

1	NOTIUNI INTRODUCTIVE
---	-----------------------------

cursul 1:

cursul 1:Notiuni introductive. Hidrosfera: alcatuire, importanta. Hidrobiologia- definitie, istoric, obiectivele de studiu

Hidrosfera, adică întreaga masa de apă liberă, nelegată de pe Pământ, se găsește sub cele trei forme de agregare: lichidă (apa din Oceanul Planetar, apa de suprafață și subterană de pe continente), solidă (ghețarii) și gazoasă (vapori de apă din atmosferă). Volumul total al hidrosferei lichide și solide a fost estimat la cca. $1,44 \times 10^9$ km³, din care Oceanul planetar cuprinde 97% și numai 3% se găsesc pe continente sub formă de: gheață (2%), apă subterană (0,9%) și apă de suprafață (0,1%). Suprafața totală a hidrosferei lichide și solide este de 363 500 000 km², ceea ce reprezintă, raportat la suprafața totală a Terrei de 510 000 000 km², cca. 71,125%. Mările și oceanele hidrosferei, cu o suprafață totală de 361 000 000 km², reprezentând 70,784 % din totalul suprafeței planetei.

Apa de pe planeta noastră formează un veritabil înveliș al Terrei, pe care îl numim *hidrosferă*, și care e în strânsă relație și interpătrunderi cu alte "învelișuri": cel gazos, pe care îl numim *atmosferă*, cel solid, al rocii de la suprafața continentelor sau fundul oceanelor, pe care îl numim *litosferă*, sau cel viu, *biosfera*. Prezența apei în toate geosferele Terrei este explicabilă prin faptul că este elementul cu cea mai mare mobilitate, care se găsește într-un permanent proces de circulație prin intermediul ciclului hidrologic. Hidrosfera, ca și atmosfera formează un înveliș continuu al planetei, constituindu-se ca un întreg. Râurile, lacurile, mările și oceanele toate sunt legate între ele prin intermediul apelor de suprafață și a celor subterane, prin intermediul atmosferei care transportă apa dintr-un loc în altul prin evaporare, condensare și precipitații. Apa de pe Terra e o cantitate constantă, pe care nu o putem influența, spre deosebire de alte resurse. Chiar dacă întreaga cantitate de apă de pe Pământ este constantă starea ei fizică se modifică continuu, de la lichid la solid și vapori, apa aflându-se într-un permanent circuit (vezi fig.1.1.)

Originea apei terestre este destul de controversată. Se susține că ea e exista de la începutul formării Pământului dar nu în formă lichidă și nici ca vapori în atmosferă, ci legată în roci. Ea a fost eliberată treptat ca vapori de rocile fierbinți împreună cu bioxid de carbon, formând a doua atmosferă (cea inițială, de heliu și hidrogen, de la formarea pământului, se presupune că ar fi fost rapid "măturată" de *vântul solar*). Când răcirea scoarței a progresat destul, apa s-a condensat, au apărut ploile și s-au format mările, iar aportul de apă din adâncimi a continuat prin emanațiile vulcanilor.

Pământul este unicul loc cunoscut în care apa apare cert și în formă lichidă. Este rezultatul convergenței mai multor factori, mici modificări putând duce la dispariția apei lichide și deci a vieții: o variație de numai +/- 5% a distanței față de Soare, sau o variație a intensității sau compoziției spectrale a radiației acestuia, sau modificarea compoziției atmosferei planetei noastre.

Clasificarea bazinele acvatice se poate face după mai multe criterii și astfel putem avea:

- ape oceanice și ape continentale;
- ape de suprafață, ape subterane și ape meteorice;
- ape curgătoare și ape stătătoare;
- ape naționale, ape teritoriale și ape internaționale;
- bazine acvatice naturale și bazine acvatice artificiale.

În general, bazinele acvatice sunt împărțite în două mari categorii bazine oceanice și bazine continentale.

Apele oceanice sau marine sau apele sărate dