel evitate de prădători;
 - *homocromia* = asemănarea coloritului general al corpului cu cel al substratului pe care trăiește;
 - *imitația* = presupune nu numai copierea coloritului general, ci și a desenului și chiar a formei unor părți ale substratului (frunze, ramuri uscate etc.);
 - dezvoltarea de mijloace de atragere a prăzii, precum *emiterea de lumină* (fenomenul de *bioluminescență*);
 - evoluția corelată a unor grupe de organisme; de exemplu, evoluția corelată dintre plantele cu flori și insectele polenizatoare.

Apa și umiditatea

Pe Pământ, existența vieții este indisolubil legată de apă, care, datorită însușirilor sale fizice și chimice, este esențială în desfășurarea multor procese biochimice, fiziologice și ecologice esențiale.

Dacă în ecosistemele acvatice apa nu poate deveni un factor limitant, în ecosistemele terestre apa este răspândită extrem de neuniform și, de aceea, cantitatea de apă poate deveni un factor limitant. Principalele surse de apă pentru ecosistemele terestre sunt *precipitațiile, umiditatea aerului, apa din sol și apa subterană*.

Precipitațiile

- Cantitatea absolută de precipitații dintr-o zonă este foarte importantă pentru activitatea ecosistemului și determină caracterul general al ecosistemelor:
 - între 0-250 mm/an se instalează deșertul;
 - între 250-750 mm/an se instalează stepa, savana, pădurea;
 - între 750-1250 mm/an se instalează pădurile uscate;
 - peste 1250 mm/an se instalează pădurile umede (ecuatoriale).
- Repartiția în timp a precipitațiilor este, de asemenea, foarte importantă pentru activitatea ecosistemului:
 - în zona ecuatorială repartiția precipitațiilor este cea mai uniformă;
 - în zonele temperate repartiția precipitațiilor este relativ uniformă;
 - în zonele tropicale și subtropicale există un sezonul ploios (vara) și un sezon secetos (iarna).

Umiditatea aerului

- este determinată de cantitatea de vapori de apă din atmosferă;
- depinde de temperatura și presiunea aerului;
- influențează puternic productivitatea plantelor (cantitatea de biomasă pe care o produc pe unitatea de suprafață în timp).

Apa din sol. Cantitatea și accesibilitatea pentru plante a apei din sol sunt influențate de structura solului.

Efecte ecologice ale apei și umidității

- Fiecare ecosistem are un bilanț hidric propriu, specific, determinat de faptul că este situat într-o anumită zonă și configurație geografică, are un anumit regim de precipitații, o anumită umiditate a aerului și o anumită structură a solului. Specificitatea bilanțului său hidric constă în aceea că circuitul apei se realizează în mod propriu ecosistemului, cu un anumit echilibru între intrări și ieșiri, cu un anumit regim de oscilații în spațiu și în timp. Populațiile biocenozelor sunt adaptate la acest regim hidric specific.
- Organismele din mediul acvatic au adaptări legate de asigurarea respirației, a plutirii și înotului.
- Organismele din mediul terestru au adaptări pentru menținerea bilanțului hidric (un anumit raport între intrările și ieșirile de apă din corp), care se poate realiza pe mai multe căi:
 - reducerea pierderilor de apă la minimum posibil, de exemplu prin:
 - reducerea transpirației la plante ca urmare a dezvoltării unei epiderme pluristratificate, a unei cuticule groase, adesea acoperite de un strat de ceară;
 - reducerea dimensiunilor sau a numărului frunzelor la plante;
 - impermeabilizarea tegumentului la reptile, păsări, mamifere, insecte;
 - reducerea glandelor sudoripare la rozătoare, antilope care trăiesc în deșerturi;
 - utilizarea cu maximă eficiență a resurselor externe sau interne de apă, de exemplu prin:
 - alungirea puternică a rădăcinilor plantelor pe verticală, astfel încât ajung până la apa freatică;
 - eliminarea unei cantități minime de apă prin urină la animale;
 - utilizarea apei ce rezultă din procesele metabolice la unele animale, precum dromaderul;
 - acumularea de rezerve de apă; de exemplu prin:

- acumularea de apă în țesutul acvifer din frunze sau tulpini la plante (de ex. la cactuși).

Să ne reamintim

Lumina are o funcție energetică și o funcție informațională. Prin funcția energetică a luminii se realizează intrarea de energie în ecosistem, în urma procesului de fotosinteză. Funcția informațională a luminii asigură perceperea informațiilor din mediul înconjurător de către organisme, pe cale vizuală și are ca rezultat anumite comportamente și anumite relații ale acestora cu componentele biotice și abiotice ale mediului. Printre efectele ecologice ale funcției informaționale a luminii se numără fotoperiodismul, dezvoltarea de mijloace de apărare a organismelor, precum mimetismul, homocromia, imitația.

Apa reprezintă un factor limitant în ecosistemele terestre. Precipitațiile, umiditatea aerului, apa din sol și apa subterană reprezintă surse importante de apă pentru ecosistemele terestre. Cantitatea absolută și repartitia în timp a precipitațiilor sunt foarte importante pentru activitatea ecosistemului, iar umiditatea aerului influențează productivitatea plantelor. Printre efectele ecologice ale apei și umidității se numără adaptarea populațiilor biocenozelor la regimul hidric specific ecosistemului, adaptări ale organismelor din mediul acvatic pentru asigurarea respirației și deplasării, adaptări ale organismelor terestre pentru menținerea balanței hidrice.



3.3. Rezumat

Factorii abiotici fizici sunt temperatura, focul, apa și umiditatea. Fiecare specie are un domeniu caracteristic de temperaturi pentru viața activă și pentru viața latentă. Există o temperatură optimă ecologică, la care activitatea unei populații cu structură complexă se desfășoară cu minim de pierderi energetice. Populațiile sunt adaptate la un regim termic optim, deci la o anumită amplitudine a variațiilor de temperatură. Printre efectele ecologice ale temperaturii se numără răspândirea geografică a speciilor, numărul de generații pe an ale unei specii, adaptări morfologice, fiziologice și comportamentale pentru menținerea balanței termice a

organismelor individuale. Focul este un element de control al structurii anumitor ecosisteme, precum savanele africane.

Lumina are o funcție energetică și o funcție informațională. Prin funcția energetică a luminii se realizează intrarea de energie în ecosistem, în urma procesului de fotosinteză. Funcția informațională a luminii asigură perceperea informațiilor din mediul înconjurător de către organisme, pe cale vizuală și are ca rezultat anumite comportamente și anumite relații ale acestora cu componentele biotice și abiotice ale mediului. Printre efectele ecologice ale funcției informaționale a luminii se numără fotoperiodismul, dezvoltarea de mijloace de apărare a organismelor, precum mimetismul, homocromia, imitația.

Apa reprezintă un factor limitant în ecosistemele terestre. Precipitațiile, umiditatea aerului, apa din sol și apa subterană reprezintă surse importante de apă pentru ecosistemele terestre. Cantitatea absolută și repartiția în timp a precipitațiilor sunt foarte importante pentru activitatea ecosistemului, iar umiditatea aerului influențează productivitatea plantelor. Printre efectele ecologice ale apei și umidității se numără adaptarea populațiilor biocenozelor la regimul hidric specific ecosistemului, adaptări ale organismelor din mediul acvatic pentru asigurarea respirației și deplasării, adaptări ale organismelor terestre pentru menținerea balanței hidrice.



3.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor

1) Enumerați factorii abiotici fizici.

2) Populațiile nu sunt adaptate la:

- a. o anumită temperatură constantă
- b. un regim termic optim
- c. o anumită amplitudine a variațiilor de temperatură

3) Temperatura optimă ecologică reprezintă:

- a. temperatura la care activitatea unei populații se desfășoară cu pierderi energetice minime
- b. temperatura la care procesele metabolice, creșterea și dezvoltarea se produc cu pierderi energetice minime
- c. temperatura la care încep dezvoltarea și activitatea individuală

4) Adaptările organismelor la acțiunea temperaturii au rolul:

- a. de a menține balanța hidrică a indivizilor
- b. de a permite răspândirea geografică a indivizilor
- c. de a menține balanța termică a indivizilor

5) Diapauza hiemală reprezintă o adaptare:

- a. la variația umidității
- b. la variația temperaturii
- c. la variația cantității de precipitații

6) Enumerați cele două funcții ale luminii.

7) Precizați care dintre funcțiile luminii este legată de procesul de fotosinteză.

8) Ritmurile circadiene sau nictemerale sunt determinate de:

- a. funcția informațională a luminii
- b. funcția energetică a luminii
- c. umiditatea aerului

9) Mimetismul, homocromia și imitația sunt adaptări ale organismelor la:

- a. factorul umiditate
- b. factorul lumină
- c. factorul temperatură

10) Nu sunt efecte ecologice ale apei și umidității:

- a. adaptări ale organismelor terestre pentru menținerea balanței hidrice
- b. adaptări ale populațiilor biocenozei la regimul hidric specific ecosistemului
- c. adaptări ale organismelor acvatice la curentul puternic al apei



3.5. Bibliografie recomandată

- a. Botnariuc, N., Vădineanu, A., 1982. *Ecologie*, Editura Didactică și Pedagogică, București.
- b. Cogălniceanu, D., 2007. *Ecologie și protecția mediului*, Ministerul Educației și Cercetării.
Proiectul pentru învățământul rural.
http://www.ecoport.ro/dan_cogalniceanu/publications

Capitolul 4. STRUCTURA ECOSISTEMELOR (3)

(după Botnariuc & Vădineanu 1982)



4.1. Introducere

În cadrul acestui capitol sunt prezentate: rolul factorilor abiotici chimici în structurarea ecosistemelor; categoriile de factori abiotici din perspectiva rolului și importanței lor pentru structura și funcționarea biocenozei; interacțiunea factorilor abiotici.

Obiectivele cursului/capitolului sunt:

- Cunoașterea factorilor chimici și a caracteristicilor acestora;
- Înțelegerea rolului compoziției ionice, salinității, oxigenului și pH-ului în structurarea ecosistemelor;
- Asimilarea noțiunilor de valență ecologică, optim ecologic și însușirea terminologiei pentru diferiți factori ecologici.
- Înțelegerea rolului factorilor biologici ca resurse și condiții pentru structura și funcționarea biocenozei;
- Cunoașterea modului de interacțiune a factorii abiotici.

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



4.2. Conținut

4.2.1. Rolul factorilor chimici în structurarea ecosistemelor

Factorii chimici

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

Compoziția ionică este un factor important pentru desfășurarea fotosintezei, proces prin care energia solară este convertită în energia chimică a substanțelor organice sintetizate. Fotosinteza se află la baza producției vegetale. Principalii nutrienți minerali, fără de care producția vegetală nu este posibilă, sunt azotul (N), fosforul (P) și potasiul (K).

Compoziția ionică a apelor marine este reprezentată de următorii cationii în ordinea concentrațiilor: sodiu Na^+ , magneziu Mg^{2+} , calciu Ca^{2+} , potasiu K^+ și stronțiu Sr^{2+} și de următorii anionii, tot în ordinea concentrațiilor: clor Cl^- , sulfat SO_4^{2-} , brom Br^- și carbonat CO_3^{2-} .

Compoziția ionică a apelor dulci este total diferită de cea a apelor marine: principalii ioni considerați după concentrațiile care le realizează sunt: cationii Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ și anionii CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , Cl^- . Ionii de Ca^{2+} și Mg^{2+} au importanță primordială, fiind responsabili de duritatea apei.

Apa marină conține mai mulți cationi și anioni comparativ cu apa dulce. Compoziția ionică a apelor dulci este extrem de variabilă în timp și spațiu, comparativ cu cea a oceanului planetar, care rămâne în linii mari constantă.

Efecte ecologice

- Fluctuațiile în spațiu și timp ale compoziției ionice condiționează distribuția florei și faunei și, deci, structura și productivitatea biocenozelor naturale.
- Fluctuațiile cu caracter de zgomot în compoziția ionică a apelor continentale și oceanice sunt determinate de activitatea omului, care are ca rezultat introducerea în aceste ape a unor cantități mari de fosfor, azot sau alte elemente, care în mod normal, au o pondere neglijabilă în balanța ionică. Efectele unor asemenea fluctuații se concretizează în modificări profunde ale calității și cantității producției biologice.

Salinitatea (S‰)

Salinitatea reprezintă greutatea elementelor solvite (dizolvate) exprimată în grame; experimental, salinitatea se determină în vacuum, la 480°C . Apa marină standard are salinitatea de 35 g/kg sau 35‰. În apa dulce salinitatea este de 1‰.

Apa marină este o soluție complexă a cărei compoziție ionică și salinitate sunt determinate de echilibrul dintre ratele de intrare și de ieșire ale ionilor, de intensitatea procesului de evaporare și de valoare influxului de ape dulci.

În general, se consideră cu apele oceanice au o salinitate cuprinsă în domeniul 34-36‰, dar, datorită faptului că sunt diferențieri în spațiu în ceea ce privește regimul pluviometric, rata de evaporare și în circulația apelor, se constată valori ale salinității în afara acestui domeniu. De exemplu, în Marea Neagră, datorită aportului de apă dulce al unor fluvii mari (Dunăre, Nipru, Nistru), salinitatea apelor de suprafață se reduce la 17-18‰.

Efecte ecologice

- Fluctuațiile salinității în spațiu și timp
 - influențează profund compoziția specifică a biocenozelor naturale,
 - induce adaptări complexe la populațiile naturale,
 - condiționează răspândirea geografică a speciilor.
- Există adaptări ale populațiilor naturale care asigură menținerea unui echilibru osmotic între mediul intern și extern al corpului sau controlul între anumite limite a presiunii osmotice a mediului intern independent de modificările salinității;
 - Cu excepția peștilor osoși, reptilelor, păsărilor și mamiferelor, care sunt organisme *homeosmotice* (controlează presiunea osmotică a mediului intern), celelalte grupe de animale care populează mediul marin se află în marea lor majoritate în echilibru osmotic cu mediul extern, deci sunt *poichilosmotice*: compoziția ionică a mediului intern este foarte asemănătoare cu cea a apei marine;
 - Fiecare specie poate să-și ajusteze compoziția și concentrația mediului intern, în vederea conservării echilibrului osmotic, numai în anumite limite (limite de toleranță).
 - Majoritatea speciilor care populează oceanul și mările deschise au limite de toleranță foarte înguste (sunt *stenohaline*), iar speciile

care populează zona neritică (pătura de apă a zonei litorale) și estuarele au limite de toleranță foarte largi (sunt *eurihaline*).

- Când indivizii controlează o presiune osmotică internă mai mică decât a mediului extern, prin conservarea apei în corp și eliminarea sărurilor, speciile au *comportament hiposmotic*;
- Când indivizii controlează o presiune osmotică internă mai mare decât a mediului extern, prin pomparea apei din corp și preluarea ionilor din mediu, speciile au *comportament hiperosmotic*.

Să ne reamintim

Compoziția ionică este un factor important pentru desfășurarea fotosintezei, care se află la baza producției vegetale. Efectele ecologice ale compoziției ionice sunt distribuția florei și faunei și, ca o consecință, structura și productivitatea biocenozelor naturale. Salinitatea reprezintă greutatea elementelor dizolvate exprimată în grame. Fluctuațiile salinității în timp și spațiu influențează compoziția biocenozelor naturale, determină adaptări ale populațiilor și condiționează răspândirea geografică a speciilor.

Oxigenul

În ecosistemele terestre, oxigenul se găsește în straturile inferioare ale atmosferei în concentrație constantă de 20,95%, astfel încât nu constituie un factor limitativ. Concentrația oxigenului din aer este un factor care influențează componența comunităților de organisme doar în sol, unde pot exista dificultăți de aerare sau în ecosistemele situate la altitudini mari, unde presiunea atmosferică scade.

În ecosistemele acvatice, cantitatea de oxigen disponibilă organismelor prezintă 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 populațiilor din ecosistemele acvatice.

Solubilitatea oxigenului în apă este relativ scăzută și este puternic influențată de temperatură, salinitate și presiunea atmosferică. Fluctuația în timp și spațiu a

concentrației de oxigen dizolvat în apele naturale este determinată și de alți factori abiotici și biotici, dintre care cei mai importanți sunt:

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

Mișcările apei și activitatea organismelor fotosintetizante influențează în sensul creșterii gradului de oxigenare a apei, mergând până la suprasaturare, în timp ce ceilalți factori determină oscilații ale concentrației de oxigen sub valoarea concentrației de echilibru (saturație).

Efecte ecologice

- Diferențierea în spațiu a diferitelor tipuri de ecosisteme acvatice (pâraie, râuri, bălți, ghioluri, lacuri, mări etc.), care se caracterizează prin domenii particulare de fluctuație ale concentrației oxigenului.
- Diferențierea spațială pe verticală în cadrul aceluiași ecosistem acvatic (lac, mare, ocean), fiecărui strat fiindu-i caracteristice anumite domenii de fluctuație a concentrației oxigenului.
- Oscilațiile în spațiu și timp (diurne, sezoniere) ale concentrației de oxigen, care sunt oscilații cu caracter de regim, determină structura biocenozelor ecosistemelor acvatice și nivelul producției lor biologice.
- Oscilațiile cu caracter de zgomot ale concentrației de oxigen pot avea loc în bazine în care, datorită fenomenului de *eutrofizare* (de încărcare a apei cu săruri minerale în exces), se produce dezvoltarea masivă a algelor monocelulare (înflorire algală), acumularea unei mari cantități de materie organică și, în consecință, scăderea drastică până la anoxie a concentrației de oxigen.

- Metabolismul oxidativ permite maximalizarea eficienței energetice, prin reducerea energiei cheltuite în activitate. Populațiile naturale prezintă adaptări la condițiile de hipoxie (concentrație redusă a oxigenului) sau anoxie (lipsa oxigenului), care au rolul de a asigura un bilanț energetic pozitiv; exemple:
 - respirație prin mucoasa intestinală la țipar;
 - diferențierea în hemolimfă a pigmentilor respiratori liberi, la anelide, moluște, artropode;
 - ventilarea activă a microhabitatului, la polichete;
 - reducerea nivelului activității indivizilor.

Concentrația ionilor de hidrogen - pH-ul

pH-ul reprezintă logaritmul în bază zece cu semn schimbat al concentrației ionului de hidrogen (care ia valori în domeniul $0-10^{-14}$). Deoarece ionul de hidrogen imprimă apei proprietăți acide, iar ionul hidroxil proprietăți bazice, atunci când concentrația ionilor de H^+ va lua valori de la 0 la 10^{-14} (pH 0-14), reacția apei se va modifica corespunzător de la o reacție puternic acidă (pH 0) la o reacție puternic alcalină (pH 14).

Fluctuațiile concentrației ionilor de hidrogen și, în consecință, ale pH-ului, sunt determinate în mod direct de fluctuațiile concentrației totale de CO_2 (exprimată de CO_2 liber, acid carbonic H_2CO_3 , bicarbonați HCO_3^- , carbonați CO_3^{2-}) și în mod indirect de rata cu care se desfășoară o serie de fenomene prin care se produce sau se fixează CO_2 .

Orice dezechilibru în sensul creșterii cantității de CO_2 liber este însoțită de o creștere a concentrației ionilor de hidrogen și de o reducere a pH-ului. Reducerea drastică a cantității de CO_2 liber din masa apei în perioadele de activitate fotosintetică intensă este asociată cu reducerea concentrației ionilor de H^+ și creșterea considerabilă a pH-ului.

Apele marine sunt bine tamponate (pH-ul este menținut stabil), păstrând un pH de 8-8,3m, care poate ajunge rareori la valoarea 9 în cazul unei fotosinteze intense.

Reglarea este realizată de *sistemul* CO_2 , format din reacții de disociere a carbonaților și bicarbonaților.

Apele dulci nu sunt tamponate și suferă fluctuații de pH determinate de fenomene biologice, calitatea substratului mineral, poluare etc.

Efecte ecologice

- Fluctuațiile pH-ului nu sunt direct implicate în delimitarea arealului speciilor și, deci, în determinarea structurii biocenozelor naturale.
- Fluctuațiile concentrației ionilor de H^+ se reflectă direct sau indirect în dinamica parametrilor structurali și funcționali ai populațiilor naturale și influențează rolul pe care acestea îl îndeplinesc în activitatea biocenozelor.

Să ne reamintim

Oxigenul reprezintă, alături de temperatură și salinitate, principalul factor abiotic de control al populațiilor din ecosistemele acvatice. Oscilațiile cu caracter de regim ale concentrației de oxigen determină structura biocenozelor acvatice și nivelul producției lor biologice. Oscilațiile cu caracter de zgomot ale concentrației de oxigen pot avea loc în bazinele acvatice eutrofizate, unde concentrația de oxigen poate scădea până la anoxie. Fluctuațiile concentrației ionilor de hidrogen (pH-ului) influențează rolul populațiilor naturale în activitatea biocenozelor.

Precizări suplimentare

Orice specie poate trăi între anumite limite ale factorilor ecologici, care reprezintă *valența ecologică* a speciei și are un optim de dezvoltare - *optimul ecologic*, situat între limitele de toleranță ale factorilor ecologici. După valența ecologică, speciile pot fi:

- *euritope (euribionte)* - tolerează variații mari ale factorilor ecologici și au o largă distribuție geografică;
- *stenotope (stenobionte)* - tolerează variații mai restrânse ale factorilor ecologici și sunt localizate în regiuni geografice limitate.

Terminologie pentru diferiți factori ecologici: pentru temperatură: *stenoterme* – *euriterme*; pentru umiditate: *stenohidre* – *eurihidre*; pentru lumină: *stenofote* – *eurifote*; pentru salinitate: *stenohaline* – *eurihaline*; pentru oxigen: *stenooxibionte* – *eurioxibionte*; pentru adâncime (presiune hidrostatică): *stenobate* – *euribate*; pentru pH: *stenoione* – *euriiione*; pentru biotop, în general: *stenotope* – *euritope*; pentru hrana: *stenofage* – *eurifage*.

Din perspectiva rolului și importanței factorilor abiotici pentru structura și funcționarea biocenozei, aceștia pot fi grupați în două categorii:

- *factori abiotici ce reprezintă resurse* - sunt cei necesari pentru existența populațiilor; exemple:
 - concentrația de O₂ din sol, pentru populațiile de la nivelul solului;
 - cantitatea de apă disponibilă în sol sau în ape de suprafață, pentru populațiile terestre;
 - cantitatea de săruri minerale din sol și apă, a CO₂ din aer sau dizolvat în apă, pentru populațiile de organisme fotosintetizante;
 - energia radiantă solară din spectrul vizibil (lumina) pentru populațiile de organisme fotosintetizante;
- *factori abiotici ce reprezintă condiții* - sunt, în general, factori limitanți ai diferitelor procese de la nivelul ecosistemului.

În concluzie, ***biotopul***, ca parte integrantă a ecosistemului, reprezintă totalitatea *condițiilor abiotice* în care se desfășoară existența unei biocenoze (temperatură, umiditate, salinitate etc.) și a *resurselor primare* de care depinde existența populațiilor (lumina solară ca resursă energetică, apa, sărurile minerale necesare desfășurării fotosintezei).

Să ne reamintim

După valența ecologică, speciile pot fi euribionte (euritope) sau stenobionte (stenotope). Pentru diferiți factori ecologici există un termen care definește toleranța speciilor pentru limite largi ale factorului (de ex., *euriterme* pentru temperatură) și un termen care definește toleranța speciilor pentru limite înguste ale factorului (de ex.,

După rolul lor în structura și funcționarea biocenozei, factorii abiotici pot fi grupați în factori abiotici ce reprezintă resurse (de ex., cantitatea de săruri minerale din sol) și factori abiotici ce reprezintă condiții. Deci, biotopul include atât condițiile în care se desfășoară activitatea biocenozei, cât și resursele primare de care depinde existența populațiilor.

4.2.2. Interacțiunea factorilor abiotici

Factorii abiotici acționează concomitent asupra indivizilor, populațiilor și ecosistemelor și, mai ales, se află într-o permanentă și indisolubilă interacțiune. Interacțiunea factorilor abiotici face ca efectele lor ecologice să fie cu totul diferite de al influenței oricărui factor luat izolat.

În ecosistemele terestre, temperatura și umiditatea sunt doi factori dependenți din mai multe puncte de vedere:

- fizic – cantitatea de vapori din atmosferă (presiunea parțială de saturare) depinde de temperatură;
- chimic – de exemplu, acțiunea apei asupra solului este diferită la diferite temperaturi;
- biologic – rezistența organismelor la variațiile termice depinde de umiditatea mediului, iar rezistența la variațiile de umiditate depinde de temperatură.

În ecosistemele acvatice, cantitatea de oxigen solvit în apă depinde de temperatura apei, de salinitate, de acțiunea vântului, de adâncimea și de mișcarea apei, de natura fundului apei, de dezvoltarea vegetației acvatice etc.

Clima este rezultatul interacțiunii unor procese fizice din atmosferă (intrări și ieșiri de energie radiantă, deplasări ale maselor de aer purtătoare de căldură și umiditate) cu structura substratului (învelișul vegetal, structura solului, apa, zăpada etc.), interacțiune desfășurată în anumite condiții geografice (latitudine, longitudine, configurația reliefului, a uscatului și a apei etc.).

Rolul ecologic al climei, deci influența ei asupra structurii și funcționării ecosistemelor și a populațiilor, depinde de:

- valorile absolute ale factorilor meteorologici (cantitatea de energie solară incidentă la suprafața solului sau apei, temperatură, precipitații, vânt etc.) în fiecare zonă sau punct;
- configurația locală în care se găsește ecosistemul sau populația (altitudine, expoziție, poziția față de coastă, de curenții aerieni sau oceanici etc.);
- scara spațio-temporală a acțiunii factorilor climatici raportată la dimensiunile organismelor.

De aceea, din punct de vedere al efectelor ecologice, clima trebuie examinată la trei scări diferite:

- *macroclima* – clima unor întinderi mari de pe suprafața Pământului, de sute sau chiar mii de km²; de exemplu, Câmpia Română are macroclima ei, care permite dezvoltarea unor anumite tipuri majore de ecosisteme;
- *mezoclima* – clima locală, clima unei zone restrânse, cu condiții locale specifice; de exemplu, în Câmpia Română, condițiile climaterice dintr-un masiv păduros sunt diferite de cele din câmpia deschisă;
- *microclima* – clima la scara organismului dat și în locul concret în care se află; exemple: pentru un elefant microclima practic coincide cu mezoclima ecosistemului; pentru un șoarece microclima este cea a vizuinii în care trăiește; pentru o omidă microclima este cea de pe suprafața frunzei sau a ramurii pe care trăiește.

Să ne reamintim

Factorii abiotici se află într-o permanentă interacțiune, atât în ecosistemele terestre, cât și în cele acvatice, ceea ce face ca efectele lor ecologice să fie cu totul diferite de al influenței oricărui factor luat izolat. Un rezultat al interacțiunii mai multor factori abiotici este clima. Din punct de vedere al efectelor ecologice, clima se examinează la trei scări diferite: macroclimă, mezoclimă și microclimă.



4.3. Rezumat

Factorii abiotici chimici sunt compoziția ionică, salinitatea, oxigenul și pH-ul. Compoziția ionică este un factor important pentru desfășurarea fotosintezei, care se află la baza producției vegetale. Efectele ecologice ale compoziției ionice sunt distribuția florei și faunei și, ca o consecință, structura și productivitatea biocenozelor naturale. Salinitatea reprezintă greutatea elementelor dizolvate exprimată în grame. Fluctuațiile salinității în timp și spațiu influențează compoziția biocenozelor naturale, determină adaptări ale populațiilor și condiționează răspândirea geografică a speciilor.

Oxigenul reprezintă, alături de temperatură și salinitate, principalul factor abiotic de control al populațiilor din ecosistemele acvatice. Oscilațiile cu caracter de regim ale concentrației de oxigen determină structura biocenozelor acvatice și nivelul producției lor biologice. Oscilațiile cu caracter de zgomot ale concentrației de oxigen pot avea loc în bazinele acvatice eutrofizate, unde concentrația de oxigen poate scădea până la anoxie. Fluctuațiile concentrației ionilor de hidrogen (pH-ului) influențează rolul populațiilor naturale în activitatea biocenozelor.

După valența ecologică, speciile pot fi euribionte (euritope) sau stenobionte (stenotope). Pentru diferiți factori ecologici există un termen care definește toleranța speciilor pentru limite largi ale factorului (de ex., *euriterme* pentru temperatură) și un termen care definește toleranța speciilor pentru limite înguste ale factorului (de ex.,

După rolul lor în structura și funcționarea biocenozei, factorii abiotici pot fi grupați în factori abiotici ce reprezintă resurse (de ex., cantitatea de săruri minerale din sol) și factori abiotici ce reprezintă condiții. Deci, biotopul include atât condițiile în care se desfășoară activitatea biocenozei, cât și resursele primare de care depinde existența populațiilor.

Factorii abiotici se află într-o permanentă interacțiune, atât în ecosistemele terestre, cât și în cele acvatice, ceea ce face ca efectele lor ecologice să fie cu totul diferite de al influenței oricărui factor luat izolat. Un rezultat al interacțiunii mai

multor factori abiotici este clima. Din punct de vedere al efectelor ecologice, clima se examinează la trei scări diferite: macroclimă, mezoclimă și microclimă.



4.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor

- 1) Enumerați factorii abiotici chimici.
- 2) Compoziția ionică este un factor important pentru desfășurarea procesului de:
 - a. respirație
 - b. fotosinteză
 - c. descompunere
- 3) Definiți salinitatea.
- 4) Procesul care conduce la oscilații cu caracter de zgomot ale concentrației de oxigen în bazinele acvatice se numește
- 5) Definiți pH-ul.
- 6) Speciile stehohaline tolerează variații ale
- 7) Speciile care tolerează variații mari ale factorilor ecologici și au o răspândire geografică largă se numesc specii sau
- 8) Enumerați 3 factori abiotici care controlează populațiile în ecosistemele acvatice.
- 9) Speciile euriterme tolerează variații ale
- 10) Speciile care tolerează variații mai restrânse ale factorilor ecologici și sunt localizate în regiuni geografice limitate se numesc specii sau
- 11) Precizați cum se grupează factorii abiotici din perspectiva rolului și importanței lor pentru structura și funcționarea biocenozei.
- 12) Totalitatea condițiilor abiotice în care se desfășoară existența unei biocenoze și a resurselor primare de care depinde existența populațiilor reprezintă



4.5. Bibliografie recomandată

- a. Botnariuc, N., Vădineanu, A., 1982. *Ecologie*, Editura Didactică și Pedagogică, București.
- b. Cogălniceanu, D., 2007. *Ecologie și protecția mediului*, Ministerul Educației și Cercetării. Proiectul pentru învățământul rural.
http://www.ecoport.ro/dan_cogalniceanu/publications

Capitolul 5. STRUCTURA ECOSISTEMELOR (4)

(după Botnariuc & Vădineanu 1982)



5.1. Introducere

În cadrul acestui capitol sunt prezentate definiția biocenozei, structura biocenozei și indicii structurali ai biocenozei.

Obiectivele cursului/capitolului sunt:

- Cunoașterea definiției și a elementelor componente ale biocenozei;
- Însușirea trăsăturilor structurale ale biocenozei;
- Cunoașterea indicilor structurali ai biocenozei și a importanței acestora;
- Asimilarea noțiunii de nișă ecologică

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



5.2. Conținut

5.2.1. Componentele biocenozei

Definiția biocenozei

Biocenoza este un sistem biologic supraindividual alcătuit din populații legate teritorial (simpatrice) și interdependente funcțional.

- Interdependența populațiilor din biocenoză este rezultatul evoluției lor în comun și, deci, a adaptărilor reciproce.
- Interdependența funcțională este cauza, dar totodată și efectul acumulării, transformării și transferului de materie, energie și informație în cadrul sistemului biocenotic. Aceste procese determină dezvoltarea diversității (heterogenității) interne, a integralității și a celorlalte însușiri de sistem ale

biocenozelor și fac ca biocenoza să fie primul nivel al ierarhiei biologice la care apare însușirea productivității biologice.

Definiții:

- *Productivitatea biologică* reprezintă rata cu care un sistem biologic acumulează energie sub formă de substanță organică (biomasă).
 - *Biomasa* reprezintă materia vie existentă într-un sistem biologic.
-
- Populațiile ce alcătuiesc o biocenoză aparțin unor specii diferite și îndeplinesc anumite funcții în cadrul biocenozei.
 - Interdependența populațiilor se realizează prin dezvoltarea unor *relații interspecifice*, care duc la dezvoltarea unei anumite organizări a biocenozei.
 - Productivitatea biologică este una din consecințele relațiilor interspecifice și se realizează prin activitatea corelată, coordonată a populațiilor componente. Productivitatea biologică a sistemelor biologice superioare biocenozei (biom, biosferă) este rezultatul productivității biocenozelor din care sunt alcătuite.

Structura biocenozei

Structura biocenozei se referă la elementele sale componente – populațiile și la relațiile spațiale și temporale dintre populații. De aceea, studiul structurii unei biocenoze implică, în primul rând, înregistrarea cât mai completă a speciilor care o alcătuiesc, pe cele trei grupe funcționale – producători, consumatori de diferite ordine, descompunători.

Definiție: *Grupele funcționale* sunt grupe de organisme din structura biocenozei care au același mod de hrănire.

Nu toate populațiile (speciile) au aceeași importanță în biocenoză:

- unele populații sunt reprezentate printr-un număr mare de indivizi sau/și o biomasă considerabilă,
- alte populații sunt mai rare și au un rol mai mic sau diferit în funcționarea biocenozei.

De aceea, pentru a avea o imagine corectă a structurii biocenozei trebuie stabilite proporțiile dintre diferite populații (specii).

Pentru aprecierea corectă a rolului diferitelor populații în funcționarea biocenozei, proporțiile dintre populații trebuie exprimate atât prin numărul de indivizi (numeric), cât și prin biomasa lor (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 rol mai important în acumularea de biomasă.

Definiție: Mineralizarea reprezintă procesul prin care se eliberează elementele minerale conținute în materia organică, care, astfel, sunt repuse la dispoziția organismelor autotrofe.

Alte elemente importante ale structurii biocenozei sunt:

- distribuția în spațiu a populațiilor (deci raporturilor spațiale dintre ele);
- dinamica în timp (în decurs de 24 de ore, pe sezon, pe ani etc.) a tuturor trăsăturilor structurale ale biocenozei.

În concluzie, trăsăturile structurale ale biocenozei sunt:

- tipul și numărul speciile (populațiile) care alcătuiesc biocenoza, grupate funcțional;
- proporțiile dintre speciile/populațiile biocenozei, exprimate numeric și în biomasă;
- distribuția în spațiu a populațiilor biocenozei;
- conexiunile dintre populațiile biocenozei;
- dinamica temporală a acestor trăsături.

Cunoașterea cât mai completă și mai exactă a structurii unei biocenoze este foarte importantă pentru înțelegerea funcționării ei și pentru evaluarea calității și cantității producției ei biologice. De aceea, în cadrul grupelor funcționale trebuie stabilite nu numai componența speciilor, dar și unele trăsături caracteristice ale speciilor mai importante, deoarece prin specificul lor ele imprimă biocenozei un anumit mod de funcționare. Exemple:

- în biocenozele terestre, nu este același lucru dacă producția primară este asigurată de numeroase specii de arbori cu frunze căzătoare (într-o pădure de foioase), de o singură specie de foioase (într-o pădure de fag), de o specie de conifere (într-o pădure de pin sau molid) sau de numeroase specii de ierburi (într-o pășune);

Definiție: Producția primară reprezintă energia acumulată de plante sub formă de substanță organică.

- în bentosul apelor dulci larvele de diptere chironomide și oligochetele reprezintă adesea elemente dominante, dar specificul biologiei lor imprimă anumite trăsături biocenozei: în timp ce oligochetele reprezintă specii primar acvatice și pot fi prezente neîntrerupt în componența faunei bentonice, în tot cursul anului, chironomidele sunt specii secundar acvatice și ecloziunea în masă a adulților unor specii dominante face să dispară dintr-o dată o importantă sursă de hrană pentru animalele bentonice, să scadă brusc și sensibil biomasa bentosului.

Să ne reamintim

Biocenoza este un sistem biologic alcătuit din populații care trăiesc pe același teritoriu și între care există relații funcționale. Populațiile ce compun biocenoza aparțin unor specii diferite și îndeplinesc anumite funcții în cadrul biocenozei. Relațiile dintre populațiile biocenozei asigură interdependența lor și se numesc relații interspecifice. Acestea permit dezvoltarea unei anumite organizări a biocenozei. Deci, elementele componente ale unei biocenoze sunt populațiile și relațiile spațiale și temporale dintre acestea. Pentru o imagine corectă a structurii biocenozei, trebuie să se cunoască atât tipul și numărul speciilor (populațiilor) care alcătuiesc biocenoza, cât și proporțiile dintre diferite populații (specii), exprimate numeric și în biomasă.

Indici structurali ai biocenozei

Pentru caracterizarea din punct de vedere cantitativ a structurii biocenozei și a rolului diferitelor specii în funcționarea acesteia, precum și pentru compararea

cantitativă a biocenozelor între ele, se folosesc o serie de *indici structurali ai biocenozei*:

- **Abundența relativă**, numerică și în biomasă (exprimată în procente), permite evidențierea populațiilor dominante din punct de vedere numeric sau al biomasei și, astfel, este un indice important în aprecierea rolului diferitelor populații în funcționarea biocenozelor.

Abundența relativă a unei specii într-o biocenoză nu este totdeauna corelată direct cu importanța ei în funcționarea biocenozei, în sensul că speciile cele mai abundente nu totdeauna sunt și cele mai importante, și invers. De exemplu, o specie de răpitor, deși are o abundență relativ scăzută, are un rol foarte important în controlul speciilor cu care se hrănește, deci în controlul structurii biocenozei.

- **Frecvența** (exprimată de obicei în procente) arată continuitatea populațiilor în teritoriul ecosistemului sau al habitatelor acestuia. Este influențată de abundența și distribuția spațială a populațiilor.

Definiție: Habitatul reprezintă locul (volumul sau suprafața) unde își desfășoară activitatea un individ, indivizii unei populații sau un ansamblu de indivizi din populații diferite; include atât factorii abiotici de mediu (spațiul fizic), cât și alte organisme. De exemplu, habitatul populațiilor de insecte corticole este reprezentat de spațiul de sub scoarța arborilor.

- **Dominanța** exprimă influența speciilor asupra structurii și funcționării biocenozei și, în general, asupra ecosistemului. Se stabilește în funcție de abundența relativă: sunt considerate dominante (au un rol ce nu poate fi neglijat) speciile/populațiile a căror abundență numerică este $\geq 15\%$, respectiv a căror abundență în biomasă este $\geq 10\%$.

Într-o biocenoză, nu toate speciile au aceeași importanță pentru menținerea ei. Unele specii, prin numărul indivizilor sau prin biomasa lor (abundența), prin productivitatea lor sau prin alte activități, au un rol esențial în controlul biocenozei, deci în menținerea structurii și funcționării acesteia.

- **Constanța** unei specii dintr-o biocenoză se exprimă în funcție de frecvența ei: speciile având frecvența peste 50% sunt considerate *specii constante*, cele având frecvența între 25% și 50% sunt *specii accesorii*, iar cele cu frecvență sub 25% sunt *specii accidentale*.
- **Fidelitatea** exprimă tăria legăturilor unei specii cu alte specii ale biocenozei. Din punct de vedere al fidelității, se consideră că speciile pot fi împărțite astfel:
 - *Specii caracteristice*: specii legate strict de o anumită biocenoză/ ecosistem și care nu pot persista în alte ecosisteme; de exemplu, păstrăvul este caracteristic pentru lacurile sau pâraiele de munte. Aceste specii prezintă importanță, deoarece starea ecosistemelor poate fi caracterizată pe baza unor specii sau ansambluri de specii caracteristice biocenozelor respective, numite *bioindicatori*. În acest scop, se pot folosi diferite metode, precum calcularea unor *indici de afinitate biocenotică*.
 - *Specii preferențiale*: specii care preferă o anumită biocenoză (ecosistem), chiar dacă pot exista în mai multe biocenoze diferite; de exemplu, speciile de bivalve din genul *Unio* preferă biocenozele apelor curgătoare, cu viteze moderate sau mici ale curentului, dar se întâlnesc frecvent și în bălți cu ape stătătoare.
 - *Specii întâmplătoare (străine)*: specii care, printr-o împrejurare sau alta, apar într-o biocenoză în care în mod obișnuit nu trăiesc; de exemplu, unele specii de păsări.
 - *Specii ubicviste (indiferente)*: specii cu valență ecologică largă (euritope), care pot exista în multe tipuri de biocenoze; de exemplu, multe specii de alge, protozoare, oligochete se pot întâlni în cele mai diferite biocenoze ale apelor continentale.
- **Echitabilitatea** exprimă modul cum este distribuită abundența relativă la speciile unei biocenoze sau a unui compartiment din biocenoză (fitoplancton, fitofagi, macrodescompunători etc.). De obicei, se calculează în funcție de abundența relativă numerică. Are valoarea maximă în cazul ideal când speciile din biocenoză (sau compartimentul luat în considerare) sunt reprezentate prin

același număr de indivizi (au aceeași abundență relativă). În condiții naturale, abundența relativă a diferitelor specii fiind diferită, echitabilitatea are valori mai scăzute.

- **Diversitatea** este un indice complex al structurii biocenozei. Diversitatea unei biocenoze este legată de numărul de specii (bogăția de specii), de numărul indivizilor care reprezintă fiecare specie (echitabilitate) și de diversitatea funcțională a speciilor (numărul nișelor ecologice).

Numărul de specii (bogăția de specii) dintr-o biocenoză este determinat de mai mulți factori:

- *heterogenitatea spațială a biotopului*, care determină diversitatea mai mare a habitatelor;
- *stabilitatea condițiilor mediului abiotic*, fără variații mari ale unor factori abiotici esențiali, ca temperatura, umiditatea, lumina, cantitatea de nutrienți etc. (de ex., în zonele ecuatoriale);
- *structura învelișului vegetal*, care poate influența diversitatea consumatorilor de diferite ordine;
- *competiția între speciile aceluiași nivel trofic* (cu aceeași funcție trofică): competiția mai mare duce la specializarea speciilor din punct de vedere trofic și creează posibilitatea coexistenței unui număr mai mare de specii (cu relativ mai puțini indivizi pentru fiecare specie);
- *acțiunea prădătorilor* poate frâna creșterea numărului indivizilor pradă și, prin aceasta, împiedică ascuțirea prea mare a competiției și, astfel, creșterea peste anumite limite a diversității;
- *productivitatea mare a biocenozei*, făcând să crească cantitatea de hrană disponibilă, influențează și creșterea diversității speciilor;
- *timpul*, ca factor istoric, influențează diversitatea, deoarece atât procesul apariției de specii noi (speciația), cât și cel al răspândirii speciilor, necesită perioade lungi de timp;
- *diversitatea crescută* determină o creștere și mai rapidă a ei, deoarece orice specie nou apărută în biocenoză (prin speciație sau prin imigrare)

utilizează resurse care erau disponibile, dar și creează noi posibilități care pot fi utilizate de alte specii.

Definiție: Nișa ecologică reprezintă rolul unei populații/specii în ecosistem, determinat de comportamentul speciei în condițiile specifice de mediu în care trăiește (modul în care își satisface necesitățile legate de hrană, adăpost, cum supraviețuiește, cum se reproduce); include spațiul fizic ocupat de indivizii populației și toate interacțiunile cu factorii abiotici și biotici ai mediului său de viață.

În general, se admite că o populație ocupă o nișă într-o biocenoză și că două populații, aparținând la specii diferite într-o biocenoză, nu pot avea nișe identice în privința tuturor componentelor.

Nișa ecologică reprezintă însăși rezultatul activității unei populații, și, astfel, ea nu poate exista înaintea populației respective. De aceea, noțiunea de ”nișă liberă” nu are sens.

În general, se admite relația o specie - o nișă ecologică, dar în foarte multe cazuri situația este alta. Orice populație de plante și, mai ales, de animale, are o anumită structură pe vârste, pe sexe. Acestor structuri, de cele mai multe ori le corespund și funcții diferite în biocenoză. De exemplu, populația unui fluture poate cuprinde diferite stadii de dezvoltare (vârste):

- stadiul de ou – nu consumă nutrienți, dar reprezintă o sursă de hrană pentru alte organisme (unele ciuperci, anumiți paraziți care-și depun ouăle în cele de fluturi);
- stadiul de larvă (omida) - consumă frunze sau alte părți ale plantelor și reprezintă o sursă importantă de hrană pentru alte organisme (alți paraziți decât cei din stadiul de ou, diferiți prădători - de ex., furnici, păianjeni, păsări);
- stadiul de pupă – este pasiv;
- stadiul de adult – consumă nectarul florilor, polenizează florile și reprezintă sursă de hrană pentru unele animale, precum diferite specii de păsări.

O astfel de populație nu are o structură omogenă, ci este polimorfă și polifuncțională, ceea ce înseamnă că nu ocupă o nișă, ci mai multe nișe ecologice.

Uneori s-a constatat și diferențierea nișelor pe sexe în interiorul unei populații. De exemplu, la multe specii de țânțari, femelele se hrănesc cu sângele mamiferelor, iar masculii consumă lichide de origine vegetală.

Semnificația biologică a numărului (diversității) speciilor. O anumită diversitate funcțională este o condiție a însăși existenței unui sistem biologic. Astfel, diferențierea principalelor grupe funcționale – producători primari, consumatori, descompunători -, reprezintă o necesitate pentru existența unei biocenoze, deoarece asigură transferul de substanță și energie. Diversitatea formelor vieții în interiorul fiecărui grup funcțional, permite sporirea intrărilor de energie, deci, folosirea mai eficientă a unor resurse variate și creează premise noi pentru creșterea ulterioară a diversității.

Diversitatea se calculează pornind de la cunoașterea numărului speciilor și a abundenței relative a fiecărei specii.

Să ne reamintim

Indicii structurali ai biocenozei sunt utili pentru caracterizarea din punct de vedere cantitativ a structurii biocenozei și pentru stabilirea rolului diferitelor specii în funcționarea biocenozei. Aceștia sunt: abundența relativă (numerică și în biomasă), frecvența, dominanța, constanța, fidelitatea, echitabilitatea și diversitatea. Dintre acești indici, cel mai complex este diversitatea, care depinde de bogăția de specii din biocenoză, de numărul de indivizi prin care este reprezentată fiecare specie (echitabilitatea) și de diversitatea funcțională a speciilor (numărul nișelor ecologice).



5.3. Rezumat

Biocenoza este un sistem biologic alcătuit din populații care trăiesc pe același teritoriu și între care există relații funcționale. Populațiile ce compun biocenoza aparțin unor specii diferite și îndeplinesc anumite funcții în cadrul

biocenozei. Relațiile dintre populațiile biocenozei asigură interdependența lor și se numesc relații interspecifice. Acestea permit dezvoltarea unei anumite organizări a biocenozei. Deci, elementele componente ale unei biocenoze sunt populațiile și relațiile spațiale și temporale dintre acestea. Pentru o imagine corectă a structurii biocenozei, trebuie să se cunoască atât tipul și numărul speciilor (populațiilor) care alcătuiesc biocenoza, cât și proporțiile dintre diferite populații (specii), exprimate numeric și în biomasă.

Indicii structurali ai biocenozei sunt utili pentru caracterizarea din punct de vedere cantitativ a structurii biocenozei și pentru stabilirea rolului diferitelor specii în funcționarea biocenozei. Aceștia sunt: abundența relativă (numerică și în biomasă), frecvența, dominanța, constanța, fidelitatea, echitabilitatea și diversitatea. Dintre acești indici, cel mai complex este diversitatea, care depinde de bogăția de specii din biocenoză, de numărul de indivizi prin care este reprezentată fiecare specie (echitabilitatea) și de diversitatea funcțională a speciilor (numărul nișelor ecologice).



5.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor

1) Studiul structurii unei biocenoze presupune următoarele, cu excepția:

- a. înregistrarea speciilor care alcătuiesc biocenoza, pe grupe funcționale
- b. stabilirea distribuției în spațiu a populațiilor
- c. stabilirea comportamentului energetic al populațiilor

2) Enumerați indicii structurali ai biocenozei.

3) Nu reprezintă trăsătură structurală a biocenozei:

- a. autoreglarea
- b. distribuția în spațiu a populațiilor biocenozei
- c. dinamica în timp a tuturor trăsăturilor structurale ale biocenozei

4) Indicii structurali ai biocenozei nu permit:

- a. stabilirea rolului diferitelor specii în funcționarea biocenozei
- b. compararea cantitativă a biocenzelor între ele
- c. caracterizarea structurii biocenozei din punct de vedere calitativ

5) Precizați cum se grupează speciile unei biocenoze după indicele structural numit constanță.

- 6) Precizați cum se grupează speciile unei biocenoze după indicele structural numit fidelitate.
- 7) Indicele care exprimă modul în care este distribuită abundența relativă la speciile unei biocenoze sau unui compartiment al biocenozei se numește:
- a. diversitate
 - b. echitabilitate
 - c. fidelitate
- 8) Numărul de specii și abundența relativă a acestora sunt utilizate pentru calcularea indicelui numit
- 9) Numărul de specii dintr-o biocenoză nu este determinat de:
- a. heterogenitatea spațială a biotopului
 - b. nișele libere
 - c. structura învelișului vegetal
- 10) Diversitatea unei biocenoze este legată de următoarele, cu excepția:
- a. numărul de specii
 - b. numărul de nișe ecologice
 - c. fidelitate



5.5. Bibliografie recomandată

- a. Botnariuc, N., Vădineanu, A., 1982. *Ecologie*, Editura Didactică și Pedagogică, București.
- b. Cogălniceanu, D., 2007. *Ecologie și protecția mediului*, Ministerul Educației și Cercetării. Proiectul pentru învățământul rural.
http://www.ecoport.ro/dan_cogalniceanu/publications

Capitolul 6. STRUCTURA ECOSISTEMELOR (5)

(după Botnariuc & Vădineanu 1982)



6.1. Introducere

În cadrul acestui capitol sunt prezentate relațiile din cadrul biocenozei și structura trofică a biocenozei.

Obiectivele cursului/capitolului sunt:

- Cunoașterea relațiilor interspecifice și rolului lor în structurarea și funcționarea biocenozei;
- Însușirea tipurilor de relații interspecifice stabilite pe criteriul efectului direct și pe criteriul rolului lor în viața populațiilor;
- Cunoașterea grupelor funcționale și a modului în care acestea contribuie la funcționarea biocenozei;
- Asimilarea noțiunilor de nivel trofic, piramidă trofică, lanț trofic, rețea trofică.

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



6.2. Conținut

6.2.1. Relațiile din cadrul biocenozei

Relații interspecifice

Relațiile dintre populațiile (speciile) unei biocenoze, parte integrantă a structurii sale, reprezintă trăsătura fundamentală, caracteristică a biocenozei.

Orice populație își desfășoară activitatea în cadrul biocenozei integratoare și, ca urmare, prin trăsăturile sale structural, funcționale și comportamentale, este conexată mai mult sau mai puțin strâns, direct sau indirect, cu multe alte populații. Aceste conexiuni reprezintă rezultatul adaptării reciproce a populațiilor.

Biocenoza apare ca o rețea de conexiuni dintre populațiile componente care determină:

- integralitatea biocenozei și a întregului ecosistem;
- organizarea biocenozei (numărul și structura nivelelor trofice, lanțurile și rețelele trofice, precum și funcționarea acestora);
- circuitul substanțelor (ciclurile biogeochimice), fluxul de energie prin ecosistem și transferul de informație;
- autocontrolul ecosistemului (stabilitatea, rezistența la perturbări);
- evoluția corelată a speciilor;
- cantitatea și calitatea productivității biologice a ecosistemului.

Relațiile interspecifice, care pot fi directe (obligatorii sau opționale) și indirecte, sunt extraordinar de diverse (mai ales cele indirecte) și complexe. Acestea se pot clasifica după mai multe criterii.

Relații interspecifice stabilite pe criteriul efectului direct (+ = efect pozitiv, - = efect negativ, 0 = efect neutru):

- *Neutralism* (00): populațiile luate în considerare nu se afectează în nici un fel una pe alta, în mod direct;
- *Competiție* (--): interacțiunea a două populații care folosesc aceleași resurse (hrană, habitat); poate fi afectată creșterea, supraviețuirea ambelor populații considerate;
- *Mutualism* (++) : ambele populații sunt afectate pozitiv și profită de pe urma conviețuirii și sunt obligatoriu dependente una de alta; de exemplu, relațiile dintre bacteriile fixatoare de azot (*Rhizobium*) și rădăcinile plantelor leguminoase (*nodozități*), relațiile dintre ciuperci (care absorb mai bine mineralele din sol) și rădăcinile plantelor superioare (*micorize*);
- *Protocooperare* (++) : ambele specii profită de pe urma conviețuirii, dar relația nu este obligatorie; de exemplu, crabii care au fixate actinii pe partea dorsală: crabul este mai bine apărat, iar actinia devine mobilă și, astfel, se pot hrăni mai bine și utilizează resturile rămase din hrana crabului;

- *Comensalism* (0+): este o relație pozitivă și obligatorie doar pentru comensal, fără ca partenerul să fie afectat; de exemplu, în interiorul corpului spongierilor (în sistemul lor acvifer) pot trăi viermi, crustacei;
- *Amensalism* (-0): relația nu este obligatorie pentru nici unul din parteneri, dar un component (amensalul) este inhibat în creșterea sau dezvoltarea sa de către unele produse elaborate de partener; de exemplu, antibiotice produse de bacterii sau ciuperci au efect inhibitor asupra dezvoltării indivizilor aparținând altor specii;
- *Parazitism* (+-): este o relație obligatorie și benefică pentru parazit, cu efect negativ pentru gazdă;
- *Predatorism* (+-): este o relație obligatorie și pozitivă doar pentru prădător și defavorabilă pentru pradă. Spre deosebire de parazitism în care, în mod obișnuit, parazitul nu-și omoară gazda, deoarece ar duce la moartea lui, prădătorul, de obicei, își omoară prada.

Clasificarea după acest criteriu nu reușește să cuprindă toate formele relațiilor bilaterale existente în natură, de exemplu, relațiile dintre plante și animale legate de răspândirea acestora. Ea reflectă desfășurarea relațiilor la nivelul indivizilor și efectul mai ales direct și imediat asupra indivizilor implicați.

La nivelul populațiilor implicate, semnificația și efectul diferitelor relații pot fi diferite. De exemplu, în cazul populațiilor implicate în relații de predatorism, populația prădătoare este un factor de selecție și, deci, de evoluție și de adaptare pentru populația pradă; între populația prădătoare și populația pradă se elaborează adaptări reciproce.

Mecanismele concrete prin care se realizează conexiunile interspecifice sunt reprezentate de căile și mijloacele de comunicare dintre specii. În oricare ecosistem, populațiile de plante și animale trăiesc într-un mediu plin de mesaje transmise pe căi diferite (fizice, chimice, biologice), la distanțe mai mari sau mai mici. Mesajele sunt codificate în mod specific, iar decodificarea și utilizarea lor de către speciile receptoare reprezintă procedeul universal al adaptării reciproce a speciilor.

Comunicarea interspecifică reprezintă unul din principalii factori integratori ai ecosistemului, datorită evoluției corelate a speciilor componente.

Relații interspecifice stabilite pe criteriul rolului lor în viața populațiilor:

- *relații interspecifice legate de reproducere* – la multe specii reproducerea este condiționată de prezența altor specii, nu ca sursă de hrană, ci pentru alte aspecte legate nemijlocit de procesul reproducerii, cuibărit, depunerea pontelor, parcurgerea unor stadii de dezvoltare; exemple:
 - competiția pentru locurile de cuibărit, de depunere a pontelor etc.;
 - relațiile de mutualism dintre insectele polenizatoare și plantele cu flori;
 - parazitismul la cuc.
- *relații interspecifice legate de răspândire* – răspândirea multor specii de plante și animale este legată de existența și activitatea altor specii; de exemplu, răspândirea plantelor cu ajutorul furnicilor;
- *relații trofice* și alte relații care derivă din acestea, reprezintă cea mai importantă legătură dintre speciile unei biocenoze. Diversitatea acestor relații este foarte mare (comensalism, mutualism, predatorism, parazitism), dar conținutul legăturilor trofice este același: fiecare specie reprezintă o verigă în transferul și transformarea substanțelor și a energiei în ecosistemul integrator.

Relațiile trofice determină o anumită *structură trofică a biocenozei*.

Din relațiile trofice derivă și alte tipuri de relații interspecifice:

- *competiția între speciile care utilizează aceleași resurse trofice;*
- *relații legate de apărare;* de exemplu, mimetismul, homocromia, imitația.

Să ne reamintim

Relațiile interspecifice reprezintă relațiile dintre populațiile (speciile) componente ale unei biocenoze. Acestea determină organizarea și integralitatea biocenozei, precum și integralitatea și funcționarea ecosistemului în care este integrată biocenoza. Relațiile interspecifice sunt foarte diverse și complexe și pot fi

clasificate după mai multe criterii, precum criteriul efectului direct și criteriul lor în viața populațiilor.

6.2.2. Structura trofică a biocenozei

Structura trofică a unei biocenoze reprezintă rezultatul relațiilor de hrănire dintre populațiile/speciile componente.

Grupe functionale

Din punct de vedere al modului de hrănire, speciile unei biocenoze se grupează în trei mari categorii sau grupe funcționale interdependente:

1. **Producătorii primari** – reprezentați de speciile producătoare de substanță organică:
 - *plantele verzi, algele și bacteriile fotosintetizante*, care convertesc energia solară în energia legăturilor chimice ale substanțelor organice pe care le sintetizează, în procesul de *fotosinteză*, din compuși anorganici (apă, CO₂, compuși cu azot, cu fosfor etc.);
 - *bacteriile chemosintetizante*, care utilizează energia chimică pentru sinteza substanțelor organice, în procesul de *chemosinteză*.
2. **Consumatorii** - reprezentați prin toate animalele dintr-o biocenoză. În funcție de hrana consumată, se disting mai multe categorii de consumatori:
 - *consumatori primari sau consumatori de ordinul I*
 - se hrănesc direct cu producători primari;
 - sunt reprezentați prin animale fitofage;
 - *consumatori secundari sau consumatori de ordinul II*
 - sunt reprezentați prin animale ce se hrănesc cu consumatori primari;
 - *consumatori terțiari sau consumatori de ordinul III etc.*

Categorii speciale de consumatori. O poziție aparte în categoria consumatorilor este ocupată de *detritofagi*, animale care se hrănesc cu detritus (fragmente de material organic rezultate din fărâmițarea și descompunerea parțială a plantelor și animalelor moarte). În această categorie intră numeroși reprezentanți din taxoni foarte diferiți: viermi, moluște, acarieni, insecte.

Locul ocupat de detritofagi în structura categoriei consumatorilor este complex:

- detritusul organic este alcătuit în cea mai mare parte din resturi vegetale care se descompun mai greu, conținând compuși mai rezistenți (celuloză, lignină etc.), ceea ce apropie poziția detritofagilor de cea a fitofagilor (consumatorilor primari);
- împreună cu detritusul este consumat un număr mare de bacterii, protozoare și chiar de animale, (nematode, acarieni etc.);
- detritofagii au un rol important pentru cea de-a treia categorie funcțională, cea a speciilor descompunătoare.

O poziție apropiată de a detritofagilor din punctul de vedere al nutriției o ocupă următorii consumatori:

- animalele care se hrănesc cu plante moarte netransformate în detritus (de ex., termitel, multe coleoptere etc.);
- *animalele necrofage* - care se hrănesc cu cadavrele altor animale (de ex. larvele unor diptere, unele coleoptere, unele păsări și mamifere);
- *saprofitele* - care se hrănesc cu resturi de plante (de ex., ciupercile).

Toate aceste grupe, prin modul lor de hrănire, grăbesc fragmentarea și descompunerea materialului organic vegetal sau animal.

3. **Descompunătorii** - reprezentați mai ales prin bacterii și fungi, care degradează substanțele organice provenite din cadavre, excremente sau alte deșeuri organice.

Procese de descompunere a materiei organice sunt complexe, se produc, de obicei, în mai multe etape succesive, fiecare etapă determinată de anumite grupe de bacterii sau fungi și care, în final, duc la eliberarea elementelor minerale conținute în substanțele organice, făcând posibilă reutilizarea acestor elemente de către organisme autotrofe. Acest proces poartă numele de *mineralizare* și, într-un fel, este reversul procesului de fotosinteză.

În procesul de descompunere, detritofagii au și ei un rol important prin faptul că mărunțesc detritusul în particule fine, care sunt amestecate cu sol, rămân

nedigerate sau parțial digerate, și sunt eliminate împreună cu diferite substanțe organice dintre care unele biologic active (unele enzime). În acest fel este favorizată activitatea bacteriilor și fungilor. Deci, detritofagii au rol și în procesul de mineralizare.

Nivele trofice, piramide trofice

În funcție de numărul de trepte care le separă de producătorii primari sau în raport cu funcția trofică pe care o îndeplinesc, speciile dintr-o biocenoză se pot grupa pe nivele trofice:

- producătorii primari reprezintă primul nivel trofic;
- consumatorii primari (animalele fitofage) și detritofagii reprezintă al doilea nivel trofic;
- consumatorii secundari reprezintă al treilea nivel trofic etc.

Nivelele trofice nu reprezintă o clasificare a speciilor, ci a funcțiilor trofice ale acestora. Multe specii, prin regimul lor de hrană, fac parte din mai multe nivele trofice și sunt, deci, polifuncționale, ceea ce face dificilă localizarea lor trofică în unul sau altul dintre nivele (de ex., plantele carnivore produc fotosinteză, dar consumă și animale, dintre care unele sunt carnivore).

Raporturile dintre nivelele trofice din cadrul biocenozei pot fi reprezentate grafic sub forma unor *piramide trofice*. În funcție criteriul luat în considerare, piramidele trofice pot fi de mai multe tipuri (fig. 5):

- *piramida numerelor* sau *piramida eltoniană* (după numele ecologului Ch. Elton care a introdus acest sistem de reprezentare în 1927) - ia în considerare numărul de indivizi din fiecare nivel trofic;
 - În biocenozele acvatice (fig. 6.1.) în care producătorii primari sunt algele planctonice, acest nivel trofic, al producătorilor este reprezentat prin organismele cele mai numeroase, cele mai mici, cu longevitatea cea mai mică și cu cel mai intens ritm de reproducere. Pe măsură ce avansăm la celelalte nivele trofice numărul organismelor scade, talia de obicei crește, ca și longevitatea, iar ritmul de reproducere scade.

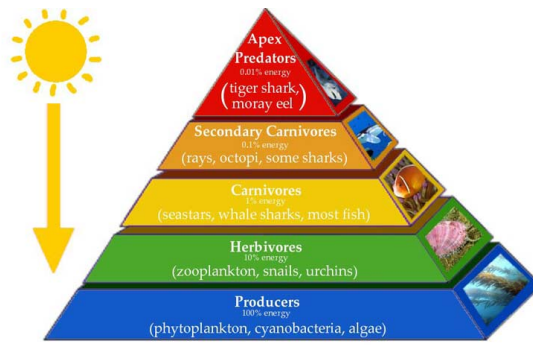


Figura 6.1. Piramida numerelor într-o biocenoză acvatică

- În ecosistemele terestre (fig. 6.2.), ca și în cele acvatice cu adâncime mică a apei, în care producția primară este asigurată de macrofite (submerse sau plutitoare), raporturile numerice între nivelul producătorilor primari și cel al fitofagilor se inversează: fitofagii pot fi mai numeroși decât plantele pe care le consumă. De exemplu, într-o pădure, numărul arborilor este mult mai mic decât al fitofagilor (pe un stejar mare numărul insectelor poate fi de 1 milion).

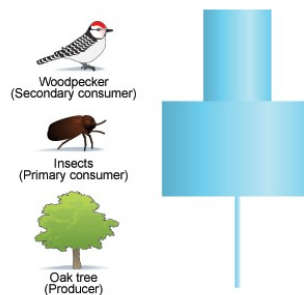


Figura 6.2. Piramida numerelor într-un ecosistem terestru

- *piramida biomasei* - ia în considerare biomasa fiecărui nivel trofic (exprimată în kg sau tone pe unitatea de suprafață sau volum);
 - În ecosistemele terestre (fig. 6.3.) sau în cele acvatice cu macrofite ca producători primari, biomasa producătorilor primari este cea mai mare și scade treptat către vârful piramidei.

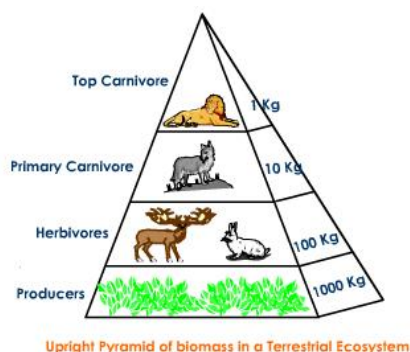


Figura 6.3. Piramida biomasei într-un ecosistem terestru.

- În lacuri, oceane (fig. 6.4.), unde algele reprezintă baza piramidei, se constată că biomasa fitoplanctonului este mai mică decât biomasa tuturor consumatorilor. Această situație este rezultatul faptului că fitoplanctonul se reproduce (deci își reînnoiește biomasa) mult mai repede decât consumatorii lui (zooplancton, pești). Viteza mai mare de reînnoire a biomasei (turnover) permite realizarea unei mai mari productivități (cantitatea de substanță organică produsă în unitatea de timp), care face posibilă susținerea unui număr de consumatori ce depășesc prin biomasa lor pe cea a producătorilor.

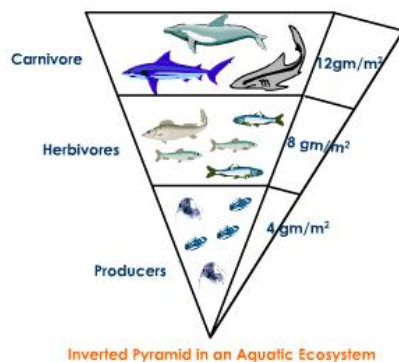


Figura 6.4. Piramida biomasei într-un ecosistem acvatic

- *piramida energetică* (fig. 6.5.) – ia în considerare valoarea energetică a fiecărui nivel trofic (exprimată în kcal pe unitatea de suprafață sau volum).

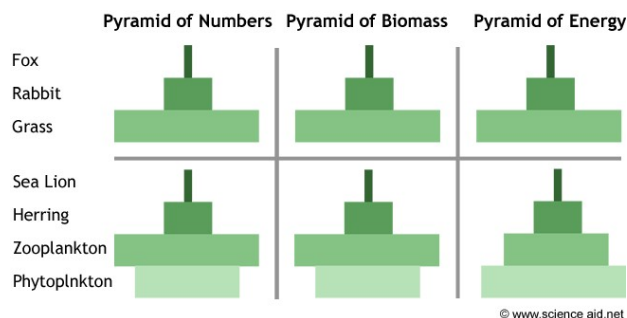


Figura 6.5. Tipuri de piramide trofice

Lanturi trofice, rețea trofică

Speciile din nivele trofice diferite, fiind legate între ele prin relații de nutriție, constituie *lanțuri trofice*. Lanțurile trofice reprezintă căile prin care se produce transferul de substanță și energie în orice ecosistem.

În structura lanțurilor trofice poate intra un număr variabil de *verigi trofice*. De exemplu, în ecosistemul marin: fitoplancton (alge, diatomee) – zooplancton (crustacei filtratori) – puiet de pește sau pești mici – pești carnivori mari – mamifere marine (delfini) (fig. 6.6.).

La baza lanțurilor trofice se pot afla producători primari autotrofi, ca în exemplul anterior, sau detritusul organic, ca în lanțul trofic următor: nămol cu detritus organic – larve de diptere chironomide – plătica – pești răpitori - om.

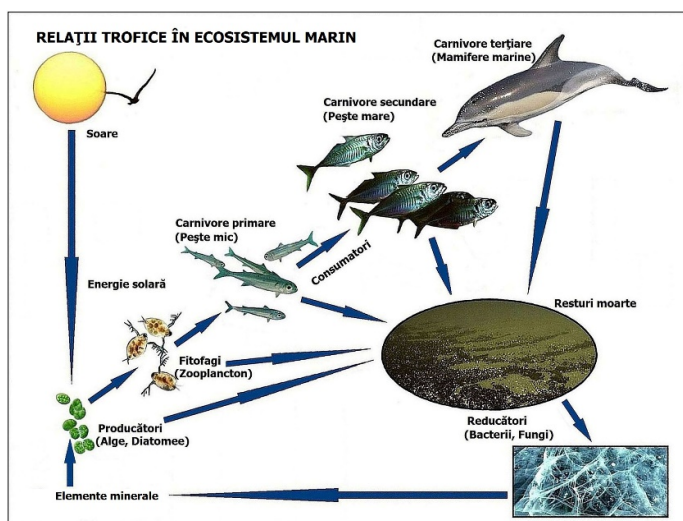


Figura 6.6. Relații trofice în ecosistemul marin
(<https://ecomareaneagra.wordpress.com/ecosistemul/>)

Într-o biocenoză, se disting lanțuri trofice principale și secundare. Lanțuri trofice principale sunt cele alcătuite din specii dominante (ca număr și/ sau biomasă), care, deci, au un rol decisiv în transferul de materie și energie în ecosistem. Acestea reprezintă căile principale ale fluxului energetic și ale circulației materiei, fiind determinante în structura și funcționarea ecosistemului, precum și în asigurarea autoreglării lui.

Lanțurile trofice nu sunt simple și nici izolate unele de altele. Cele mai multe specii de animale fitofage consumă diferite specii de plante și, la rândul lor, sunt consumate de diferite animale carnivore, făcând, astfel, parte din mai multe lanțuri trofice. Lanțurile trofice apar interconectate, alcătuind o rețea trofică.

Să ne reamintim

Structura trofică a biocenozei este determinată de relațiile de hrănire (trofice) dintre populațiile (speciile) componente. Din punct de vedere trofic, populațiile unei biocenoze se grupează în 3 categorii sau grupe funcționale, care sunt interdependente: producători primari, consumatori (I, II, III etc., detritofagi, necrofagi, saprofite) și descompunători. Producătorii primari reprezintă primul nivel trofic, consumatorii I și detritofagii al doilea nivel trofic, consumatorii secundari al treilea nivel trofic etc. Raporturile dintre nivelurile trofice din cadrul biocenozei pot fi reprezentate grafic sub forma unei piramide trofice, care poate fi de trei tipuri: a numerelor, a biomasei și energetică. Specii ce aparțin unor nivele trofice diferite sunt legate între ele prin relații trofice și formează lanțuri trofice. Lanțurile trofice dintr-o biocenoză sunt interconectate și formează rețele trofice.



6.3. Rezumat

Relațiile interspecifice reprezintă relațiile dintre populațiile (speciile) componente ale unei biocenoze. Acestea determină organizarea și integralitatea biocenozei, precum și integralitatea și funcționarea ecosistemului în care este integrată biocenoza. Relațiile interspecifice sunt foarte diverse și complexe și pot fi

clasificate după mai multe criterii, precum criteriul efectului direct și criteriul lor în viața populațiilor.

Structura trofică a biocenozei este determinată de relațiile de hrănire (trofice) dintre populațiile (speciile) componente. Din punct de vedere trofic, populațiile unei biocenoze se grupează în 3 categorii sau grupe funcționale, care sunt interdependente: producători primari, consumatori (I, II, III etc., detritofagi, necrofagi, saprofite) și descompunători. Producătorii primari reprezintă primul nivel trofic, consumatorii I și detritofagii al doilea nivel trofic, consumatorii secundari al treilea nivel trofic etc. Raporturile dintre nivelurile trofice din cadrul biocenozei pot fi reprezentate grafic sub forma unei piramide trofice, care poate fi de trei tipuri: a numerelor, a biomasei și energetică. Specii ce aparțin unor nivele trofice diferite sunt legate între ele prin relații trofice și formează lanțuri trofice. Lanțurile trofice dintr-o biocenoză sunt interconectate și formează rețele trofice.



6.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor

- 1) După rolul lor în viața populațiilor, relațiile interspecifice sunt următoarele, cu excepția:**
 - a. relații legate de reproducere
 - b. relații legate de răspândire
 - c. relații intraspecifice
- 2) Enumerați tipurile de relații interspecifice stabilite pe criteriul efectului direct.**
- 3) Categoriile speciale de consumatori care grăbesc fragmentarea și descompunerea materiei organice moarte sunt următoarele, cu excepția:**
 - a. Detritofagi
 - b. Fitofagi
 - c. Necrofagi
- 4) Relațiile interspecifice, în complexitatea lor, determină, cu excepția:**
 - a. integralitatea biocenozei
 - b. organizarea biocenozei
 - c. evoluția corelată a biocenzelor
- 5) Mecanismele prin care se realizează relațiile interspecifice sunt reprezentate de:**
 - a. căile și mijloacele de comunicare dintre specii

- b. căile prin care circulă materia în biocenoză
 - c. căile fluxului de energie
- 6) Sunt relații stabilite pe criteriul rolului lor în viața populațiilor:**
- a. competiția
 - b. relațiile trofice
 - c. mutualismul
- 7) Nu sunt producători primari:**
- a. bacteriile chemosintetizante
 - b. algele
 - c. detritofagii
- 8) Bacteriile și fungii fac parte din grupul funcțional al:**
- a. producătorilor primari
 - b. descompunătorilor
 - c. consumatorilor
- 9) În funcție de numărul de trepte care le separă de producătorii primari, speciile dintr-o biocenoză se pot grupa pe**
- 10) Elementele componente ale unui lanț trofic se numesc**

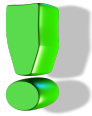


6.5. Bibliografie recomandată

- a. Botnariuc, N., Vădineanu, A., 1982. *Ecologie*, Editura Didactică și Pedagogică, București.
- b. Cogălniceanu, D., 2007. *Ecologie și protecția mediului*, Ministerul Educației și Cercetării. Proiectul pentru învățământul rural.
http://www.ecoport.ro/dan_cogalniceanu/publications

Capitolul 7. ENERGETICA ECOSISTEMELOR (1)

(după Botnariuc & Vădineanu 1982)



7.1. Introducere

În cadrul acestui capitol sunt prezentate funcțiile unui ecosistem, fluxul de energie, sursele de energie pentru ecosistemele naturale și producția primară.

Obiectivele cursului/capitolului sunt:

- Cunoașterea și însușirea celor trei funcții ale unui ecosistem și a legăturilor dintre acestea;
- Cunoașterea principiilor care stau la baza comportamentului energetic al unui sistem;
- Cunoașterea surselor de energie din ecosistemele naturale și a caracteristicilor acestora;
- Asimilarea noțiunilor de producție primară, producție primară brută, producție primară netă, biomasă, productivitate primară;
- Cunoașterea factorilor de care depinde producția primară.

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



7.2. Conținut

Funcțiile unui ecosistem rezultă din interacțiunea populațiilor care compun biocenoza și din interacțiunea biocenozei cu factorii abiotice (biotopul).

Sensul biologic al acestor interacțiuni constă în faptul că fiecare populație – verigă în lanțurile trofice – pentru a persista și a desfășura o activitate normală, trebuie să primească (să consume) o cantitate de energie. În acest proces, energia solară (sau chimică) și substanțele nutritive sunt antrenate în circuitul biologic și transformate în substanțe organice care intră în alcătuirea organismelor vii. De aceea,

ecosistemul trebuie considerat ca o unitate producătoare de substanță organică materializată în organisme ce alcătuiesc biocenoza lui.

Ecosistemele au trei funcții:

- *funcția energetică* – constă în captarea energiei solare de către organismele fotosintetizante sau a energiei chimice de către organismele chemosintetizante și în transferul acesteia la grupele de consumatori;
- *funcția de circulație a materiei* – constă în faptul că substanțele nutritive (anorganice și organice), datorită relațiilor trofice, circulă în ecosistem, de la hrana consumată la consumatori;
- *funcția de autocontrol (autoreglare)* – este rezultatul modului de organizare a ecosistemului, al conexiunilor reciproce dintre populațiile speciilor componente și dintre acestea și factorii abiotici. Această funcție are ca rezultat stabilitatea ecosistemelor.

Cele trei funcții sunt indisolubil legate între ele, ca și cu structura trofică a biocenozei: desfășurarea circuitului substanțelor implică consum de energie, iar circuitul substanțelor se face prin lanțurile (rețelele) trofice, care reprezintă și mecanismul principal de efectuare a autocontrolului ecosistemului.

7.2.1. Fluxul de energie

Orice sistem biologic, în activitatea pe care o desfășoară, consumă și cheltuiește energie.

Comportamentul energetic al oricărui sistem (nebiologic sau biologic) se desfășoară conform principiilor termodinamicii:

- Primul principiu al termodinamicii sau *principiul conservării energiei* arată că energia nu este nici creată, nici distrusă, ci doar se poate transforma dintr-o formă în alta. De aici decurge faptul că intrările de energie dintr-un sistem trebuie egale de ieșiri. Exemple:
 - la un organism energia intrată sub formă de hrană = energia acumulată prin creșterea organismului ca urmare a sintezei substanțelor organice

propriu + energia folosită în activitate + energia pierdută sub formă de căldură + energia deșeurilor (părți mortificate, excreții).

- la scară planetară, energia radiantă pe care Pământul o primește de la soare = energia pierdută sub formă de radiații termice invizibile + o parte din energia acumulată temporar în substanțe organice sintetizate de plante (a căror energie se pierde treptat, sub formă de căldură, ca urmare a oxidării).

În concluzie, prin orice sistem se desfășoară un *flux de energie*.

- Al doilea principiu al termodinamicii sau *principiul degradării energiei* arată că în orice proces de transformare a energiei, o parte din energia potențială se degradează și este dispersată sub formă de căldură (rezultată din mișcarea dezordonată a moleculelor). Deci, eficiența transformării este întotdeauna mai mică de 100%.

Menținerea organizării sistemelor biologice, aflate în echilibru dinamic, implică desfășurarea fluxului și a transformărilor de energie, deci pierderi energetice. La sistemele lipsite de viață, entropia (pierderile energetice) crește, ceea ce marchează tendința lor către dezorganizare. La sistemele biologice, captarea de energie permite compensarea pierderilor și menținerea, chiar creșterea ordinii sistemului. Sinteza de substanțe organice complexe, formarea de celule, țesuturi, organe și sisteme de organe complexe, pornind de la substanțe minerale simple, arată creșterea ordinii în sistemele biologice și, deci, scăderea entropiei.

În urma faptului că energia pierdută sub formă de căldură nu mai poate fi reutilizată de sistem, ceea ce face necesare mereu noi intrări de energie potențială, fluxul de energie prin sistem este unidirecțional. Aceasta este o caracteristică importantă care deosebește acest proces de mișcarea ciclică (recircularea) a substanțelor în ecosisteme.

De aici rezultă un principiu energetic specific pentru desfășurarea fluxului de energie: *maximalizarea fluxului și a eficienței energetice*. Ecosistemele tind să sporească la maximum intrările de energie și eficiența utilizării energiei intrate.

7.2.1. Surse de energie pentru ecosistemele naturale

În ecosistemele naturale sunt folosite două forme de energie:

- energia electromagnetică a radiațiilor solare, care este principala sursă de energie pentru desfășurarea vieții pe Pământ;
- energia chimică a diferitelor substanțe.

Energia solară incidentă pe Terra (constantă solară) este de $1,94 \text{ cal/cm}^2/\text{minut}$ ($1,02 \times 10^7 \text{ cal/m}^2/\text{an}$). Componenta spectrală a acestei energii radiante este următoarea: 10% ultraviolete, 45% radiații din spectrul vizibil și 45% infraroșii. Din spectrul vizibil, radiațiile albastre și roșii sunt îndeosebi absorbite de clorofilă și, deci, au rol esențial în fotosinteză.

Din totalul energiei incidente:

- circa 42% este absorbită de atmosferă și apoi radiată în spațiu sub formă de căldură;
- 48% ajunge la suprafața pământului, din care:
 - 20% este absorbită de apă, sol sau vegetație;
 - 80% este reflectată în spațiu.

Acestea sunt valori medii globale. Cantitatea de energie incidentă pe o suprafață dată variază mult în funcție de:

- latitudine, care determină unghiul de incidență a razelor solare: cu cât acesta este mai mic, cu atât mai multă energie este reflectată;
- expoziția terenului, care modifică unghiul de incidență;
- natura substratului (apă, sol liber, stâncă, vegetație);
- alți factori: nebulozitate, suspensii, vapori de apă.

Energia chimică a diferitelor substanțe poate fi utilizată de un grup restrâns de producători primari – *bacteriile chemosintetizante* (bacterii nitrificatoare, sulfuroase și feruginoase).

Să ne reamintim

Ecosistemul are 3 funcții, care rezultă în urma interacțiunilor dintre populațiile biocenozei: funcția energetică – captarea energiei de către producătorii primari și

transferul ei la consumatori; funcția de circulație a materiei – circulația substanțelor nutritive ca urmare a relațiilor trofice; funcția de autocontrol, care este rezultatul modului de organizare a ecosistemului și determină stabilitatea acestuia. Orice sistem consumă și cheltuiește energie. Comportamentul energetic al unui sistem, deci și al unui ecosistem, se desfășoară conform principiilor termodinamice: principiul conservării energiei și principiul degradării energiei. Ca rezultat, prin orice sistem se desfășoară un flux de energie, care este unidirecțional. În ecosistemele naturale există două surse de energie: energia electromagnetică a radiațiilor solare, utilizată de organisme fotosintetizante și energia chimică a diferitelor substanțe, utilizată numai de bacteriile chemosintetizante.

7.2.2. Producția primară

În oricare ecosistem, desfășurarea fluxului de energie începe cu captarea energiei solare de către plante, cu ajutorul pigmentilor clorofilieni. Energia radiațiilor este transformată în energia legăturilor chimice a substanțelor organice sintetizate de către plante în procesul de fotosinteză și acumulate în procesul lor de creștere.

Energia acumulată de plante sub formă de substanță organică se numește *producție primară*.

Producția primară brută reprezintă întreaga energie asimilată de plante în procesul fotosintezei. Din această energie:

- o parte este folosită de planta însăși pentru desfășurarea proceselor metabolice proprii (sinteze organice, mișcare etc.), exteriorizate prin respirația plantei;
- o altă parte este acumulată sub formă de substanță organică a celulelor și țesuturilor plantei și reprezintă *producția primară netă*. Deci, $\text{producția primară netă} = \text{producția primară brută} - \text{respirația}$ (energia consumată pentru procesele metabolice proprii).

Producția primară netă este substanța organică (energia) disponibilă pentru nivelul trofic următor, cel al fitofagilor. Cantitatea de substanță organică acumulată (producția netă) într-o perioadă de timp și existentă la un moment dat poartă numele de *biomasă*.

Acumularea de substanță organică (energie) în procesul de fotosinteză este un proces care se desfășoară cu o anumită viteză (rată). Viteza (rata) cu care se acumulează energia (biomasa), ca urmare a fotosintezei, se numește *productivitate primară* și reprezintă măsura fluxului de energie raportat la unitatea de timp și suprafață, intrat în ecosistem. Deci, productivitatea primară este procesul care are ca rezultat *producția primară*.

Biomasa acumulată de plante (producția primară netă) nu are o valoare constantă în cursul timpului (anilor, sezoanelor, chiar perioade mai scurte). Unele părți ale corpului plantelor mor și intră în structura detritusului (frunzele care cad, ramurile care se usucă, părțile aeriene ale plantelor ierboase care mor toamna). Substanța organică rămasă sub formă de biomasă a părților vii ale plantelor reprezintă ceea ce se numește *recolta (biomasa) pe picioare* (eng. standing crop), aceasta fiind o parte a producției primare nete.

Producția primară, biomasa, productivitatea primară, pot fi exprimate în greutatea substanței organice uscate raportată la unitatea de spațiu (kg/m^2 , mg/l , kg/ha etc.) și timp (în cazul productivității). Cel mai recomandabil este să se exprime în unități energetice, prin transformarea unităților de masă în unități energetice (calorii, kilocalorii).

Producția primară variază în limite largi, de la un ecosistem la altul, și este dependentă de diferiți factori abiotici ca lumina, temperatura, precipitațiile etc., și de factori biologici.

Condițiile cele mai favorabile pentru valori ridicate ale producției primare sunt întrunite în zona ecuatorială: unghiul de incidență al razelor solare este apropiat sau egal cu 90° , deci pe unitatea de suprafață valoarea energiei incidente este maximă; temperatura ridicată; ploi abundente tot anul.

Productivitatea primară depinde și de prezența substanțelor minerale nutritive (N, P, K etc.) și de capacitatea de reciclare, determinate de activitatea descompunătorilor.

Procesul producției primare este influențat și de factori biologici, concretizați prin organizarea biocenozei (structura și funcționarea biocenozei). Exemple:

- în aceleași condiții climatice, o savană cu ierburi are o producție primară mai mică decât o savană în care sunt arbori și arbuști, care reușesc să capteze mai multă energie solară;
- o biocenoză recifală, situată în mijlocul oceanului, are o producție primară mult mai ridicată decât a oceanului înconjurător, deși cantitatea de energie incidentă este aceeași; cauza o reprezintă interrelațiile simbiotice (de mutualism) care se dezvoltă între organismele din biocenoza recifală.

În general, producția primară a unui ecosistem, desfășurată pe un anumit fond al condițiilor abiotice, ca mecanism este rezultatul activității organismelor autotrofe (producătorilor primari), dar ca valoare reală este rezultanta interacțiunii tuturor elementelor componente ale biocenozei. De exemplu, zooplanctonul consumă algele, dar și stimulează activitatea lor prin îmbogățirea apei în CO_2 (ca urmare a respirației lor) și nutrienți (eliminați prin excrete); acest rol îl are întreaga faună. Descompunătorii, la rândul lor, au un rol important, determinând viteza de reciclare a nutrienților și, deci, nutriția producătorilor primari. Astfel, producția primară, sub aspect cantitativ și calitativ, apare ca o expresie a activității, a stării întregului ecosistem, a modului și gradului său de organizare.

Să ne reamintim

Producția primară reprezintă energia acumulată de plante sub formă de substanță organică. Întreaga energie asimilată de plante în procesul de fotosinteză reprezintă producția primară brută, din care o parte este folosită pentru existența proprie, iar o altă parte se acumulează în țesuturi și reprezintă producția primară netă. Acesta din urmă este disponibilă pentru nivelul trofic al fitofagilor. Cantitatea de substanță organică acumulată în corpul plantelor și existentă într-un anumit moment reprezintă biomasa vegetală. Rata cu care se acumulează biomasa vegetală se numește productivitate primară. Producția primară variază de la un ecosistem la altul și depinde de diferiți factori abiotici (lumină, temperatură, precipitații etc.) și biotici (care determină structura și funcționarea biocenozei).



7.3. Rezumat

Ecosistemul are 3 funcții, care rezultă în urma interacțiunilor dintre populațiile biocenozei: funcția energetică – captarea energiei de către producătorii primari și transferul ei la consumatori; funcția de circulație a materiei – circulația substanțelor nutritive ca urmare a relațiilor trofice; funcția de autocontrol, care este rezultatul modului de organizare a ecosistemului și determină stabilitatea acestuia. Orice sistem consumă și cheltuiește energie. Comportamentul energetic al unui sistem, deci și al unui ecosistem, se desfășoară conform principiilor termodinamice: principiul conservării energiei și principiul degradării energiei. Ca rezultat, prin orice sistem se desfășoară un flux de energie, care este unidirecțional. În ecosistemele naturale există două surse de energie: energia electromagnetică a radiațiilor solare, utilizată de organismele fotosintetizante și energia chimică a diferitelor substanțe, utilizată numai de bacteriile chemosintetizante.

Producția primară reprezintă energia acumulată de plante sub formă de substanță organică. Întreaga energie asimilată de plante în procesul de fotosinteză reprezintă producția primară brută, din care o parte este folosită pentru existența proprie, iar o altă parte se acumulează în țesuturi și reprezintă producția primară netă. Acesta din urmă este disponibilă pentru nivelul trofic al fitofagilor. Cantitatea de substanță organică acumulată în corpul plantelor și existentă într-un anumit moment reprezintă biomasa vegetală. Rata cu care se acumulează biomasa vegetală se numește productivitate primară. Producția primară variază de la un ecosistem la altul și depinde de diferiți factori abiotici (lumină, temperatură, precipitații etc.) și biotici (care determină structura și funcționarea biocenozei).



7.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor

- 1) Enumerați cele trei funcții ale unui ecosistem.
- 2) Precizați care este principiul energetic pentru desfășurarea fluxului de energie într-un ecosistem.
- 3) Fluxul de energie printr-un ecosistem este:
 - a. ciclic

- b. unidirecțional
 - c. bidirecțional
- 4) Nu reprezintă sursă de energie în ecosistemele naturale:
- a. energia combustibililor fosili
 - b. energia chimică
 - c. energia electromagnetică
- 5) Cantitatea de substanță organică acumulată (producția netă) într-o perioadă de timp și existentă la un moment dat se numește
- 6) Înlocuiți literele A și B din relația de mai jos cu noțiunile corespunzătoare
- A = producția primară brută - B
- 7) Energia acumulată de organismele autotrofe sub formă de substanță organică se numește
- 8) Rata cu care se acumulează energia (biomasa), ca urmare a fotosintezei, se numește:
- a. producție primară
 - b. productivitate primară
 - c. producție primară brută
- 9) Producția primară nu depinde de:
- a. unghiul de incidență al razelor solare
 - b. interrelațiile dintre organismele biocenozei
 - c. recolta pe picioare
- 10) Substanța organică care se găsește sub formă de biomasă a părților vii ale plantelor se numește:
- a. recolta pe picioare
 - b. producție primară netă
 - c. producție primară brută



7.5. Bibliografie recomandată

- a. Botnariuc, N., Vădineanu, A., 1982. *Ecologie*, Editura Didactică și Pedagogică, București.
- b. Cogălniceanu, D., 2007. *Ecologie și protecția mediului*, Ministerul Educației și Cercetării. Proiectul pentru învățământul rural.
http://www.ecoportal.ro/dan_cogalniceanu/publications

Capitolul 8. ENERGETICA ECOSISTEMELOR (2)

(după Botnariuc & Vădineanu 1982)



8.1. Introducere

În cadrul acestui capitol sunt prezentate eficiența producției primare, rolul producției primare în hrana fitofagilor, producția secundară și legile fluxului de energie prin ecosistem.

Obiectivele cursului/capitolului sunt:

- Cunoașterea modului în care se stabilește eficiența producției primare și a rolului acesteia pentru nivelul trofic al fitofagilor;
- Cunoașterea destinației energiei consumate de animale prin hrană;
- Asimilarea noțiunii de producție secundară;
- Cunoașterea și însușirea modului cum se desfășoară fluxul de energie într-un ecosistem și a legilor acestuia.

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



8.2. Conținut

8.2.1. Eficiența producției primare

Eficiența ecologică este definită ca raportul, exprimat în procente, dintre energia consumată de un nivel trofic și energia disponibilă (producția netă) a nivelului trofic precedent. În cazul plantelor, eficiența reprezintă raportul dintre energia solară folosită în diferite feluri și energia solară incidentă (disponibilă). În funcție de destinația (utilizarea) acestei energii, în stabilirea eficienței plantelor se iau în considerare mai multe raporturi:

- *raportul energia solară absorbită/energia solară incidentă* – are o valoare medie de 50%, ceea ce înseamnă că numai jumătate din energia incidentă la nivelul frunzelor este absorbită de plante; o parte a radiațiilor este reflectată de suprafața frunzelor, iar o altă parte trece prin frunze;
- *raportul producția primară brută/energia absorbită* – are o valoare medie de 0,4% și o valoare maximă de 10%; din energia absorbită o parte este transformată în căldură și se pierde prin iradiere, o altă parte însemnată se pierde în procesul evapotranspirației și doar o parte relativ mică este asimilată prin fotosinteză;
- *raportul producția primară brută/energia incidentă* - are o valoare medie de 0,2% și o valoare maximă de 7%;
- *raportul producția primară netă/producția primară brută* – are o valoare medie de 50%, ceea ce înseamnă că 50% din producția primară brută se acumulează sub formă de substanță organică utilizabilă de nivelul trofic al fitofagilor.

La organisme fotosintetizante eficiența producției primare nete este destul de mare, deoarece acestea nu cheltuiesc energie pentru mișcare (sau cheltuiesc foarte puțină) sau pentru menținerea constantă a temperaturii corpului, cum se întâmplă la animalele homeoterme. Algele și plantele acvatice din zonele temperate, precum și plantele ierboase au eficiența producției primare nete mai mare (peste 70%) decât plantele lemnoase terestre, deoarece acestea din urmă au dezvoltate țesuturi mecanice și rădăcini puternice care respiră (consumă energie), dar nu contribuie la realizarea fotosintezei.

- *raportul producție primară netă/energia incidentă* - are o valoare medie de 0,1% și o valoare maximă de 4%.

8.2.2. Rolul producției primare în hrana fitofagilor

Valorile globale ale producției primare nete și ale eficienței ei permit estimarea cantității globale de substanță organică (energie) disponibilă pentru nivelul fitofagilor, dar furnizează puține informații despre accesibilitatea ei reală pentru

animale și despre valoarea ei nutritivă. Aceste aspecte depind de modul concret de materializare a producției primare nete în diferite țesuturi și organe.

De exemplu, țesuturile și organele de susținere (mecanice), conținând o mare cantitate de celuloză și lignină, pot fi digerate de foarte puține animale și au o valoare nutritivă scăzută. Țesuturile mecanice sunt dezvoltate la plantele terestre, lipsesc la alge și sunt slab dezvoltate la macrofitele submerse. De aceea, toată sau aproape toată producția primară netă a algelor și plantelor acvatice poate fi consumată de fitofagi, în timp ce la plantele terestre o mare parte a energiei este acumulată în biomasa țesuturilor de susținere.

Disponibilitatea energiei producției primare nete pentru fitofagi este bine reflectată prin *indicele P/B*, adică prin raportul dintre productivitatea netă (rata) și biomasa acumulată.

- Valorile ridicate ale raportului (P relativ mare, iar B relativ scăzut) arată că biomasa care se acumulează, mai ales în țesuturile mecanice, este mică;
- Valorile scăzute ale raportului arată că o proporție mare a producției primare nete este acumulată sub formă de țesuturi mecanice.

La plantele acvatice, inclusiv fitoplanctonul, valoarea raportului P/B adesea depășește 50, în timp ce la plantele terestre este sub 1. Rezultă că, din producția netă a plantelor terestre, mai ales a celor lemnoase, cea mai mare parte intră în circuitul detritofagilor după moartea plantelor și doar o mică parte este consumată de fitofagi.

Să ne reamintim

Raportul (%) dintre energia consumată de un nivel trofic și energia disponibilă a nivelului trofic precedent reprezintă eficiența ecologică. Astfel, eficiența producției primare reprezintă raportul dintre energia solară folosită de producătorii primari și energia solară disponibilă (incidentă). Cantitatea de substanță organică (energie) disponibilă pentru nivelul fitofagilor depinde atât de valoarea producției primare nete, cât și de accesibilitatea ei pentru animale și valoarea ei nutritivă. Disponibilitatea energiei producției primare nete pentru fitofagi este reflectată de indicele P/B = raportul dintre productivitatea netă și biomasa acumulată.

8.2.3. Producția secundară

Producția primară netă realizată de plantele unui ecosistem reprezintă sursa de energie disponibilă pentru nivelele trofice următoare, ale consumatorilor de diferite ordine: direct pentru fitofagi, indirect pentru consumatori de ordine mai înalte.

Energia consumată de animale prin hrană, ca și în cazul plantelor, are destinații diferite:

- parte din hrana ingerată este digerată și asimilată, altă parte rămasă nedigerată este eliminată prin fecale;
- o parte din energie este eliminată prin excreții (ca urina);
- din hrana asimilată, o parte din energia ei este utilizată în desfășurarea proceselor metabolice, pentru mișcare, producerea de căldură și se concretizează în procesul respirației (al consumului de oxigen);
- altă parte a energiei asimilate este stocată în substanțele organice proprii, sintetizate de organismul animal și care se concretizează în procesul de creștere a greutateii corpului (biomasei) și producerea de noi indivizi.

Producția secundară este energia acumulată în biomasa animalelor și reprezintă o parte a energiei asimilate.

Eficiența energetică a animalelor se examinează sub două aspecte:

1. Din punct de vedere al eficienței proceselor fiziologice (digestie, asimilație, cheltuieli energetice, acumulare de biomasă)
- *eficiența asimilării hranei ingerate* – reprezintă *raportul energia asimilată/energia ingerată*
 - are valori mult mai ridicate la animale (fitofage și zoofage) decât la plante, deoarece plantele convertesc o formă de energie (energia radiațiilor solare) în altă formă (chimică), proces însoțit de pierderi însemnate, pe când animalele consumă substanțe organice gata sintetizate și doar modifică structurile moleculare, fără schimbarea formei de energie;

- la fitofagi eficiența asimilării este mai mică decât la zoofagi, deoarece hrana vegetală este mai greu digerabilă și conține mai puțină energie;
 - eficiența asimilării variază la fitofagi în funcție de calitatea hranei (lemn în descompunere, frunze, semințe, fructe);
 - la animalele carnivore eficiența asimilării este mare, ca urmare a calității ridicate a hranei, care poate fi digerate aproape în întregime.
 - *eficiența producției secundare* – este *raportul producția secundară/energia asimilată*;
 - este mai scăzută decât la plante, deoarece animalele cheltuiesc mult mai multă energie pentru întreținere și pentru mișcare (căutarea hranei, urmărirea și răpunerea ei, apărare etc.), iar cheltuielile sunt mai mari la carnivore decât la fitofage.
2. Din punct de vedere al eficienței energetice a nivelului trofic al fitofagilor luat în ansamblu, precum și al carnivorelor
- *eficiența unui nivel trofic al consumatorilor*, luat în ansamblu - este *raportul producția secundară a nivelului dat/producția nivelului precedent*, adică *eficiența ecologică*.
 - arată cât (%) reprezintă producția unui nivel trofic dat al consumatorilor față de hrana (energia) pe care a avut-o la dispoziție de la nivelul trofic precedent;
 - depinde de structura nivelelor trofice; de exemplu, la o structură dată a nivelului producătorilor primari (a vegetației) dintr-un ecosistem, cu cât nivelul trofic al fitofagilor va fi mai diversificat (reprezentat prin specii mai variate), cu atât eficiența ecologică va fi mai variată, deci sursele de hrană mai bine valorificate, iar producția secundară a fitofagilor mai mare. Pe această cale se maximizează intrările de energie în nivelul dat.

Să ne reamintim

Energia acumulată în biomasa animalelor reprezintă producția secundară. Aceasta este o parte din energia asimilată de animale. Eficiența energetică a

animalelor se stabilește pe baza eficienței asimilării hranei ingerate (raportul energia asimilată/energia ingerată), eficienței producției secundare (raportul producția secundară/energia asimilată) și eficienței ecologice (raportul producția secundară a nivelului dat/producția nivelului precedent).

8.2.4. Legile fluxului de energie prin ecosistem

Energia solară fixată în producția netă a plantelor reprezintă sursa de energie pentru consumatorii primari ai ecosistemului dat, fie direct, fie trecând prin faza de detritus. Consumatorii primari (fitofagii), la rândul lor, reprezintă sursa de energie pentru nivelele trofice ale consumatorilor secundari, terțiari.

La fiecare trecere de la un nivel trofic la altul se produc însemnate pierderi de energie, risipită sub formă de căldură. Din această cauză, lungimea lanțurilor trofice, ca și numărul nivelelor trofice, nu pot fi prea mari, rareori depășind 4-5. Din aceeași cauză, existența și funcționarea ecosistemului este condiționată de pătrunderea continuă a unor noi cantități de energie solară, determinând în acest fel fluxul de energie prin ecosistem.

Acest proces se poate caracteriza prin câțiva parametri esențiali:

- cantitatea de energie captată de ecosistem;
- viteza fluxului în trecere de la un nivel trofic la altul;
- cantitatea și calitatea energiei stocată sub formă de biomasă;
- cantitatea de energie pierdută sub formă de căldură.

Toate aceste caracteristici ale fluxului de energie depind de organizarea ecosistemului, deci de caracteristicile structurale și funcționale ale biocenozei și ale biotopului. De aceea, desfășurarea fluxului de energie diferă de la un ecosistem la altul.

Desfășurarea generală a fluxului de energie printr-un ecosistem (fig. 8.1.):

- Producătorii primari captează o parte din energia solară incidentă și o transformă în producție primară brută (PPB)
 - o parte din PPB, folosită pentru necesitățile vitale ale plantelor, este pierdută în procesul respirației (R);

- o altă parte din PPB este acumulată în creșterea biomasei, constituind producția primară netă (PPN); din aceasta:
 - o parte este utilizată ca hrană de către consumatorii primari (C_1) (fitofagi);
 - altă parte nefolosită de consumatori, după moartea plantelor, se transformă în detritus, care este consumat (parțial sau total) de către detritofagi și consumatori.

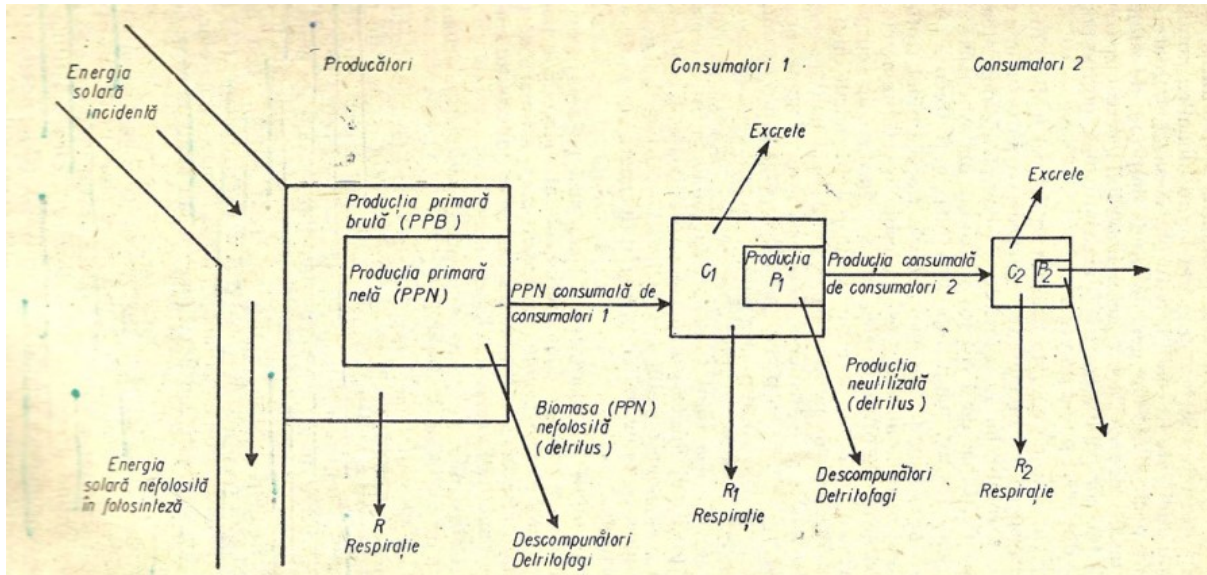


Fig. 8.1. Schema generală a fluxului de energie printr-un ecosistem (după Botnariuc & Vădineanu 1982).

- Energia consumată de fitofagi
 - parțial este consumată prin activitatea fitofagilor și este pierdută sub formă de căldură în procesul de respirație (R_1);
 - altă parte este eliminată sub formă de excrete;
 - o parte este acumulată sub formă biomasă, reprezentând producția fitofagilor (P_1), care constituie sursa de hrană pentru consumatorii secundari (carnivori) (C_2).
- Consumatorii secundari consumă o parte din hrana disponibilă, iar altă parte, sub formă de diferite deșeuri (exuvii, secreții etc.) sau cadavre, intră în alcătuirea detritusului.

Legități ale desfășurării fluxului de energie prin ecosisteme:

- *Scăderea producției nete*, pornind de la nivelul producătorilor primari către nivelele trofice următoare.
- *Creșterea cantității de energie risipită prin respirație*: pe măsură ce se trece de la nivelul producătorilor către consumatori de rang tot mai înalt, o tot mai mare parte din energia asimilată este consumată pentru necesitățile proprii ale organismelor și, deci, o cantitate tot mai mică se acumulează în producția de biomasă disponibilă pentru nivelele trofice următoare.

Creșterea eficienței utilizării (consumului) energiei (hranei) disponibile, pornind de la nivelul producătorilor primari către nivelele trofice următoare.

Să ne reamintim

Fluxul de energie prin ecosisteme este determinat de pătrunderea continuă de energie solară în ecosistem. Producătorii primari captează o parte din energia solară incidentă și o transformă în producție primară brută, din care o parte este acumulată sub formă de biomasă și reprezintă producția primară netă. O parte din producția primară netă este folosită de fitofagi, iar altă parte este transformată în detritus, consumat de detritofagi. O parte din energia consumată de fitofagi este acumulată sub formă de biomasă și constituie hrană pentru consumatorii secundari, iar o altă parte intră în alcătuirea detritusului.

Fluxul de energie prin ecosistem poate fi caracterizat prin cantitatea de energie captată de ecosistem, viteza fluxului în trecere de la un nivel la altul, cantitatea și calitatea energiei acumulată sub formă de biomasă și cantitatea de energie pierdută sub formă de căldură.

Fluxul de energie în ecosisteme se desfășoară după unele legi: scăderea producției nete de la producătorii primari la nivelele trofice următoare; creșterea cantității de energie risipită prin respirație pe măsură ce se trece de la producătorii primari la consumatorii de rang înalt; creșterea eficienței utilizării energiei disponibile (a consumului hranei disponibile) de la producătorii primari la nivelele trofice următoare.



8.3. Rezumat

Raportul (%) dintre energia consumată de un nivel trofic și energia disponibilă a nivelului trofic precedent reprezintă eficiența ecologică. Astfel, eficiența producției primare reprezintă raportul dintre energia solară folosită de producătorii primari și energia solară disponibilă (incidentă). Cantitatea de substanță organică (energie) disponibilă pentru nivelul fitofagilor depinde atât de valoarea producției primare nete, cât și de accesibilitatea ei pentru animale și valoarea ei nutritivă. Disponibilitatea energiei producției primare nete pentru fitofagi este reflectată de indicele P/B = raportul dintre productivitatea netă și biomasa acumulată.

Energia acumulată în biomasa animalelor reprezintă producția secundară. Aceasta este o parte din energia asimilată de animale. Eficiența energetică a animalelor se stabilește pe baza eficienței asimilării hranei ingerate (raportul energia asimilată/energia ingerată), eficienței producției secundare (raportul producția secundară/energia asimilată) și eficienței ecologice (raportul producția secundară a nivelului dat/producția nivelului precedent).

Fluxul de energie prin ecosisteme este determinat de pătrunderea continuă de energie solară în ecosistem. Producătorii primari captează o parte din energia solară incidentă și o transformă în producție primară brută, din care o parte este acumulată sub formă de biomasă și reprezintă producția primară netă. O parte din producția primară netă este folosită de fitofagi, iar altă parte este transformată în detritus, consumat de detritofagi. O parte din energia consumată de fitofagi este acumulată sub formă de biomasă și constituie hrană pentru consumatorii secundari, iar o altă parte intră în alcătuirea detritusului.

Fluxul de energie prin ecosistem poate fi caracterizat prin cantitatea de energie captată de ecosistem, viteza fluxului în trecere de la un nivel la altul, cantitatea și calitatea energiei acumulată sub formă de biomasă și cantitatea de energie pierdută sub formă de căldură.

Fluxul de energie în ecosisteme se desfășoară după unele legi: scăderea producției nete de la producătorii primari la nivelele trofice următoare; creșterea

cantității de energie risipită prin respirație pe măsură ce se trece de la producătorii primari la consumatorii de rang înalt; creșterea eficienței utilizării energiei disponibile (a consumului hranei disponibile) de la producătorii primari la nivelele trofice următoare.



8.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor

1) Raportul procentual dintre energia consumată de un nivel trofic și energia disponibilă a nivelului trofic precedent reprezintă:

- a. eficiența energetică
- b. eficiența ecologică
- c. eficiența producției secundare

2) Indicele P/B reprezintă:

- a. raportul dintre productivitatea netă și biomasa acumulată
- b. raportul dintre producția secundară și energia asimilată
- c. raportul dintre energia asimilată și energia ingerată

3) Valorile scăzute ale raportului P/B nu arată că:

- a. biomasa care se acumulează este mare
- b. biomasa care se acumulează este mică
- c. o proporție mare a producției primare nete este acumulată sub formă de țesuturi mecanice

4) Energia acumulată în biomasa animalelor se numește

5) Producția primară netă realizată de plante este disponibilă:

- a. indirect pentru fitofagi
- b. direct pentru consumatori de ordinul II, III etc.
- c. direct pentru fitofagi

6) Eficiența energetică a animalelor nu depinde de:

- a. eficiența hranei ingerate
- b. eficiența producției secundare
- c. eficiența producției primare

7) Din producția primară brută:

- a. o parte este folosită de detritofagi
- b. o parte este consumată prin activitatea fitofagilor și pierdută sub formă de căldură
- c. o parte este eliminată sub formă de excrete

- 8) Pornind de la nivelul producătorilor primari către nivelele trofice următoare, producția primară netă:
- a. crește
 - b. scade
 - c. rămâne constantă
- 9) Pe măsură ce se trece de la nivelul producătorilor către consumatori de rang tot mai înalt, cantitatea de energie risipită prin respirație:
- a. crește
 - b. scade
 - c. rămâne constantă
- 10) Pornind de la nivelul producătorilor primari către nivelele trofice următoare, eficiența utilizării energiei disponibile:
- a. crește
 - b. scade
 - c. rămâne constantă



8.5. Bibliografie recomandată

- a. Botnariuc, N., Vădineanu, A., 1982. *Ecologie*, Editura Didactică și Pedagogică, București.
- b. Cogălniceanu, D., 2007. *Ecologie și protecția mediului*, Ministerul Educației și Cercetării. Proiectul pentru învățământul rural.
http://www.ecoport.ro/dan_cogalniceanu/publications

Capitolul 9. CIRCULAȚIA MATERIEI ÎN ECOSISTEM (1)

(după Botnariuc & Vădineanu 1982)



9.1. Introducere

În cadrul acestui capitol sunt prezentate circuitele biogeochimice și reciclarea nutrienților în ecosistemele acvatice – circuitul fosforului în lacuri.

Obiectivele cursului/capitolului sunt:

- Cunoașterea și asimilarea caracteristicilor ciclurilor biogeochimice locale și globale;
- Cunoașterea și asimilarea caracteristicilor circuitului fosforului în lacuri;

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



9.2. Conținut

9.2.1. Circuite biogeochimice

Circulația substanțelor într-un ecosistem este dependentă, calitativ și cantitativ, de structura biocenozei și a biotopului, mai ales de structura trofică, deoarece lanțurile trofice reprezintă căile principale ale circuitului biogeochimic. Energia solară fixată în ecosistem de către producătorii primari este cea care pune în mișcare circuitul biogeochimic.

Se deosebesc două aspecte ale circuitului materiei: *cicluri biogeochimice locale* și *cicluri biogeochimice globale*.

Ciclurile biogeochimice locale

- Reprezintă cicluri biogeochimice din ecosisteme concrete, deci locale.

- Se desfășoară într-un mod specific fiecărei categorii de ecosisteme (de apă dulce, stătătoare sau curgătoare, forestiere, ierboase, de mlaștină, marine etc.), iar în cadrul fiecărei categorii este specific chiar fiecărui ecosistem.
- Rețeaua trofică nu este o structură rigidă și imuabilă, ci dinamică și activă (populațiile au o structură și o funcționare care se modifică în spațiu și în timp), de aceea elementele ei componente influențează desfășurarea circuitelor biogeochimice.
 - Migrațiile verticale ale zooplanctonului, migrațiile pe orizontală a stolurilor de pești, trecerea unui număr mare de larve de insecte, crustacei și a altor grupe de la viața planctonică la cea bentonică pe parcursul dezvoltării lor, reprezintă din punct de vedere al circulației substanțelor, deplasări masive de nutrienți, dintr-un loc în altul.
 - Răscolirea sedimentelor de către numeroase populații bentonice (larve de insecte, moluște, viermi, crustacei), a solului de către fauna solului, mărunțirea particulelor nutritive, a nămolului, a solului de către organisme variate influențează viteza de mineralizare și crește accesibilitatea nutrienților pentru producătorii primari.
- Astfel, circuitul substanțelor dintr-un ecosistem dat apare ca rezultanta acestor interacțiuni dinamice între componentele biocenozei și între acestea și biotop. În această interacțiune un rol important îl are nu numai cantitatea de substanțe consumate, ci și comportamentul specific populațiilor, ca și ciclurile lor vitale.

Ciclurile biogeochimice globale

- Reprezintă rezultanta activității tuturor ecosistemelor de pe glob, deci a întregii ecosferei.
- Reprezintă mecanismele esențiale de funcționare a ecosferei.

Să ne reamintim

Căile principale ale circuitului materiei în ecosistem sunt lanțurile trofice din structura biocenozei. Se deosebesc circuite ale materiei la nivel de ecosistem –

circuite biogeochimice locale și circuite ale materiei la nivelul ecosferei – circuite biogeochimice globale. Circuitul substanțelor într-un ecosistem este rezultatul interacțiunilor dinamice dintre componentele biocenozei și dintre acestea și biotop, iar în cadrul acestor interacțiuni prezintă importanță atât cantitatea de substanțe consumate, cât și comportamentul specific populațiilor și caracteristicile ciclurilor lor de viață.

9.2.2. Reciclarea nutrienților în ecosistemele acvatice. Circuite locale ale nutrienților

Circuitul substanțelor în ecosistemele acvatice – Circuitul biogeochimic al unor nutrienți în lacuri

Circuitul fosforului în lacuri

Surse de fosfor în lacuri

- În lacuri, fosforul, ca și alți nutrienți, este adus sub formă de compuși cu apele afluenților lacului, provenind fie din dezagregarea rocilor eruptive (apatita), fie din îngrășămintele administrate pe terenurile agricole din bazinul de alimentare al lacului sau din scurgeri menajere.
- Apele de precipitație, de asemenea, pot avea un rol important ca sursă de fosfor și alți nutrienți.
- O altă sursă apreciabilă de fosfor și de alți nutrienți în unele lacuri o reprezintă peștii care migrează în ele din mări și oceane. De exemplu, salmonidele care migrează din Pacific în lacurile din Peninsula Camceatka (Rusia) introduc, prin corpurile lor, 26-40% din totalul fosforului acestor lacuri.
- În apa lacurilor, compușii fosforului se găsesc atât în stare solubilă, cât și în particule de suspensii din seston (totalitatea elementelor libere, particulelor și organismelor care plutesc sau înoată în apă), atât anorganice, cât și organice. În stare solubilă, acești compuși sunt fie sub formă de fosfor mineral (ioni ai acidului ortofosforic - H_3PO_4), fie sub formă de fosfor organic (compuși organici în care intră și fosforul).

- Deoarece o bună parte a fosforului tinde a fi încorporată în organisme sau fixată pe suspensii, se consideră că 10% din fosforul total se află dizolvat ca fosfor mineral și 25-30% ca fosfor organic.

Circuitul biogeochimic al lacului

- Odată ajuns în apa lacului, fosforul mineral dizolvat intră în circuitul biogeochimic al ecosistemului, care este alcătuit din două cicluri interconectate (fig. 9.1.):
 - un circuit biologic, determinat de metabolismul algelor fitoplanctonice și al animalelor;
 - un circuit geochimic, determinat de interacțiunea sedimentelor cu compușii fosforului din apă.
- Circuitul biologic
 - Începe prin asimilarea de fosfați de către algele planctonice.
 - După moartea algelor, majoritatea substanțelor organice sunt repede mineralizate, chiar în epilimnion (stratul de apă de la suprafața lacurilor), iar în sedimentul lacului ajunge o cantitate mică, odată cu celulele algale moarte.
 - Fosforul organic eliberat din alge și dizolvat în apă în mare parte este adus la fosfor mineral, prin acțiunea bacteriilor și poate fi din nou asimilat de către alge. Acest circuit este rapid, durata lui variind între 10 zile (vara) și 30 de zile (iarna), reciclarea producându-se cam de 20 de ori pe an.
 - O altă parte a fosforului din alge, ajunsă cu celulele moarte pe fundul lacului, intră în ciclul geochimic, fiind incluse în compuși humici sau absorbit, mai ales de particulele de argilă.
 - Algele sunt consumate de animale: algele din fitoplancton reprezintă sursă de hrană pentru zooplanctonul filtrator, iar algele moarte ajunse pe fundul apei sunt hrană pentru unele animale nevertebrate bentonice. Atât zooplanctonul, cât și animalele bentonice, prin excrețiile lor, eliberează

în apă o parte din fosforul mineral, care intră în circuit prin asimilare de către alge.

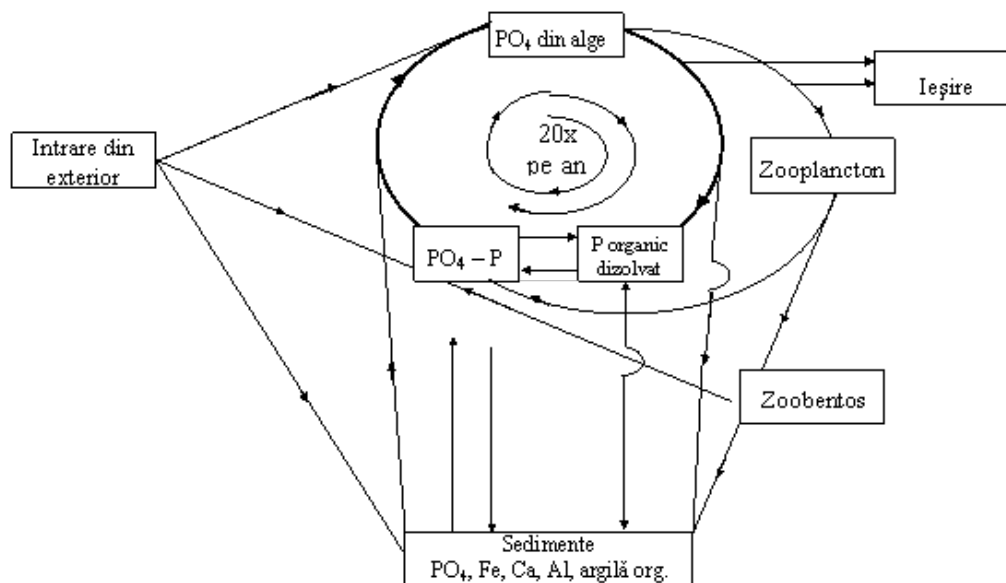


Figura 9.1. Circuitul fosforului în lacuri (după Botnariuc & Vădineanu 1982).

- Ciclul geochimic

- Este mult mai încet, de mai lungă durată decât cel biologic.
- O etapă a acestui circuit este legarea de sedimente a unei părți a fosforului provenit din alge, animale sau din compuși dizolvați. La aceste surse se adaugă și fixarea unei părți a fosforului intrat prin scurgeri în ecosistem.
- Compușii fosforului legați de sedimentele lacului sunt scoși din circuit pentru un timp mai mult sau mai puțin îndelungat, în funcție de caracteristicile fiecărui ecosistem.
 - În ape puțin adânci, fosforul sedimentat poate fi extras, în anumite condiții, de alge, bacterii.
 - Fosforul din nămol poate reprezenta o resursă utilizabilă de unele alge.
 - Dacă sedimentele sunt alcătuite din argilă curată, care încorporează fosfații, aceștia nu mai pot fi extrași; în asemenea

ape, chiar dacă intrările de fosfor sunt abundente, în apă se constată carența acestui element.

- Dacă se ține seama de faptul că,
 - atât cantitatea algelor (numărul de specii, numărul de indivizi), cât și calitatea lor (componența pe specii) nu sunt constante, ci au o anumită dinamică, înregistrând variații sezoniere importante, ca și numărul consumatorilor lor,
 - natura sedimentelor se poate modifica în timp și spațiu, ca și alte condiții corelate cu aceste schimbări (temperatura, pH-ul, oxigenarea etc.),

atunci pare clar că circuitul fosforului nu reprezintă un transfer uniform și continuu de la alge la mediu (apă, sediment) și înapoi către alge.

De exemplu, în perioadele de înmulțire rapidă a algelor, tot fosforul din apă poate fi extras și încorporat în alge. Concentrația lui în apă va crește din nou, în perioada următoare, când ritmul de înmulțire va scădea, iar ritmul mineralizării algelor moarte va deveni mai intens. Atunci va crește și ritmul, ca și cantitatea fixării fosforului în sedimente.

- Dat fiind ritmul neuniform al circulației fosforului și dependența lui de numeroși factori, concentrația fosforului în apă la un moment dat, luată adesea drept criteriu pentru aprecierea capacității productive a apelor, de fapt nu este semnificativă pentru acest proces. Astfel, o concentrație scăzută a fosforului în apă se poate datora la două cauze, în esență diferite:
 - pe de o parte se poate datora carenței generale a fosforului în ecosistem, care duce la o slabă capacitate productivă;
 - pe de altă parte se poate datora unei circulații biologice rapide a fosforului, care îndată ce apare în apă, ca rezultat al mineralizării, chiar în concentrații foarte mici, este absorbit de alge. Un asemenea sistem poate fi foarte productiv fără a avea în apă o concentrație mare de fosfor.

Rezultă că semnificația mai mare și mai certă pentru aprecierea productivității unei ape o are rata reciclării fosforului, decât concentrația lui în apă la un

moment dat.

- În concluzie, circuitul fosforului este rezultatul unor interacțiuni complexe, atât între componentele biologice, cât și între acestea și componentele biotopului, deci este rezultatul activității întregului ecosistem.

Să ne reamintim

Circuitul fosforului în lacuri prezintă următoarele caracteristici: sursele de fosfor sunt reprezentate de compușii aduși de apele afluenților lacului, apele de precipitație, peștii care migrează din mări și oceane; fosforul mineral dizolvat intră în două circuite interconectate – circuitul biologic, determinat de metabolismul algelor fitoplanctonice și al animalelor, și circuitul geochimic, determinat de interacțiunea sedimentelor cu compușii fosforului din apă.



9.3. Rezumat

Căile principale ale circuitului materiei în ecosistem sunt lanțurile trofice din structura biocenozelor. Se deosebesc circuite ale materiei la nivel de ecosistem – circuite biogeochimice locale și circuite ale materiei la nivelul ecosferei – circuite biogeochimice globale. Circuitul substanțelor într-un ecosistem este rezultatul interacțiunilor dinamice dintre componentele biocenozelor și dintre acestea și biotop, iar în cadrul acestor interacțiuni prezintă importanță atât cantitatea de substanțe consumate, cât și comportamentul specific populațiilor și caracteristicile ciclurilor lor de viață.

Circuitul fosforului în lacuri prezintă următoarele caracteristici: sursele de fosfor sunt reprezentate de compușii aduși de apele afluenților lacului, apele de precipitație, peștii care migrează din mări și oceane; fosforul mineral dizolvat intră în două circuite interconectate – circuitul biologic, determinat de metabolismul algelor fitoplanctonice și al animalelor, și circuitul geochimic, determinat de interacțiunea sedimentelor cu compușii fosforului din apă.



9.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor

1) Identificați afirmația falsă despre ciclurile biogeochimice locale:

- a. se desfășoară într-un mod specific fiecărei categorii de ecosisteme
- b. sunt rezultatul interacțiunilor dintre componentele biocenozei și dintre acestea și biotop
- c. reprezintă mecanisme esențiale de funcționare a ecosferei

2) Identificați afirmația falsă legată de modul în care componentele rețelei trofice influențează desfășurarea circuitelor biogeochimice:

- a. migrațiile verticale ale zooplanctonului reprezintă, din punct de vedere al circulației substanțelor, deplasări masive de nutrienți, dintr-un loc în altul
- b. trecerea unui număr mare de larve de insecte, crustacei și a altor grupe de la viața planctonică la cea bentonică pe parcursul dezvoltării lor influențează viteza de mineralizare
- c. răscolirea solului de către fauna solului influențează viteza de mineralizare și crește accesibilitatea nutrienților pentru producătorii primari

3) Enumerați cele două cicluri din care este alcătuit circuitul biogeochimic al fosforului în lacuri.

4) Peștii care migrează în lacuri din mări și oceane reprezintă:

- a. o sursă de fosfor și alți nutrienți
- b. numai o sursă de fosfor
- c. o pierdere de fosfor și alți nutrienți

5) Compușii fosforului aduși în lacuri de apele afluenților lacului nu provin din:

- a. scurgerile menajere
- b. dezagregarea rocilor sedimentare
- c. îngrășămintele folosite pe terenurile agricole

6) Circuitul biologic al azotului în lacuri este interconectat cu circuitul geochimic al acestuia prin:

- a. excrețiile zooplanctonului și animalelor bentonice
- b. asimilarea fosfaților de către algele planctonice
- c. celulele algale moarte care ajung în sedimentul lacului

7) Ciclul geochimic al azotului:

- a. este mai rapid decât cel biologic
- b. este mai de lungă durată decât cel biologic
- c. este independent de cel biologic

8) O concentrație scăzută a fosforului în apă nu poate fi determinată de:

- a. carența generală a fosforului în ecosistem
- b. circulația biologică rapidă a fosforului
- c. circulația biologică lentă a fosforului

9) Pentru aprecierea productivității unei ape o semnificație mai mare o are:

- a. rata reciclării fosforului
- b. concentrația fosforului în apă la un moment dat
- c. concentrația fosforului și azotului în apă la un moment dat

10) Identificați afirmația falsă despre circuitul fosforului în lacuri:

- a. este rezultatul activității întregului ecosistem
- b. reprezintă un transfer uniform și continuu de la alge la mediu (apă, sediment) și înapoi către alge
- c. este rezultatul unor interacțiuni complexe



9.5. Bibliografie recomandată

- a. Botnariuc, N., Vădineanu, A., 1982. *Ecologie*, Editura Didactică și Pedagogică, București.
- b. Cogălniceanu, D., 2007. *Ecologie și protecția mediului*, Ministerul Educației și Cercetării.
Proiectul pentru învățământul rural.
http://www.ecoport.ro/dan_cogalniceanu/publications

Capitolul 10. CIRCULAȚIA MATERIEI ÎN ECOSISTEM (2)

(după Botnariuc & Vădineanu 1982)



10.1. Introducere

În cadrul acestui capitol sunt prezentate reciclarea nutrienților în ecosistemele acvatice – circuitul azotului în lacuri și reciclarea nutrienților în ecosistemele terestre - circuitul apei în ecosistemele forestiere și circuitul nutrienților în ecosistemele terestre.

Obiectivele cursului/capitolului sunt:

- Cunoașterea caracteristicilor circuitului azotului în lacuri;
- Cunoașterea particularităților circuitului substanțelor în ecosistemele terestre comparativ cu cel din ecosistemele acvatice;
- Cunoașterea circuitului apei în ecosistemele forestiere;
- Cunoașterea circuitului nutrienților în ecosistemele terestre.

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



10.2. Conținut

10.2.1. Reciclarea nutrienților în ecosistemele acvatice. Circuite locale ale nutrienților

Circuitul azotului în lacuri

Intrările de azot în lacuri se produc pe mai multe căi și sub diferite forme (fig. 9.2.):

- N_2 atmosferic, care se dizolvă în apă;
- oxizi de azot, care apar în atmosferă în urma descărcărilor electrice, sunt antrenati de precipitații și ajung la suprafața solului;

- din apele de alimentare ale lacurilor (afluenți, scurgeri de pe suprafața bazinului de alimentare), care transportă azotul sub formă de NH_3 (compuși amoniacali), NO_3 (azotați) și N organic (dizolvat sau din detritus organic).

Circuitul biogeochimic al lacului. Odată ajuns în apa lacului, azotul intră în circuitul biogeochimic pe mai multe căi și sub diferite forme (fig. 9.2.):

- *azotul liber* dizolvat poate fi parțial fixat de către unele alge sau bacterii și transformat în azot organic (încorporat mai ales în structura aminoacizilor);
- din *compuşii azotului* intrați cu apele de alimentare a lacului:
 - o parte (N amoniacal și NO_3) este utilizată de alge;
 - o altă parte, ca și azotul organic, intră în circuitul bacterian;
 - o parte poate fi fixată în sedimente (în compuși humici).

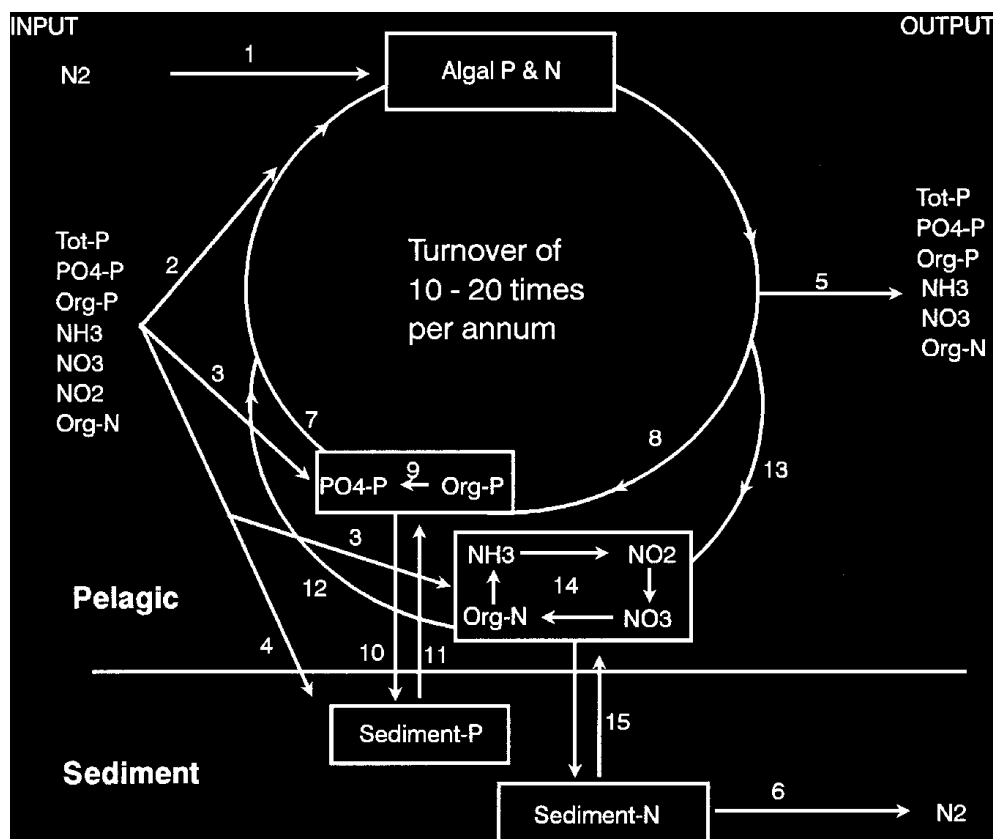


Figura 9.2. Circuitul azotului în lacuri (după Golterman 1975).

Circuitul biologic

- ***Circuitul algal***

- Algele pot utiliza azotați (NO_3), săruri amoniacale și N liber din apă. Utilizarea fiecăreia din aceste trei surse se produce în dependență cu anumite condiții.
- După moartea algelor, cea mai mare parte a azotului organic intră în circuitul bacterian, iar o altă parte ajunge în sedimente.

- ***Circuitul bacterian***

- În circuitul bacterian, azotul aminoacizilor este mineralizat până la amoniac (NH_3).
- Bacteriile care participă la mineralizarea compușilor organici ai azotului o fac cu dublu rol: ca sursă de N pentru sinteza propriilor substanțe proteice și ca sursă de energie.
- NH_3 este oxidat până la NO_2 , iar acesta până la NO_3 – formă sub care poate fi folosit din nou de alge pentru a fi transformat în substanțe organice.
- Fazele transformărilor bacteriene ale compușilor azotului sunt reversibile, iar sensul desfășurării lor depinde de o serie de factori, mai ales de concentrația oxigenului.

- Din circuitul biologic, algal și bacterian, se produc și pierderi de N.

- O parte din compuși trec în sedimente sub formă de compuși humici sau se pierde sub formă de detritus dus de afluenți.
- Afluenții lacului antrenează, de asemenea, o parte din substanțele azotoase și chiar organisme (alge, bacterii), ceea ce reprezintă o pierdere pentru ecosistemul lacustru.

- O parte din azotul sedimentelor se poate pierde prin procesul de denitrificare (reducerea azotaților și azotiților cu eliberarea N_2), determinat de unele bacterii.

- Circuitul algal și bacterian determină reciclarea azotului (turnover), de circa 10-20 de ori pe an.

Să ne reamintim

Circuitul azotului în lacuri prezintă următoarele caracteristici: sursele de azot sunt reprezentate de azotul molecular atmosferic care se dizolvă în apă, oxizii de azot din atmosferă antrenati de precipitații, compușii amoniacali, azotații și azotul organic (dizolvat sau din detritus) din apele de alimentare ale lacului; azotul intră sub diferite forme în circuitul biologic, care include circuitul algal și circuitul bacterian; o parte din compușii azotului intrați cu apele de alimentare a lacului se fixează în sedimente; o parte din azotul din circuitul biologic se pierde sub formă de detritus, substanțe azotoase și organisme, duse de afluenți; o parte din azotul sedimentelor se pierde prin denitrificare.

10.2.2. Reciclarea nutrienților în ecosistemele terestre. Circuite locale ale nutrienților

Circuitul substanțelor în ecosistemele terestre

Între ecosistemele terestre și cele acvatice există două deosebiri importante în privința modului de desfășurare a circuitului materiei:

- circuitul apei în ecosistemele terestre reprezintă substratul material al circuitului majorității elementelor minerale, apa fiind transportorul acestor elemente;
- are loc o importantă stocare (acumulare) a unor elemente nutritive în țesuturile mecanice de lungă durată ale plantelor, fenomen deosebit de accentuat în ecosistemele forestiere, reciclarea elementelor (turnover-ul) la plantele lemnoase fiind mult mai lentă decât la cele acvatice.

Circuitul apei în ecosistemele forestiere

Din cantitatea totală de precipitații dintr-o pădure de foioase din zona temperată (8000 m³/ha/an):

- 15% este reținută pe suprafața plantelor și restituită atmosferei prin evaporare;
- 85% ajunge pe solul pădurii, din care:
 - 5% se scurge;

- 15% se infiltrează în subsol alimentând pânza freatică;
- 65% (5200 m³) este reținută de sol, din care:
 - 3500 m³ sunt restituiți atmosferei prin transpirația plantelor;
 - 800 m³ sunt restituiți prin evaporare de pe sol.

Din apa absorbită de plante cca 15-20 m² intră în structura producției primare nete.

Cantitățile și proporțiile menționate diferă la diferite ecosisteme, în funcție de climă, relief, structura pădurii.

Trăsăturile caracteristice ale circuitului apei în ecosistemele forestiere:

- viteza mare a circuitului, datorită absorbției și transpirației foarte intense;
- reținerea în ecosistem a unei mari cantități de apă (150-600 m³/ha), care este de 6-25 ori mai mare decât cea reținută în pajiști;
- scurgeri de suprafață reduse (în medie 5%) față de cele din alte ecosisteme terestre (50% în pășuni); în schimb crește cantitatea de apă ce se infiltrează, având un dublu efect: reducerea eroziunii solului și alimentarea pânzei freatice;
- menținerea umidității atmosferei prin evaporare și transpirație intense.

Să ne reamintim

În ecosistemele terestre, apa este transportorul majorității elementelor minerale și are loc o acumulare importantă a elementelor nutritive în țesuturile mecanice de lungă durată ale plantelor. În ecosistemele forestiere, circuitul apei este rapid, ca urmare a absorbției și transpirației foarte intense, se reține o cantitate mare de apă în ecosistem, scurgerile de suprafață sunt reduse, dar cantitatea de apă care se infiltrează este mai mare și are loc menținerea umidității atmosferei, prin evaporare și transpirație intense.

Circuitul nutrienților în ecosistemele terestre

Intrările de nutrienți în ecosistemele terestre

- Se fac, în general, prin atmosferă, precipitații, aerosoli și prin dezagregare mineralelor din roca mamă.

- În agroecosisteme, îngrășămintele administrate reprezintă o sursă importantă de nutrienți.
- Cantitatea de nutrienți adusă de precipitații reprezintă o sursă importantă de săruri minerale. Poluarea atmosferei prin emisiuni de gaze de către industrie duce la creșterea considerabilă a cantității de ioni antrenati de precipitații.

Ieșirile (pierderile) de nutrienți din ecosistemele terestre se produc prin scurgerea apei de suprafață și subterane (apa de infiltrație), care antrenează o parte din sărurile minerale din litieră și din sol, prin evaporarea NH_3 din excretele copitatelor și prin denitrificare.

Raportul dintre intrările substanțelor minerale din sol în plante (prin absorbție) și restituirea lor prin spălare de pe frunze (prin apa de precipitații) și prin formarea litierii (din frunze și ramuri căzute) variază în dependență de: stadiul succesional (de dezvoltare) al ecosistemului, de anotimp și de structura biocenozei.

1. În funcție de stadiul succesional al ecosistemului

- În pădurile tinere din zona temperată, aceste două procese nu se echilibrează. Pădurea fiind în creștere, biomasa ei sporește acumulând o proporție importantă din totalul nutrienților din sol.
- Echilibrarea se produce mai bine în pădurile mature, în care nu mai are loc un spor semnificativ de biomasă.

2. În funcție de anotimp

- În zonele cu variații sezoniere ale climei se produc și importante variații ale circuitului, în funcție de anotimp.
 - Valorile maxime de intrare (absorbție) a elementelor minerale în plante se înregistrează primăvara și vara, când și mineralizarea litierii se produce mai activ.
 - Primăvara și la începutul verii, în frunze se acumulează mai mult N, P, K, în timp ce acumulările maxime de Ca se produc mai târziu.

- În toamnă, înainte de căderea frunzelor, o proporție importantă de elemente minerale sunt retrase din frunze și se depozitează în trunchiuri și rădăcini.
- Toamna, căderea frunzelor duce la formarea litierei și, deci, la acumularea nutrienților în sol.
- În zona ecuatorială, fără variații sezoniere, circuitul nutrienților are câteva trăsături caracteristice. Cea mai importantă trăsătură este viteza crescută a reciclării elementelor.
 - Temperatura ridicată din timpul anului, ploile abundente, determină o activitate intensă a microorganismelor, cu descompunerea rapidă a litierei, ceea ce nu permite acumularea nutrienților în sol. Din aceleași motive, se produce o dezagregare mai energică a mineralelor din roca mamă și o rapidă spălare a lor de către apele de infiltrație și scurgere subterană. Rezultatul acestor procese este cantitatea redusă de nutrienți din soluri. Răspunsul plantelor la aceste condiții este creșterea vitezei de absorbție a nutrienților și, în general, a circulației nutrienților.
 - Cantitatea de nutrienți minerali din sol influențează în mod profund structura și funcționarea pădurilor tropicale umede, determinând trăsături specifice, caracteristice fiecărei zone.

3. În funcție de structura biocenozei

- Circuitul elementelor minerale depinde în măsură însemnată și de componența specifică a biocenozei, deoarece diferitele specii de plante se deosebesc prin necesitățile lor nutritive, ca și prin intensitatea activității lor. De exemplu, într-o pădure de stejar, cea mai mare cantitate a potasiului este preluată în circuit de către stejari, plantelor ierboase de pe solul pădurii revenindu-le o proporție foarte scăzută, pe când într-o pădure de pin, din contră, pinului îi revine o cantitate mică de potasiu, care este preluat în cea mai mare măsură de plantele ierboase, mai ales de către ferigile de pe solul pădurii.

Să ne reamintim

Circuitul nutrienților în ecosistemele terestre prezintă următoarele caracteristici: intrările de nutrienți se fac prin atmosferă, precipitații, aerosoli, degradarea mineralelor din roca mamă, îngrășăminte din agroecosisteme; ieșirile (pierderile) de nutrienți din ecosistem se produc prin scurgerea apei de suprafață și subterană, prin evaporarea amoniacului din excretele copitatelor și prin denitrificare; raportul dintre substanțele minerale absorbite de către plante din sol și substanțele minerale restituite solului prin spălare de pe frunze prin apa de precipitații și prin formarea litierii variază în funcție de stadiul succesional (de dezvoltare) al ecosistemului, de anotimp și de structura biocenozii.



10.3. Rezumat

Circuitul azotului în lacuri prezintă următoarele caracteristici: sursele de azot sunt reprezentate de azotul molecular atmosferic care se dizolvă în apă, oxizii de azot din atmosferă antrenati de precipitații, compușii amoniacali, azotații și azotul organic (dizolvat sau din detritus) din apele de alimentare ale lacului; azotul intră sub diferite forme în circuitul biologic, care include circuitul algal și circuitul bacterian; o parte din compușii azotului intrați cu apele de alimentare a lacului se fixează în sedimente; o parte din azotul din circuitul biologic se pierde sub formă de detritus, substanțe azotoase și organisme, duse de afluenți; o parte din azotul sedimentelor se pierde prin denitrificare.

În ecosistemele terestre, apa este transportorul majorității elementelor minerale și are loc o acumulare importantă a elementelor nutritive în țesuturile mecanice de lungă durată ale plantelor. În ecosistemele forestiere, circuitul apei este rapid, ca urmare a absorbției și transpirației foarte intense, se reține o cantitate mare de apă în ecosistem, scurgerile de suprafață sunt reduse, dar cantitatea de apă care se infiltrează este mai mare și are loc menținerea umidității atmosferei, prin evaporare și transpirație intense.

Circuitul nutrienților în ecosistemele terestre prezintă următoarele caracteristici: intrările de nutrienți se fac prin atmosferă, precipitații, aerosoli, degradarea mineralelor din roca mamă, îngrășăminte din agroecosisteme; ieșirile (pierderile) de nutrienți din ecosistem se produc prin scurgerea apei de suprafață și subterană, prin evaporarea amoniacului din excretele copitatelor și prin denitrificare; raportul dintre substanțele minerale absorbite de către plante din sol și substanțele minerale restituite solului prin spălare de pe frunze prin apa de precipitații și prin formarea litierii variază în funcție de stadiul succesional (de dezvoltare) al ecosistemului, de anotimp și de structura biocenozelor.



10.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor

- 1) În legătură cu circuitul azotului în lacuri, este adevărată următoarea afirmație:**
 - a. azotul liber dizolvat poate fi parțial fixat de către unele alge sau bacterii și transformat în azot organic
 - b. o parte din compușii azotului intrați cu apele de alimentare a lacului se pierde prin denitrificare
 - c. o parte din azotul liber dizolvat trece în sedimente sub formă de compuși humici
- 2) Circuitul biologic al azotului în lacuri nu include:**
 - a. circuitul algal
 - b. circuitul bacterian
 - c. fixarea compușilor azotului în sedimente
- 3) Fazele transformărilor bacteriene ale compușilor azotului sunt ireversibile. Adevărat/Fals**
- 4) Acumularea unor substanțe nutritive în țesuturile de lungă durată ale plantelor reprezintă o caracteristică a circuitului substanțelor în:**
 - a. ecosistemele acvatice
 - b. ecosistemele marine
 - c. ecosistemele terestre
- 5) Ecosistemele terestre care mențin umiditatea atmosferei prin evaporare și transpirație intense sunt:**
 - a. ecosistemele de pajiște
 - b. ecosistemele forestiere
 - c. pășunile

6) Circuitul apei în ecosistemele terestre:

- a. are aceeași viteză indiferent de tipul de ecosistem
- b. reprezintă substratul material al circuitului majorității elementelor minerale
- c. se caracterizează prin reținerea unei cantități mai mari de apă în pajiști comparativ cu ecosistemele forestiere

7) Pierderile de nutrienți din ecosistemele terestre se produc:

- a. prin administrarea de îngrășăminte ecosistemelor agricole
- b. prin procesul de denitrificare, determinat de unele bacterii
- c. prin dezagregarea mineralelor din roca mamă

8) În legătură cu circuitul nutrienților în ecosistemele terestre, este adevărată următoarea afirmație:

- a. înainte de căderea frunzelor, o proporție importantă de elemente minerale sunt retrase din frunze și se depozitează în trunchiuri și rădăcini
- b. căderea frunzelor duce la formarea litierei și, deci, la acumularea nutrienților la suprafața solului
- c. absorbția maximă a elementelor minerale în plante se înregistrează primăvara și toamna

9) Deoarece diferitele specii de plante se deosebesc prin necesitățile lor nutritive și prin intensitatea activității lor:

- a. circuitul elementelor minerale în ecosistemele terestre depinde de stadiul succesional al ecosistemului
- b. circuitul elementelor minerale în ecosistemele terestre depinde de componența specifică a biocenozei
- c. circuitul elementelor minerale în ecosistemele terestre depinde de anotimp

10) Intrările de nutrienți în ecosistemele terestre se fac:

- a. prin evaporarea amoniacului din excretele copitatelor
- b. prin dezagregarea mineralelor din roca mamă
- c. prin scurgerea apei subterane



10.5. Bibliografie recomandată

- a. Botnariuc, N., Vădineanu, A., 1982. *Ecologie*, Editura Didactică și Pedagogică, București.
- b. Cogălniceanu, D., 2007. *Ecologie și protecția mediului*, Ministerul Educației și Cercetării. Proiectul pentru învățământul rural.
http://www.ecoport.ro/dan_cogalniceanu/publications

Capitolul 11. AUTOCONTROLUL ȘI STABILITATEA ECOSISTEMELOR

(după Botnariuc & Vădineanu 1982)



11.1. Introducere

În cadrul acestui capitol sunt prezentate funcția de autocontrol (autoreglare) a ecosistemelor și rezultatul acestei funcții - stabilitatea ecosistemelor.

Obiectivele cursului/capitolului sunt:

- Înțelegerea rolului și necesității autocontrolului unui ecosistem;
- Cunoașterea și însușirea mecanismelor biocenotice de autoreglare a stărilor ecosistemului;
- Cunoașterea semnificației ecologice a autocontrolului ecosistemelor.

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



11.2. Conținut

11.2.1. Autoreglarea stărilor ecosistemului. Stabilitatea relativă a ecosistemului

Funcția de autocontrol a ecosistemului este, ca și funcțiile energetică și de circulație a substanțelor, un rezultat necesar al modului cum este organizat ecosistemul, un rezultat al conexiunilor reciproce dintre speciile componente și dintre acestea și componentele biotopului.

În esență, rolul autocontrolului (homeostaziei) unui ecosistem este acela de a păstra (în anumite limite) o stare de echilibru între populațiile componente, de a nu permite oscilații numerice prea mari (depășind anumite limite) ale populațiilor, determinând astfel o anumită stabilitate în structura și funcționarea (organizarea) întregului ecosistem.

Necesitatea autocontrolului apare din faptul că, atât cantitatea de energie primită de un ecosistem natural, cât și cantitatea de nutrienți disponibili sunt finite, limitate. În același timp potențialul de înmulțire al oricărei specii, chiar a celor cu reproducere foarte lentă, dacă nu ar fi încetinit ar duce repede la epuizarea resurselor respective.

În asemenea condiții, menținerea oricărei populații într-un ecosistem impune cu necesitate,

- pe de o parte refacerea (reciclarea) resurselor materiale inițiale,
- pe de altă parte limitarea (controlul) înmulțirii fiecărei populații și, deci, menținerea nivelului ei numeric (și a proporțiilor numerice ale categoriilor de indivizi din structura fiecărei populații) la o valoare cât mai apropiată de cea optimă, adică de acea stare care să permită supraviețuirea populației și îndeplinirea funcțiilor ei în biocenoză cu maximum de eficiență.

Ambele probleme se rezolvă prin diferențierea funcțională a speciilor dintr-o biocenoză. Dar diferențierea funcțiilor (specializarea mai mult sau mai puțin pronunțată) determină interdependența speciilor și organizarea unui sistem cibernetic de autocontrol.

Această consecință apare evidentă chiar într-o schemă extrem de simplificată a circuitului material dintr-un ecosistem acvatic:

- substanțele minerale din apă sunt utilizate de alge și convertite în substanță organică cu ajutorul energiei solare;
- o parte din populațiile algale sunt consumate de zooplancton;
- o parte din zooplancton este consumat de pești;
- deșeurile activității tuturor acestor componenți, ca și cadavrele organismelor sunt descompuse de grupul organismelor descompunătoare (bacterii, ciuperci), restituind ecosistemului substanțele minerale care reintră în circuit.

În acest circuit fiecare populație îndeplinește anumite funcții, iar modul cum funcționează depinde de caracteristicile populației: natura ei, modul de desfășurare a metabolismului, reproducerea, structura și nivelul ei numeric.

Controlul acestor parametri în vederea menținerii lor la valori cât mai apropiate de cele optime se produce la mai multe nivele ierarhizate: prin mecanisme interne ale indivizilor (homeostazia fiziologică), prin mecanisme populaționale (care își subordonează pe cele individuale) și prin mecanisme biocenotice, suprapopulaționale.

Mecanismele biocenotice constau în esență în relațiile interspecifice și determină menținerea stării normale a tuturor populațiilor și, deci, a întregii biocenoze integrate în ecosistem.

Să ne reamintim

Funcția de autocontrol a ecosistemului este rezultatul conexiunilor reciproce dintre speciile componente și dintre acestea și componentele biotopului. Rolul autocontrolului unui ecosistem este de a nu permite oscilații numerice prea mari ale populațiilor componente și, astfel, de a determina o anumită stabilitate în structura și funcționarea ecosistemului ca întreg. Necesitatea autocontrolului este determinată de următoarele aspecte: cantitatea de energie primită de un ecosistem natural și cantitatea de nutrienți disponibilă ecosistemului sunt finite; potențialul de înmulțire al speciilor poate determina epuizarea resurselor. Menținerea oricărei populații în ecosistem se poate realiza prin reciclarea resursele materiale inițiale și prin menținerea efectivelor ei numerice la o valoare care să îi permită supraviețuirea și îndeplinirea eficientă a funcțiilor în cadrul biocenozei. Diferențierea funcțională a speciilor dintr-o biocenoză determină interdependența speciilor și organizarea unui sistem cibernetic de autocontrol. Mecanismele de autocontrol sunt de 3 tipuri: mecanisme interne ale indivizilor, mecanisme populaționale și mecanisme biocenotice (relațiile interspecifice).

Mecanismele biocenotice de autocontrol

Oscilațiile fiecărei verigi trofice sunt controlate și frânate de verigile adiacente. De exemplu, înmulțirea excesivă a algelor este frânată, pe de o parte, prin scăderea cantității unor nutrienți indispensabili (fosfor, azot), iar pe de altă parte, prin creșterea consumului de către zooplancton, care, având hrană mai abundentă, se înmulțește mai

mult. În felul acesta starea întregului se menține oscilând în jurul unor anumite valori, atâta timp cât nu intervine o perturbare din afara sistemului.

Reiese că organizarea rețelei trofice (a relațiilor trofice) reprezintă mecanismul principal al stabilității și, deci, al autocontrolului ecosistemului.

Elton (1958) a arătat că stabilitatea unei biocenoze este în funcție de complexitatea rețelei trofice, adică crește cu creșterea acestei complexități (a gradului de organizare a rețelei). Printre argumentele lui se numără următoarele:

- invaziile de plante sau/și animale se produc mai frecvent și mai ușor în biocenozele simple sau în biocenozele simplificate de către om (agroecosisteme, păduri cultivate etc.);
- în ecosistemele cu mare complexitate a rețelei trofice nu se cunosc invazii sau explozii ale organismelor considerate dăunătoare.

Explicația constă, pe de o parte, în faptul că într-o biocenoză complexă fiecare specie este supusă unui control multiplu din partea unui număr mai mare sau mai mic de alte specii. Pe de altă parte, într-o biocenoză complexă, nișele fiind în număr mare, dar restrânse și adesea parțial suprapuse, o schimbare a unui component, chiar dispariția lui eventuală, are puține șanse să afecteze tot ecosistemul.

MacArthur (1955), fundamentând matematic concepția lui Elton, a arătat că într-adevăr numărul de legături trofice reprezintă mecanismul de menținere a stabilității ecosistemelor: cu cât acest număr este mai mare, stabilitatea este mai pronunțată.

În acest mecanism este important modul de hrănire al speciilor.

- *Speciile monofage* sau cu un spectru trofic foarte redus nu contribuie întotdeauna în mod eficient la stabilitatea biocenozei. Din cauza legăturilor lor trofice limitate, creșterea lor numerică poate duce la distrugerea masivă a resursei de hrană, ducând la scăderea în masă a însăși consumatorului.
- *Speciile polifage* au un rol mult mai important în asigurarea stabilității. De obicei, aceste specii au o hrană preferată pe care o consumă cu predilecție. Când însă această sursă de hrană scade sub un anumit nivel, când căutarea ei

necesită o cheltuială prea mare de energie, consumatorul trece la hrănirea cu o altă specie, mai abundentă, care în mod obișnuit reprezintă un element nutritiv secundar. Scăzând presiunea consumatorului asupra speciei preferate, aceasta se poate reface, revenind la nivelul ei numeric normal. În felul acesta se evită oscilațiile numerice violente.

Cercetările ulterioare, pe de o parte au confirmat vederile lui Elton și MacArthur, iar pe de altă parte au arătat că, în multe cazuri, legătura dintre organizarea rețelei trofice și stabilitatea ecosistemelor este mult mai complexă.

- Astfel, s-a constatat că, în cazul când la un nivel trofic, de pildă al consumatorilor de ordinul doi (deci carnivori), există specii numeroase și concurente între ele pentru aceeași sursă de hrană, aceste relații de concurență determină stabilitatea crescută a nivelului lor trofic (limitează creșterea lor numerică și diminuează activitățile lor) și, în același timp, pot determina instabilitatea populațiilor de la un nivel inferior, de pildă al consumatorilor primari, prin slăbirea controlului exercitat asupra acestora. Deci, eficiența controlului efectuat de o specie poate fi mai mare decât eficiența însumată a mai multor specii concurente.
- Corelația directă dintre stabilitatea unei biocenoze (eficiența autocontrolului) și complexitatea ei exprimată prin numărul speciilor (numărul și complexitatea legăturilor trofice) nu se constată în toate ecosistemele. Astfel, în ecosistemele acvatice dulcicole, condițiile de viață sunt relativ uniforme, din care cauză specializările trofice sunt relativ slabe. Această lipsă de specializare strictă duce la o mai intensă concurență între speciile aceluiași nivel trofic.
- Competiția în cadrul aceluiași nivel trofic poate avea consecințe complexe. S-a ajuns la concluzia că,
 - în ecosistemele lacustre și forestiere din zona temperată, cu organizare relativ simplă a rețelei trofice (număr relativ mic de specii), presiunea mai mare a competiției este cea care determină stabilitatea,
 - în ecosistemele tropicale, atât acvatice, cât și terestre, cu specii numeroase, specializarea nișelor este cea care permite atât evitarea

concurenței, cât și realizarea unei rețele trofice cu o organizare complexă, cu un control multiplu al fiecărei specii, care devine factorul principal ce asigură autocontrolul și, deci, stabilitatea sistemului.

Să ne reamintim

Mecanismul principal al autocontrolului și, deci, al stabilității ecosistemului este reprezentat de organizarea rețelei trofice. Cu cât rețeaua trofică este mai complexă (numărul legăturilor trofice este mai mare), cu atât stabilitatea biocenozelor și, în consecință, a ecosistemului este mai mare. În cadrul acestui mecanism, speciile polifage (care au un spectru trofic mai larg) au un rol mai important în asigurarea stabilității ecosistemului comparativ cu speciile monofage (care au un spectru trofic redus). Cu toate acestea, s-a demonstrat că legătura dintre organizarea rețelei trofice și stabilitatea ecosistemelor este mult mai complexă.

Semnificația ecologică a autocontrolului

Strategia esențială a biocenozelor naturale este maximalizarea fluxului de energie. Diversitatea și consecința ei – complexitatea legăturilor – apare ca un mecanism, o modalitate prin care se realizează maximalizarea intrărilor de energie în fiecare nivel trofic.

Stabilitatea – drept consecință a diversității (a controlului multiplu al fiecărei specii) - apare ca un rezultat colateral al intensificării fluxului de energie. Dar, acest rezultat devine esențial, deoarece el determină menținerea acelei structuri (organizări) care asigură cel mai bine aprovizionarea cu energie în condițiile date ale ecosistemului.

Analizând relația dintre fluxul de energie (sub aspect cantitativ și calitativ) și diversitatea în 150 de ecosisteme diferite, E. Odum (1975) constată că acestea se împart în două mari grupe:

- ecosisteme cu diversitate scăzută:
 - ecosistemele degradate din cauza, mai ales, activităților umane;
 - ecosistemele artificiale unde se cultivă selectiv anumite specii;

- ecosistemele naturale aprovizionate constant cu surse bogate de energie; de ex. mlaștinile sărate din zona mareelor, unde aportul fluxului este bogat și permanent (substanțe organice, nutrienți). În aceste condiții, specii puține, dar specializate sunt cele mai eficiente în utilizarea surselor bogate de energie. Deci, în acest caz, diversitatea optimă este cea scăzută.
- ecosistemele naturale, având energia solară ca singura sursă de energie. În aceste cazuri, diversitatea mare este cea optimă, pentru că numai pe această cale se poate maximaliza intrarea de energie.

Să ne reamintim

Diversitatea și complexitatea legăturilor din cadrul unei biocenoze reprezintă o modalitate prin care se realizează maximalizarea intrărilor de energie în fiecare nivel trofic. De aceea, stabilitatea, care este o consecință a diversității, apare ca o consecință a intensificării fluxului de energie și, în același timp, este esențială pentru menținerea acelei organizări a ecosistemului care permite cel mai bine aprovizionarea sa cu energie. Există ecosisteme cu diversitate scăzută, precum ecosistemele antropizate și ecosisteme naturale, cu diversitate mare, optimă pentru intrarea unei cantități maxime de energie în ecosistem.



11.3. Rezumat

Funcția de autocontrol a ecosistemului este rezultatul conexiunilor reciproce dintre speciile componente și dintre acestea și componentele biotopului. Rolul autocontrolului unui ecosistem este de a nu permite oscilații numerice prea mari ale populațiilor componente și, astfel, de a determina o anumită stabilitate în structura și funcționarea ecosistemului ca întreg. Necesitatea autocontrolului este determinată de următoarele aspecte: cantitatea de energie primită de un ecosistem natural și cantitatea de nutrienți disponibilă ecosistemului sunt finite; potențialul de înmulțire al speciilor poate determina epuizarea resurselor. Menținerea oricărei populații în ecosistem se poate realiza prin reciclarea resurselor materiale inițiale și

prin menținerea efectivelor ei numerice la o valoare care să îi permită supraviețuirea și îndeplinirea eficientă a funcțiilor în cadrul biocenozei. Diferențierea funcțională a speciilor dintr-o biocenoză determină interdependența speciilor și organizarea unui sistem cibernetic de autocontrol. Mecanismele de autocontrol sunt de 3 tipuri: mecanisme interne ale indivizilor, mecanisme populaționale și mecanisme biocenotice (relațiile interspecifice).

, mecanisme populaționale și mecanisme biocenotice (relațiile interspecifice).

Mecanismul principal al autocontrolului și, deci, al stabilității ecosistemului este reprezentat de organizarea rețelei trofice. Cu cât rețeaua trofică este mai complexă (numărul legăturilor trofice este mai mare), cu atât stabilitatea biocenozei și, în consecință, a ecosistemului este mai mare. În cadrul acestui mecanism, speciile polifage (care au un spectru trofic mai larg) au un rol mai important în asigurarea stabilității ecosistemului comparativ cu speciile monofage (care au un spectru trofic redus). Cu toate acestea, s-a demonstrat că legătura dintre organizarea rețelei trofice și stabilitatea ecosistemelor este mult mai complexă.

Diversitatea și complexitatea legăturilor din cadrul unei biocenoze reprezintă o modalitate prin care se realizează maximalizarea intrărilor de energie în fiecare nivel trofic. De aceea, stabilitatea, care este o consecință a diversității, apare ca o consecință a intensificării fluxului de energie și este esențială pentru menținerea acelei organizări a ecosistemului care permite cel mai bine aprovizionarea sa cu energie. Există ecosisteme cu diversitate scăzută, precum ecosistemele antropizate și ecosisteme naturale, cu diversitate mare, optimă pentru intrarea unei cantități maxime de energie în ecosistem.



11.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor

- 1) Funcția de autocontrol a ecosistemului este rezultatul modului cum este organizat ecosistemul. Adevărat/Fals**
- 2) Necesitatea autocontrolului apare din faptul că, atât cantitatea de energie primită de un ecosistem natural, cât și cantitatea de nutrienți disponibili sunt finite, nelimitate. Adevărat/Fals**

- 3) **Reciclarea resurselor materiale inițiale și controlul înmulțirii fiecărei populații din ecosistem se realizează ca urmare a diferențierii funcționale a speciilor din biocenoză.**
Adevărat/Fals
- 4) **Mecanismele biocenotice de autocontrol constau în esență în:**
- a. relațiile intrapopulaționale
 - b. relațiile intraspecifice
 - c. relațiile interspecifice
- 5) **Mecanismele biocenotice de autocontrol se mai numesc și mecanisme:**
- a. suprapopulaționale
 - b. populaționale
 - c. homeostazice
- 6) **Oscilațiile fiecărei verigi trofice dintr-un ecosistem sunt controlate și frânate de verigile adiacente.** Adevărat/Fals
- 7) **Mecanismul principal al autocontrolului unui ecosistem este reprezentat de:**
- a. potențialul de înmulțire al fiecărei populații
 - b. organizarea rețelei trofice
 - c. reciclarea resurselor materiale inițiale
- 8) **Speciile cu un spectru trofic larg, care au un rol mai important în asigurarea stabilității ecosistemului, se numesc:**
- a. specii cheie
 - b. specii monofage
 - c. specii polifage
- 9) **Competiția în cadrul aceluiași nivel trofic poate avea consecințe complexe asupra stabilității ecosistemului.** Adevărat/Fals
- 10) **Stabilitatea ecosistemului este o modalitate prin care se realizează maximalizarea intrărilor de energie în fiecare nivel trofic.** Adevărat/Fals



11.5. Bibliografie recomandată

- a. Botnariuc, N., Vădineanu, A., 1982. *Ecologie*, Editura Didactică și Pedagogică, București.
- b. Cogălniceanu, D., 2007. *Ecologie și protecția mediului*, Ministerul Educației și Cercetării.
Proiectul pentru învățământul rural.
http://www.ecoportal.ro/dan_cogalniceanu/publications

Capitolul 12. SUCCESIUNEA ECOLOGICĂ

(după Botnariuc & Vădineanu 1982)



12.1. Introducere

În cadrul acestui capitol sunt prezentate succesiunea ecologică primară și secundară, modificările structurale, funcționale și informaționale care se produc în cursul succesiunii ecologice și modul în care se realizează exploatarea unui ecosistem de un alt ecosistem.

Obiectivele cursului/capitolului sunt:

- Înțelegerea procesului de succesiune ecologică și a modului în care se realizează succesiunea primară și secundară;
- Cunoașterea schimbărilor calitative, structurale, funcționale și informaționale, care se produc în cursul succesiunii ecologice;
- Cunoașterea relațiilor dintre ecosisteme aflate în stadii sucesionale diferite, precum și a sensului și semnificației ecologice a corelațiilor dintre ecosisteme.

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



12.2. Conținut

12.2.1. Succesiunea ecologică primară și secundară

Biocenozele și, deci, ecosistemele în întregul lor, sunt sisteme dinamice, ele se modifică, se dezvoltă prin înlocuirea unor specii dominante, ca și a celor însoțitoare, prin altele, astfel încât, deși treptat, la un moment dat întreaga biocenoză este înlocuită prin alta, având alte caracteristici structurale și funcționale. Acest proces de dezvoltare a biocenzelor și ecosistemelor nu se produce la întâmplare, ci este un proces ordonat, urmează anumite legități și poartă numele de *succesiune ecologică*.

- În cazul în care o biocenoză se instalează pe un loc nou, pe care nu a fost înainte vreo altă biocenoză, are loc ceea ce se numește *succesiunea primară*. De exemplu, instalarea și dezvoltarea biocenozelor pe o insulă vulcanică nou apărută, într-un izvor nou apărut.
- 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 (inundație, uragan etc) sau artificială (tăierea pădurii, arat etc.), se produce *succesiunea secundară*.

Deosebirea principală dintre cele două tipuri de succesiune constă în faptul că succesiunea secundară începe pe un teren ”pregătit”, modificat prin activitatea biocenozei precedente, în sensul că există de la început acumulată o cantitate mai mare sau mai mică de energie (substanță organică, detritus, nutrienți, un sol structurat etc.), care permite ca întregul proces al succesiunii să se desfășoare mai repede decât în cazul succesiunii primare.

Procesul succesional trece printr-o serie de etape sau faze al căror ansamblu poartă numele de serie, iar fazele sunt faze seriale sau faze succesionale.

Cauza generală a succesiunii, determinând caracterul necesar al procesului, constă în interacțiunea dintre biocenoză și biotopul ei.

- Biocenoza, prin activitatea ei, modifică biotopul. Aceste modificări sunt foarte variate, afectând cei mai mulți factori abiotici.
 - Plantele leguminoase din ecosistemele terestre, în simbioză cu bacteriile fixatoare de azot modifică solul, îmbogățindu-l în acest element și făcându-l propice pentru specii mai pretențioase față de azot. Algele fixatoare de azot pot avea același efect asupra apei lacurilor.
 - Înșușirile solului sunt influențate de resturile plantelor (de pildă litiera) care putrezesc: de calitatea frunzelor căzute, de rata de descompunere a lor, modificând aciditatea solului, formarea humusului.
 - Structura și calitatea solului sunt influențate și de activitatea și cantitatea faunei din sol.
 - Dezvoltarea vegetației lemnoase modifică cantitatea de energie luminoasă ce ajunge la sol, fapt ce duce la restrângerea sau dispariția

plantelor iubitoare de lumină și la instalarea celor ombrofile. Același lucru se produce în apa unor lacuri și bălți în urma instalării plantelor acvatice plutitoare.

- Dezvoltarea plantelor acvatice modifică profund calitatea mediului acvatic: cantitatea de substanță organică dizolvată, cantitatea de detritus, oxigenarea, circulația termică etc.
- În urma modificării biotopului, încetul cu încetul, el devine impropriu pentru speciile care au determinat schimbarea lui, deci, mai ales, pentru speciile dominante, care au influența cea mai mare asupra mediului în care trăiesc. Speciile respective regresează și chiar dispar treptat, fiind înlocuite cu alte specii pentru care condițiile noi sunt mai potrivite. Acest proces de înlocuire este rezultatul competiției, în care noile specii pătrunse în ecosistem sunt favorizate.
 - Pe suprafața proaspăt dezgolită a unor stânci, primii care se instalează sunt lichenii. Prin mortificarea unor părți ale lor, prin acumularea unor cantități de praf sau detritus aduse de vânt sau ape, prin activitatea unor protozoare și animale de dimensiuni mici (nematode, acarieni), care se adăpostesc aici, se formează mici cantități de sol care permit instalarea, de pildă, a mușchilor și duc la regresia lichenilor. Cantitatea de sol sporește, se pot instala plante ierboase din semințe ajunse întâmplător în aceste locuri. Rădăcinile plantelor pătrund în mici crăpături ale stâncii și prin activitatea lor și a bacteriilor contribuie la dezagregarea stâncii, la îmbogățirea solului, ceea ce duce la instalarea treptată a unor plante mai mari.

Să ne reamintim

Sucesiunea ecologică reprezintă procesul de dezvoltare a biocenozelor și ecosistemelor. Când biocenoza se instalează pe un loc nou, unde nu a existat înainte o altă biocenoză, se produce succesiunea primară, iar când biocenoza se instalează pe un loc unde a existat înainte o altă biocenoză, se produce succesiunea secundară.

Cauza generală a succesiunii ecologice este reprezentată de interacțiunea dintre biocenoză și biotopul caracteristic.

12.2.2. Modificări structurale, funcționale și informaționale în cursul succesiunii ecologice

Fazele succesiunii se succed într-o anumită ordine și ele culminează printr-o fază de mai mare stabilitate și durată – *stadiul de climax* sau *maturitate*.

În cursul succesiunii ecologice se produc schimbări calitative, structurale, funcționale și informaționale.

Schimbările structurale se referă la componența, calitatea și numărul speciilor din diferite faze succesionale, precum și la relațiile dintre ele.

- Când apar biotopi noi, deschiși recent (de ex., stânci proaspăt dezgolite, dune de nisip, terenuri arabile părăsite), în care, deci, începe succesiunea ecologică, primele se vor putea instala așa-numitele *specii pioniere*, care posedă anumite caracteristici biologice prin care sunt adaptate la aceste condiții inițiale ale succesiunii. Exemple:
 - Pe suprafețele stâncilor se pot instala unii licheni și atunci când umezeala o permite, unele alge, care pregătesc terenul pentru alte specii mai pretențioase față de condițiile de viață.
 - Pe terenurile proaspăt descoperite sunt avantajate inițial, în mod selectiv, plante cu cicluri de viață scurte și capabile să producă repede și sigur un număr mare de descendenți (din semințe sau pe cale vegetativă), capabili să se răspândească și să ocupe terenul. În asemenea condiții sunt favorizate plantele anuale, efemere.
- În faze succesionale târzii de maturitate a ecosistemului, condițiile devin favorabile instalării altor specii, cu alte trăsături caracteristice.
 - Speciile de plante din această fază, de obicei, sunt perene, cu durată mai lungă a vieții, cu înmulțire bisexuată, mai lentă.
 - În această fază, populațiile sunt mai complex organizate și grupate, produc, de obicei, un număr mai mic de descendenți, cu posibilități mai

restrânse de răspândire. Acest fapt este impus de restrângerea (îngustarea) nișelor pe măsura creșterii numărului speciilor.

- În consecință, lanțurile trofice devin mai lungi, cu numeroase conexiuni între ele, determinând o complexă rețea trofică.
- Odată cu schimbarea structurii, prin formarea unei rețele trofice complexe, se produce o mai puternică integrare a speciilor în ecosistem, apar corelații mai multe și mai complexe între diferite specii.
- Procesul succesional, privit chiar numai prin prisma structurii ecosistemului, apare ca un proces de dezvoltare, de perfecționare a organizării sistemului și, de fapt, este un proces de autoorganizare.
- Complexitatea rețelei trofice, ca și a altor conexiuni între populațiile componente și între ele și factorii biotopului, determină o tot mai mare stabilitate, care trebuie înțeleasă în sens complex:
 - controlul tot mai eficient al biotopului de către biocenoză;
 - autocontrolul stărilor biocenozei;
 - rezistența mai mare la perturbări (impactul unor variații ale factorilor abiotici, pătrunderea de specii noi etc.),
 - rezistența la pătrundere de noi informații.
- Nu în toate ecosistemele succesiunea se desfășoară după această schemă. În ecosisteme cu factori abiotici deosebit de severi, aceștia controlează biocenoză, iar stabilitatea întregului sistem devine dependentă de stabilitatea acestor factori. Exemple:
 - în deșerturi, în care umiditatea scăzută, împreună cu temperatura, controlează întreaga activitate biologică, nu se constată desfășurarea procesului succesional;
 - în izvoarele reci, cu temperatură scăzută și relativ constantă, unde biocenoză există mai ales pe seama detritusului organic și, deși manifestă trăsături ale unor stadii succesionale tinere, este totuși stabilă;
 - în bazinele acvatice hipersaline, biocenoză, deși săracă, este foarte stabilă.

Schimbările energetice

În fazele incipiente ale succesiunii primare sau secundare,

- plantele sunt puține, iar consumatorii pot practic să lipsească. Deci, atât biomasa cât și respirația întregii comunități sunt relativ scăzute, în timp ce valoarea producției primare este ridicată, ținând seama că plantele fiind relativ puține, competiția pentru energia incidentă lipsește sau e foarte scăzută, ca și competiția pentru apă. Prin urmare, raportul P/B va avea o valoare relativ ridicată, ca și raportul P/R, a cărui valoare va fi mai mare decât 1.

Pe măsura desfășurării succesiunii,

- numărul și diversitatea plantelor cresc, astfel încât crește și productivitatea primară (crește eficiența utilizării energiei incidente), dar, ca urmare a competiției crescânde dintre plante (pentru lumină, apă, săruri minerale), rata (viteza) acestei creșteri devine mai mică;
- numărul și diversitatea animalelor cresc, astfel încât creșterea biomasei se produce mai repede decât creșterea producției brute și, ca urmare, raportul P/B scade, iar respirația tinde să egaleze producția, deci raportul P/B tinde către 1, când în faza de maturitate nu se mai produce acumulare de biomasă.

Dacă se examinează relația dintre biomasă și fluxul de energie în timpul succesiunii, apare evident că inițial (biomasă mică) acest raport va avea valori scăzute și va crește pe măsura acumulării biomasei.

Schimbările informaționale

Consecința procesului de dezvoltare a organizării ecosistemului este acumularea de informație și, implicit, scăderea entropiei. Concret, acumularea de informație este legată de creșterea biomasei (a numărului de organisme) și de diversificarea acesteia, prin creșterea numărului speciilor.

Creșterea informației se manifestă prin schimbări în organizarea (structura și funcționarea) ecosistemului.

- Corelațiile dintre specii se diversifică și devin mai complexe. Pe lângă corelațiile legate de transferul de substanță și energie (corelații trofice), se dezvoltă numeroase corelații informaționale. Ele rezultă din activitatea tot mai complexă a speciilor diverse și tot mai evoluate care se instalează în ecosistem:
 - marcarea de teritorii (prin sunete, prin diferite substanțe chimice, prin comportament);
 - elaborarea de adaptări legate de apărare (pe căi chimice, comportamentale, morfologice);
 - elaborarea mijloacelor de atracție între specii (culori, mirosuri, emiteri de semnale luminoase etc.).
- Treptat se instalează specii având populații cu o organizare complexă, menținută prin legături informaționale variate (feromoni, emiteri de sunete, comportamente, gesturi etc.).
- Prin urmare, pe de o parte crește cantitatea de informație, pe de altă parte se diversifică mijloacele și căile de comunicare inter- și intraspecifice legate de instalarea unor specii tot mai evoluate, cu o activitate nervoasă și psihică tot mai complexă. Acest proces este însoțit de creșterea cheltuielilor energetice. Costul informației crește, fapt ce se manifestă prin scăderea producției de biomasă la verigile trofice superioare, de obicei mai evoluate, la care sporesc activitățile legate de schimb de informație.

Să ne reamintim

Sucesiunea ecologică are mai multe faze, care se succed într-o anumită ordine și sunt însoțite de schimbări calitative, structurale, funcționale și informaționale. Schimbările structurale sunt rezultatul schimbării componenței, calității și numărului speciilor componente ale biocenozei, precum și a relațiilor dintre acestea. Schimbările energetice sunt rezultatul modificării raportului dintre biomasă și fluxul de energie, care are valori scăzute în fazele incipiente ale succesiunii (când biomasa este scăzută) și crește pe măsura desfășurării succesiunii (ca urmare a acumulării biomasei). Schimbările informaționale sunt rezultatul acumulării de informație în

ecosistem, ca urmare a creșterii numărului de specii și diversificării corelațiilor dintre acestea.

12.2.3. Exploatarea unui ecosistem de un alt ecosistem

Relații dintre ecosisteme aflate în diferite stadii succesionale

Diferite ecosisteme din natură sunt interdependente, într-o măsură mai mare sau mai mică.

- Ecosistemul unei pășuni influențează și este influențat de acela al pădurii învecinate, al unui lac sau râu. Această influență se manifestă prin schimbul de factori fizici (vânt, umiditate, temperatură etc.), ca și prin schimburi biologice, constând în pătrunderea organismelor unei biocenoze în alta, consumul organismelor vii sau al cadavrelor dintr-o biocenoză de către organismele alteia etc.

Sensul și semnificația ecologică a corelațiilor dintre ecosisteme

Margalef (1970) a arătat că atunci când sunt în contact două ecosisteme, unul aflat într-un stadiu succesional mai tânăr, deci în care raportul P/R este mai mare, deci în care se produce mai multă biomasă, și altul mai matur (deci cu P/R mai mic), se produce o scurgere de biomasă (energie) și informație de la sistemul mai puțin matur către cel mai matur. În felul acesta, o parte din biomasa produsă de sistemul mai tânăr nu mai poate fi folosită în desfășurarea propriilor stadii succesionale, sistemul se dezvoltă mai lent, iar decalajul dintre cele două sisteme adiacente se accentuează.

În legătură cu acest proces, Margalef a introdus noțiunea de *exploatare a unui sistem de către altul*. Prin exploatare trebuie înțeleasă îndepărtarea dintr-un ecosistem a unei părți din organismele vii sau de cadavre ale acestora (în acest proces nu sunt incluse schimburile de substanțe anorganice sau organice dintre ecosisteme). De exemplu, relația dintre biocenozele din amonte pe o apă curgătoare care pierde mereu o parte din biomasa lor și cele din aval care o folosesc și care se află în faze de maturitate mai avansată.

Consecințe asemănătoare, de ”întinerire” a ecosistemelor, le pot avea unele acțiuni ale factorilor abiotici, care, deci, pot efectua funcția de exploatare. Astfel, înghețul intens și prelungit care îndepărtează din ecosisteme părți însemnate ale unor populații, furtuni puternice care pot culca la pământ păduri întinse, focurile care pot avea efecte și mai distrugătoare, duc la ”întinerirea” ecosistemului, la revenirea la stadii mai puțin mature și, deci, la reluarea succesiunilor.

Fenomenul de exploatare are drept consecință importantă menținerea unor ecosisteme sau a unor părți componente ale lor la un mai înalt potențial productiv.

Explicația fenomenului exploatării

Din punct de vedere sistemic, este vorba de relații dintre sisteme aflate pe trepte diferite ale aceluiași nivel de organizare al vieții.

Ecosistemul aflat într-o fază succesională mai tânără are o organizare mai simplă, homeostazia mai slab pronunțată (instabil) și este mai puțin eficient în utilizarea surselor proprii decât sistemul mai matur cu care este în contact. Acesta din urmă, prin organizarea sa mai perfecționată, prin diversitatea sporită, are capacitatea mai ridicată de a utiliza resursele disponibile (asigurarea maximalizării intrărilor de energie) și, de aceea, tinde să-și subordoneze sistemul mai ”tânăr”, transformându-l de fapt într-un subsistem al său, care în acest fel contribuie într-o măsură mai mare sau mai mică, în funcție de gradul lui de integrare în sistemul exploatator, la menținerea și dezvoltarea acestuia.

Să ne reamintim

Între diferite ecosisteme din natură există corelații, care fac ca acestea să fie mai mult sau mai puțin interdependente. Dacă unul dintre ecosistemele aflate în relație se află într-un stadiu succesional mai tânăr (produce mai multă biomasă), iar celălalt este mai matur (produce mai puțină biomasă), atunci se produce o scurgere de energie (biomasă) și informație din ecosistemul mai tânăr în cel mai matur. Acest proces a primit denumirea de ”exploatare a unui sistem de către altul”. Această ”exploatare” duce la ”întinerirea” ecosistemului exploatat, adică la revenirea acestuia la stadii mai puțin mature. Fenomenul de exploatare (de îndepărtare a unei părți din

biomasa ecosistemului exploatat) are drept consecință menținerea unor ecosisteme sau a unor părți a ecosistemelor la un potențial productiv ridicat.



12.3. Rezumat

Sucesiunea ecologică reprezintă procesul de dezvoltare a biocenozelor și ecosistemelor. Când biocenoza se instalează pe un loc nou, unde nu a existat înainte o altă biocenoză, se produce succesiunea primară, iar când biocenoza se instalează pe un loc unde a existat înainte o altă biocenoză, se produce succesiunea secundară. Cauza generală a succesiunii ecologice este reprezentată de interacțiunea dintre biocenoză și biotopul caracteristic.

Sucesiunea ecologică are mai multe faze, care se succed într-o anumită ordine și sunt însoțite de schimbări calitative, structurale, funcționale și informaționale. Schimbările structurale sunt rezultatul schimbării componenței, calității și numărului speciilor componente ale biocenozei, precum și a relațiilor dintre acestea. Schimbările energetice sunt rezultatul modificării raportului dintre biomasă și fluxul de energie, care are valori scăzute în fazele incipiente ale succesiunii (când biomasa este scăzută) și crește pe măsura desfășurării succesiunii (ca urmare a acumulării biomasei). Schimbările informaționale sunt rezultatul acumulării de informație în ecosistem, ca urmare a creșterii numărului de specii și diversificării corelațiilor dintre acestea.

Între diferite ecosisteme din natură există corelații, care fac ca acestea să fie mai mult sau mai puțin interdependente. Dacă unul dintre ecosistemele aflate în relație se află într-un stadiu sucesional mai tânăr (produce mai multă biomasă), iar celălalt este mai matur (produce mai puțină biomasă), atunci se produce o scurgere de energie (biomasă) și informație din ecosistemul mai tânăr în cel mai matur. Acest proces a primit denumirea de "exploatare a unui sistem de către altul". Această "exploatare" duce la "întinerirea" ecosistemului exploatat, adică la revenirea acestuia la stadii mai puțin mature. Fenomenul de exploatare (de îndepărtare a unei părți din biomasa ecosistemului exploatat) are drept consecință menținerea unor ecosisteme sau a unor părți a ecosistemelor la un potențial productiv ridicat.



12.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor

- 1) Procesul de dezvoltare a biocenozelor și ecosistemelor se numește
- 2) În cazul în care o biocenoză nouă se instalează pe locul unei biocenoze distruse, se produce:
 - a. succesiunea primară
 - b. succesiunea secundară
 - c. înlocuirea
- 3) Precizați care este cauza generală a succesiunii ecologice.
- 4) Procesul succesional este un proces de dezvoltare, de perfecționare a organizării sistemului. Adevărat/Fals
- 5) În legătură cu schimbările structurale din cursul succesiunii ecologice, este adevărată următoarea afirmație:
 - a. raportul dintre biomasă și fluxul de energie are inițial valori scăzute și crește pe măsura acumulării biomasei
 - b. când apar biotopi noi și începe succesiunea ecologică, primele care se instalează sunt speciile pioniere
 - c. consecința procesului de dezvoltare a organizării ecosistemului este acumularea de informație
- 6) În legătură cu schimbările energetice din cursul succesiunii ecologice, este adevărată următoarea afirmație:
 - a. raportul dintre biomasă și fluxul de energie are inițial valori scăzute și crește pe măsura acumulării biomasei
 - b. când apar biotopi noi și începe succesiunea ecologică, primele care se instalează sunt speciile pioniere
 - c. consecința procesului de dezvoltare a organizării ecosistemului este acumularea de informație
- 7) În legătură cu schimbările informaționale din cursul succesiunii ecologice, este adevărată următoarea afirmație:
 - a. raportul dintre biomasă și fluxul de energie are inițial valori scăzute și crește pe măsura acumulării biomasei
 - b. când apar biotopi noi și începe succesiunea ecologică, primele care se instalează sunt speciile pioniere

- c. consecința procesului de dezvoltare a organizării ecosistemului este acumularea de informație
- 8) Exploatarea unui ecosistem de către altul nu conduce la:**
- a. întinerirea ecosistemului exploatat
 - b. menținerea potențialului productiv al ecosistemului exploatat la un nivel ridicat
 - c. accelerarea succesiunii ecologice a ecosistemului exploatat
- 9) Atunci când sunt în contact două ecosisteme, unul aflat într-un stadiu succesional mai tânăr și altul mai matur, se produce:**
- a. o scurgere de energie și informație de la sistemul mai puțin matur către cel mai matur
 - b. o scurgere de energie și informație de la sistemul mai matur către cel mai puțin matur
 - c. o scurgere de energie și informație în ambele sensuri
- 10) Consecințe de "întinerire" a ecosistemelor le pot avea și unele acțiuni ale factorilor abiotici. Adevărat/Fals**



12.5. Bibliografie recomandată

- a. Botnariuc, N., Vădineanu, A., 1982. *Ecologie*, Editura Didactică și Pedagogică, București.
- b. Cogălniceanu, D., 2007. *Ecologie și protecția mediului*, Ministerul Educației și Cercetării. Proiectul pentru învățământul rural.
http://www.ecoport.ro/dan_cogalniceanu/publications

Capitolul 13. ECOSISTEELE – SISTEME SUPT ALE VIETII



13.1. Introducere

În cadrul acestui capitol sunt prezentate importanța practică a cunoașterii succesiunii ecologice, clasificarea ecosistemelor și capacitatea ecosistemelor de a furniza bunuri și servicii.

Obiectivele cursului/capitolului sunt:

- Însușirea;
- Cunoașterea;
- Asimilarea noțiunilor;
- Cunoașterea.

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



13.2. Conținut

13.2.1. Importanța practică a cunoașterii succesiunii ecologice

Relațiile omului cu natura constau de fapt în relațiile lui cu ecosistemele planetei. Aspectul important al acestei probleme îl constituie relațiile dintre strategia urmată de oameni cu privire la ecosisteme și strategia însăși a ecosistemelor, care sunt liniile comune, care sunt divergențele acestor două strategii și care sunt soluțiile către care trebuie să tindem.

Pe măsura dezvoltării societății omenești, tendința generală care se manifestă este cea de intensificare, extindere și diversificare a exploatării resurselor mediului din care însăși omul face parte. Dezvoltarea tehnologiei și totodată creșterea necesităților societății omenești face ca practic toate ecosistemele majore ale planetei să fie afectate într-o măsură tot mai intensă. Dacă la acestea adăugăm și intensificarea

acumulării deșeurilor activității umane în diferite ecosisteme (ca revers al activității de exploatare), ne dăm seama că puterea impactului activității umane începe să depășească capacitatea de menținere a echilibrelor ecologice ale ecosistemelor.

Ecosistemele se dezvoltă în sensul maximalizării intrărilor de energie, ceea ce implică realizarea unei diversități optime și a unei stabilități maxime, dar nu a unei productivități biologice maxime. Productivitatea cea mai mare, când raportul $P/R > 1$, deci când producția depășește consumul, se realizează în fazele succesionale timpurii, când stabilitatea sistemului este mai mică. În fazele de maturitate, raportul P/R tinde către 1, deci consumul propriu al ecosistemului tinde să egaleze producția. Deci, faza de maturitate nu este cea mai rentabilă. Mult mai rentabilă este exploatarea producției biologice a ecosistemelor aflate în faze succesionale mai tinere, mai timpurii. Deci, este important să se cunoască în care din momentele succesionale se află ecosistemul dat.

În plus, de obicei, cele mai multe specii valoroase din punct de vedere economic sunt caracteristice fazelor timpurii ale succesiunii și nu celor târzii. De exemplu, în ecosistemele terestre, cele mai valoroase esențe lemnoase, animale de vânătoare, se află mai abundente în fazele trecătoare ale ecosistemelor și nu în cele de maximă stabilitate.

Omul poate să întrerupă mersul succesiunii unui ecosistem, poate să îl ”întinerească”, să îl aducă în faza succesională cea mai favorabilă intereselor lui. Fenomenul exploatării, în sensul lui ecologic, prin înlăturarea unei părți sau a unei categorii de organisme din ecosistem are acest efect. Defrișarea unei păduri, inundațiile mari din luncă, au acest efect de întinerire și deci de sporire a productivității biologice a ecosistemelor.

Prin practica agricolă, omul realizează maximum al acestui efect: creează ecosisteme (agrosisteme) cu structură simplificată la maximum și cu o productivitate maximă, corespunzând unor faze succesionale incipiente.

Intervenția umană în sensul arătat, pe lângă efectele pozitive asupra economiei, are și reversul ei negativ. În primul rând, ecosistemele în fazele lor succesionale tinere sunt cele mai instabile, pe de o parte din cauza simplității organizării lor

(diversitate scăzută, lanțuri trofice scurte etc.) care nu permite dezvoltarea unui control reciproc multiplu și eficient al speciilor, pe de altă parte din cauza controlului biologic al biotopului care este foarte slab, ba chiar în aceste faze factorii fizici ai biotopului controlează în mare măsură activitatea biocenozei. Aceasta face ca, în fazele timpurii ale succesiunii și, în general, în ecosistemele cu structură simplă și simplificată, să fie cele mai frecvente dereglări manifestate prin invazii de dăunători, prin fluctuații ale producției din cauza variațiilor climei sau ale altor factori abiotici.

Ecosistemele mature sunt și cele mai stabile, dar puțin productive. Ambele trăsături sunt consecințe ale modului de organizare al acestor ecosisteme. Marea diversitate a speciilor, lanțurile trofice lungi, rețelele trofice de o mare complexitate permit exercitarea unui control eficient multiplu al activității fiecărei specii și, deci, duc la stabilitatea crescută a trăsăturilor structurale și funcționale ale ecosistemului. Dar, lungimea maximă a lanțurilor trofice înseamnă un număr maxim (pentru ecosistemul dat) de consumatori de diferite ordine, până la carnivore superioare, care toate implică un mare consum de substanță organică, deci din producție și o mare cheltuială de energie. Acest fapt scade din producția de substanță organică disponibilă, până la minimum.

În ecosistemele mature, controlul biologic, efectuat de biocenoză, asupra mediului abiotic este cel mai eficient. Acesta controlează balanța termică a zonelor, umiditatea atmosferei și a solului, integritatea structurii solului, regimul hidrologic al surselor de apă, inclusiv al apelor subterane. Acești factori au o importanță practică, directă, de prim rang.

Ecosistemele mature, deși cele mai stabile, sunt în același timp cele mai sensibile și mai fragile față de impactul activității umane. Lanțurile trofice lungi implică existența consumatorilor carnivori de diferite ordine. Acestea sunt animale cu activitate complexă, cu sistem nervos evoluat, sensibile la factorii mediului, cu înmulțire lentă, dezvoltare mai înceată. Perturbarea sub orice formă (exploatare, defrișare, folosirea de pesticide etc.) afectează în primul rând aceste grupe și ca urmare duce la grave dezechilibre ale ecosistemului. De aceea, manipularea ecosistemelor mature necesită atenție și prudență. Deoarece asemenea ecosisteme

reprezintă factori esențiali ai stabilității naturii vii și ai condițiilor abiotice, omul este interesat de conservarea lor.

Omul este interesat să folosească la maximum capacitatea productivă a ecosistemelor, să creeze ecosistemele cele mai productive, dar totodată să conserve un număr suficient de ecosisteme naturale pentru a asigura stabilitatea mediului în care trăiește. În acest sens, este necesară cunoașterea exactă a fazelor și legilor succesiunii ecologice și folosirea capacității productive a ecosistemelor în limite raționale, care să nu depășească posibilitățile lor de control.

Să ne reamintim

Ecosistemele se dezvoltă în sensul maximalizării intrărilor de energie, ceea ce implică realizarea unei diversități optime și a unei stabilități maxime, dar nu a unei productivități biologice maxime. Productivitatea cea mai mare se realizează în fazele succesionale timpurii, când stabilitatea ecosistemului este mai mică, iar în fazele de maturitate consumul propriu al ecosistemului tinde să egaleze producția. Deci, cea mai rentabilă pentru exploatarea producției biologice nu este faza de maturitate, ci fazele succesionale mai tinere ale ecosistemului. Omul poate să întrerupă mersul succesiunii unui ecosistem, poate să îl ”întinerească”, să îl aducă în faza succesională cea mai favorabilă intereselor lui.

13.2.2. Clasificarea ecosistemelor

După biotop, ecosistemele se clasifică astfel:

- *Ecosisteme terestre* - condițiile abiotice sunt determinate de compoziția și umiditatea aerului, de compoziția solului, de mișcările maselor de aer, de precipitații, temperatură etc.; tipuri:
 - *Ecosisteme arctice și alpine;*
 - *Păduri de rășinoase;*
 - *Păduri de foioase;*
 - *Păduri tropicale;*
 - *Ecosisteme de stepă;*
 - *Pășuni tropicale și savana;*

- *Deșerturi;*
- *Ecosisteme acvatice* – condițiile abiotice sunt determinate de sărurile minerale dizolvate în apă, de cantitatea de oxigen dizolvată în apă, de vâscozitatea apei, temperatură, pH etc.; tipuri:
 - *Ecosisteme marine și oceanice:*
 - *Ecosisteme din largul mării;*
 - *Ecosisteme din zona platformei continentale;*
 - *Ecosisteme abisale;*
 - *Estuare;*
 - *Lagune;*
 - *Recife de corali;*
 - *Ecosisteme dulcicole:*
 - *Ecosisteme lentice = stătătoare - lacuri, bălți;*
 - *Ecosisteme lotice = curgătoare - pâraie, râuri, fluvii;*
 - *Zone umede.*

După capacitatea de a-și menține funcțiile, ecosistemele se clasifică astfel:

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

- *Ecosisteme dominate de specia umană* – în care principalul factor de comandă este cel antropic; de exemplu, culturi agricole, livezi, heleșteie, bazine piscicole;
- *Ecosisteme create de om* – au structura și funcția stabilită, controlată și menținută de specia umană; de exemplu, ecosisteme urbane, centre industriale.

Să ne reamintim

Ecosistemele se pot clasifica după biotop, în ecosisteme terestre și ecosisteme acvatice (marine și oceanice, dulcicole) sau după capacitatea de a-și menține funcțiile, în ecosisteme naturale, seminaturale și antropizate (ecosisteme dominate de specia umană și ecosisteme create de om).

13.2.3. Capacitatea ecosistemelor de a furniza bunuri și servicii

Rețeaua sistemelor ecologice care funcționează în regim natural și seminatural și rețeaua sistemelor antropizate rezultate din transformarea și simplificarea primelor categorii constituie *capitalul natural* al unei unități politico-administrative sau regiuni geografice (Vădineanu 1998).

Capitalul natural ca generator de bunuri și servicii (după Cogălniceanu 1999)

Sistemul socio-economic uman beneficiază de o serie de bunuri și servicii furnizate de către componentele capitalului natural:

- *Materii prime* reprezentate de resurse regenerabile (plante și animale folosite ca hrană, lemne, medicamente etc.), ce reprezintă bunurile;
- *Absorbția și reciclarea deșeurilor* rezultate în urma activității umane. Astfel, sunt descompuși fizic sau chimic poluanții, iar nutrienții sunt reciclați.
- *Stabilizarea climatului și a circuitului hidrologic*, ce are rol decisiv în menținerea diversității și contribuie la creșterea rezilienței sistemelor ecologice (capacității de a persista în timp prin absorbția schimbărilor).

Ultimele două categorii reprezintă serviciile furnizate de capitalul natural.

Principalele funcții realizate de componentele capitalului natural se împart în: *funcții habitat, funcții de producție și funcții reglatoare.*

De exemplu, funcțiile reglatoare controlează o serie de procese la nivelul ecosferei, cum ar fi:

- reglarea compoziției chimice a atmosferei;
- controlul circuitului hidrologic, ducând la regularizarea precipitațiilor și la reducerea evenimentelor extreme, ceea ce micșorează riscul inundațiilor și al secetelor și influențează mezoclimatul;
- geneza solurilor (pedogeneza);
- stocarea și reciclarea compușilor chimici.

Studiu de caz: Funcțiile solului

1. Funcția habitat

- reprezintă habitatul și sistemul suport pentru o mare varietate de plante, animale și microorganisme, acestea contribuind la funcția de reglare și de producție;
- influențează stabilitatea sistemelor ecologice prin procesele de descompunere ce au loc preponderent la acest nivel;

2. Funcția reglatoare

- participă la schimburile de materie între atmosferă, hidrosferă, litosferă și biosferă;
- capacitatea de tamponare față de acizi;
- capacitatea de stocare a apei și nutrienților;
- contribuie la ciclarea nutrienților (de ex., procesele de denitrificare/fixare de azot care au loc la nivelul solului);
- detoxifierea poluanților;
- distrugerea agenților patogeni;

3. Funcția productivă

- furnizează plantelor apă și nutrienți;
- contribuie la dezvoltarea rizosferei;

- prin exploatare permite obținerea de materii prime;

4. Funcția rezervor

- stochează nutrienți și elemente chimice;
- conține spori, semințe, ouă.

Solul are și o funcție culturală și științifică, fiind o arhivă pentru istoria naturală și culturală prin resturile (fosile, ruine) pe care le conține.

Speciile diferă prin ratele și căile de procesare a resurselor, prin efectul lor asupra biotopului și prin interacțiunile lor cu alte specii. Modificările în compoziția specifică duc la schimbarea caracteristicilor funcționale ale biocenozei și alterează, astfel, procesele la nivelul sistemelor ecologice. De exemplu, modificarea ratei de fixare a azotului de către vegetație modifică o serie de procese, precum competiția și rata de exploatare a producătorilor primari de către consumatori, ducând la modificări în lanț în structura biocenozei. Nu dispariția unei specii sau modificarea unui anumit indice de biodiversitate este importantă, ci rolul pe care îl îndeplinesc speciile afectate în ecosistem.

Cauzele principale care afectează predominant procesele ecologice sunt:

- a) *Dinamica resurselor*. Se referă în principal la modificarea accesibilității, disponibilității și gradului de utilizare a resurselor din sol (apă și nutrienți). Aceste procese controlează structura și dinamica ecosistemului, afectând direct producătorii primari. Introducerea sau dispariția unei specii care modifică accesibilitatea unei resurse poate avea o foarte mare influență. O specie poate afecta disponibilitatea unei resurse și prin accesarea unei resurse neutilizate anterior. Astfel, micorizele sporesc accesibilitatea fosforului și a altor elemente pentru plantele gazdă, iar bacteriile fixatoare de azot transformă azotul molecular din aer în azot mineral accesibil plantelor. Bacteriile denitrificatoare pot duce la scăderi importante ale concentrației de azot mineral din sol. Au fost introduse specii de plante cu rădăcini adânci, cum este *Tamarix*-ul în zonele deșertice sau *Eucalyptus* în regiunea mediteraneeană, plante ce au acces la

rezervele de apă și nutrienți din straturile profunde ale solului. Aceasta a afectat dinamica pânzei freatice și a circuitului hidrologic regional.

Organismele pot modifica și rata transferului de materie și energie în cadrul ecosistemului, prin mecanisme specifice. De exemplu, există mari diferențe între speciile de plante în ceea ce privește cantitatea și compoziția chimică a literei, ceea ce influențează atât structura, cât și temperatura și umiditatea solului, și, în ansamblu, procesele de pedogeneză. Prin activitatea lor, animalele influențează distribuția resurselor, iar prin migrări pot contribui la sporirea acestora (astfel, speciile migratoare transportă nutrienți pe distanțe mari între diferite sisteme ecologice).

- b) *Structura trofică*. Modificarea structurii trofice poate avea efecte grave asupra structurii biocenozei și a funcțiilor ecosistemului. Cele mai dramatice alterări în funcționarea ecosistemelor au rezultat ca urmare a introducerii sau dispariției unor prădători sau agenți patogeni, care s-au dovedit a fi specii-cheie, efectele depășindu-le cu mult pe cele prognozabile în raport doar cu biomasa sau efectivele lor. S-a constatat că vânărea excesivă a mamiferelor ierbivore mari din savana africană dus la dezvoltarea intensă a plantelor lemnoase în detrimentul celor ierboase. Astfel, reducerea în trecut a speciilor-cheie de ierbivore mari a dus la modificări în distribuția diferitelor categorii de ecosisteme, care, la rândul lor, influențează în prezent climatul.
- c) *Regimul perturbărilor*. Diversitatea specifică influențează, de asemenea, frecvența, gravitatea și extinderea unor factori abiotici perturbatori. Speciile de animale și plante care modifică regimul factorilor abiotici cu caracter de perturbare sporesc importanța proceselor de neechilibru, cum este colonizarea, față de procesele de echilibru, cum este competiția. Castorii sunt adevărați ingineri ai ecosistemului, deoarece, prin activitatea lor, modifică hidrologia, aerarea și intrările de carbon în sol, favorizând producerea de gaze de seră, ca metanul și CO₂. Plantele pot reduce intensitatea perturbărilor, consolidând solul și reducând eroziunea eoliană. Astfel, specii puțin frecvente în stadii sucesionale târzii pot fi importante pentru durabilitatea pe termen lung a unui

ecosistem. Pe de altă parte, introducerea de specii de iarbă în ecosistemele forestiere sau dominate de tufărișuri poate spori frecvența incendiilor, determinând înlocuirea pădurii cu pășunea. Perturbările cauzate de suprapășunat pot modifica rata de absorbție a energiei radiante solare de către sol și, astfel, pot altera regimul termic și de precipitații regional.

- d) *Efecte indirecte.* Unele specii care influențează puțin procesele la nivelul ecosistemului pot avea efecte indirecte importante dacă afectează abundența speciilor cu impact direct asupra ecosistemului. Astfel, persistența unei specii polenizatoare sau implicate în dispersia semințelor, specie care are un efect direct redus asupra ecosistemului, poate fi însă vitală pentru menținerea acestuia.

Să ne reamintim

Ecosistemele, componente ale capitalului natural, furnizează sistemului socio-economic uman o serie de bunuri și servicii. Bunurile sunt reprezentate de materiile prime regenerabile, precum plantele și animalele folosite ca hrană. Serviciile sunt reprezentate de absorbția și reciclarea deșeurilor, stabilizarea climatului și a circuitului hidrologic. Componentele capitalului natural (sisteme ecologice naturale, seminaturale și antropizate) îndeplinesc trei funcții principale: funcții habitat, funcții de producție și funcții reglatoare. Modificarea compoziției speciilor biocenozei poate afecta procesele ecologice prin modificarea dinamicii resurselor, structurii trofice și a regimului factorilor abiotici cu caracter de perturbare.



13.3. Rezumat

Ecosistemele se dezvoltă în sensul maximalizării intrărilor de energie, ceea ce implică realizarea unei diversități optime și a unei stabilități maxime, dar nu a unei productivități biologice maxime. Productivitatea cea mai mare se realizează în fazele succesionale timpurii, când stabilitatea ecosistemului este mai mică, iar în fazele de maturitate consumul propriu al ecosistemului tinde să egaleze producția. Deci, cea mai rentabilă pentru exploatarea producției biologice nu este faza de maturitate, ci

fazele succesionale mai tinere ale ecosistemului. Omul poate să întrerupă mersul succesiunii unui ecosistem, poate să îl ”întinerească”, să îl aducă în faza succesională cea mai favorabilă intereselor lui.

Ecosistemele se pot clasifica după biotop, în ecosisteme terestre și ecosisteme acvatice (marine și oceanice, dulcicole) sau după capacitatea de a-și menține funcțiile, în ecosisteme naturale, seminaturale și antropizate (ecosisteme dominate de specia umană și ecosisteme create de om).

Ecosistemele, componente ale capitalului natural, furnizează sistemului socio-economic uman o serie de bunuri și servicii. Bunurile sunt reprezentate de materiile prime regenerabile, precum plantele și animalele folosite ca hrană. Serviciile sunt reprezentate de absorbția și reciclarea deșeurilor, stabilizarea climatului și a circuitului hidrologic. Componentele capitalului natural (sisteme ecologice naturale, seminaturale și antropizate) îndeplinesc trei funcții principale: funcții habitat, funcții de producție și funcții reglatoare. Modificarea compoziției speciilor biocenozei poate afecta procesele ecologice prin modificarea dinamicii resurselor, structurii trofice și a regimului factorilor abiotici cu caracter de perturbare.



13.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor

- 1) Productivitatea cea mai mare a unui ecosistem se realizează în:**
 - a. fazele succesionale timpurii
 - b. faza de maturitate
 - c. ultima fază a succesiunii ecologice
- 2) Defrișarea pădurilor și inundațiile mari din luncile râurilor au următoarele efecte, cu excepția:**
 - a. întinerirea ecosistemelor
 - b. creșterea productivității ecologice a ecosistemelor
 - c. scăderea productivității ecologice a ecosistemelor
- 3) Ecosistemele mature sunt cele mai stabile și cele mai productive. Adevărat/Fals**
- 4) Cum se clasifică ecosistemele după capacitatea lor de a-și menține funcțiile?**

- 5) Ecosistemele a căror funcționare depinde de o cantitate de energie pe care o primesc din sistemul economic uman se numesc:
- a. ecosisteme naturale
 - b. ecosisteme seminaturale
 - c. ecosisteme antropizate
- 6) Ecosistemele lotice sunt:
- a. ecosisteme terestre
 - b. ecosisteme dulcicole
 - c. ecosisteme marine
- 7) Nu reprezintă serviciu furnizat de capitalul natural:
- a. furnizarea de materii prime
 - b. absorbția și reciclarea deșeurilor
 - c. stabilizarea climatului și a circuitului hidrologic
- 8) Enumerați principalele funcții realizate de elementele capitalului natural.
- 9) Capacitatea solului de furniza plantelor apă și nutrienți reprezintă o funcție:
- a. productivă
 - b. reglatoare
 - c. habitat
- 10) Controlul circuitului hidrologic reprezintă:
- a. o funcție de producție a ecosferei
 - b. o funcție reglatoare a ecosferei
 - c. o funcție habitat a ecosferei



13.5. Bibliografie recomandată

- a. Botnariuc, N., Vădineanu, A., 1982. *Ecologie*, Editura Didactică și Pedagogică, București.
- b. Cogălniceanu, D., 2007. *Ecologie și protecția mediului*, Ministerul Educației și Cercetării.
Proiectul pentru învățământul rural.
http://www.ecoport.ro/dan_cogalniceanu/publications

Răspunsuri la testele de autoevaluare a cunoștințelor

Capitolul 1. INTRODUCERE

- 1) nivelul individual, nivelul populațional sau al speciei, nivelul biocenotic, nivelul biosferei
- 2) litosfera, atmosfera, hidrosfera, biosfera
- 3) populația/specia, biocenoza, complexul regional de biocenoze, complexul macroregional de biocenoze sau biomul, biosfera
- 4) ecosistemul, complexul regional de ecosisteme, complexul macroregional de ecosisteme, ecosfera
- 5) b
- 6) ecosistemele
- 7) a
- 8) c
- 9) c
- 10) b

Capitolul 2. STRUCTURA ECOSISTEMELOR (1)

- 1) b
- 2) biotop, biocenoză
- 3) factori geografici, mecanici, fizici și chimici
- 4) poziția geografică, altitudinea, expoziția geografică, morfologia ecosistemului
- 5) a
- 6) b
- 7) c
- 8) a
- 9) vântul, curenții apei, valurile
- 10) c

Capitolul 3. STRUCTURA ECOSISTEMELOR (2)

- 1) temperatura, focul, apa și umiditatea
- 2) a
- 3) a
- 4) c
- 5) b
- 6) funcția energetică și funcția informațională
- 7) funcția energetică
- 8) a
- 9) b
- 10) c

Capitolul 4. STRUCTURA ECOSISTEMELOR (3)

- 1) compoziția ionică, salinitatea, oxigenul și pH-ul
- 2) b
- 3) Salinitatea reprezintă greutatea elementelor dizolvate exprimată în grame.
- 4) sutrofizare
- 5) restrânse, salinități

- 6) pH-ul reerezintă logaritmul în bază zece cu semn schimbat al concentrației ionului de hidrogen.
- 7) euritope, euribionte
- 8) oxigenul, temperatura, salinitatea
- 9) mari, temperaturii
- 10) stenotope, stenobionte
- 11) factori ce reprezintă resurse și factori ce reprezintă condiții
- 12) biotopul

Capitolul 5. STRUCTURA ECOSISTEMELOR (4)

- 1) c
- 2) abundența relativă, frecvența, dominanța, constanța, fidelitatea, echitabilitatea și diversitatea
- 3) a
- 4) c
- 5) specii constante, specii accesorii și specii accidentale
- 6) specii caracteristice, specii preferențiale, specii întâmplătoare și specii ubicviste
- 7) b
- 8) diversitate
- 9) b
- 10) c

Capitolul 6. STRUCTURA ECOSISTEMELOR (5)

- 1) c
- 2) neutralism, competiție, mutualism, protocooperare, comensalism, amensalism, parazitism, predatorism
- 3) b
- 4) c
- 5) a
- 6) b
- 7) c
- 8) b
- 9) nivele trofice
- 10) verigi trofice

Capitolul 7. ENERGETICA ECOSISTEMELOR (1)

- 1) funcția energetică, funcția de circulație a materiei și funcția de autocontrol
- 2) maximalizarea fluxului și a eficienței energetice
- 3) b
- 4) a
- 5) biomasă
- 6) producția primară netă = producția primară brută – respirația
- 7) producția primară
- 8) b
- 9) c
- 10) a

Capitolul 8. ENERGETICA ECOSISTEMELOR (2)

- 1) b
- 2) a
- 3) b
- 4) producție secundară
- 5) c

- 6) c
- 7) a
- 8) b
- 9) a
- 10) a

Capitolul 9. CIRCULAȚIA MATERIEI ÎN ECOSISTEM (1)

- 1) c
- 2) b
- 3) ciclul biologic și ciclul geochimic
- 4) a
- 5) b
- 6) c
- 7) b
- 8) c
- 9) a
- 10) b

Capitolul 10. CIRCULAȚIA MATERIEI ÎN ECOSISTEM (2)

- 1) a
- 2) c
- 3) Fals
- 4) c
- 5) b
- 6) b
- 7) b
- 8) a
- 9) b
- 10) b

Capitolul 11. AUTOCONTROLUL ȘI STABILITATEA ECOSISTEMELOR

- 1) Adevărat
- 2) Fals
- 3) Adevărat
- 4) c
- 5) a
- 6) Adevărat
- 7) b
- 8) c
- 9) Adevărat
- 10) Fals

Capitolul 12. SUCCESIUNEA ECOLOGICĂ

- 1) succesiune ecologică
- 2) b
- 3) interacțiunea dintre biocenoză și biotopul ei
- 4) Adevărat
- 5) b
- 6) a
- 7) c
- 8) c
- 9) a

10) Adevărat

Capitolul 13. ECOSISTEMELE – SISTEME SUPORT ALE VIEȚII

- 1) a
- 2) c
- 3) Fals
- 4) ecosisteme naturale, ecosisteme seminaturale și ecosisteme antropizate
- 5) c
- 6) b
- 7) a
- 8) funcții habitat, funcții de producție și funcții reglatoare
- 9) a
- 10) b

Bibliografie curs

- Botnariuc, N., 1999. *Evoluția sistemelor biologice supraindividuale*, Editura Universității din București.
- Botnariuc, N., Vădineanu, A., 1982. *Ecologie*, Editura Didactică și Pedagogică, București.
- Cogălniceanu, D., 1999. *Managementul capitalului natural*, Editura Ars Docendi, București.
- Cogălniceanu, D., 2007. *Ecologie și protecția mediului*, Ministerul Educației și Cercetării. Proiectul pentru învățământul rural.
- Stugren, B., 1994. *Ecologie teoretică*, Casa de Editură "Sarmis", Cluj-Napoca.
- Vădineanu, A., 1998. *Dezvoltarea durabilă. Teorie și practică – Volumul I*, Editura Universității din București.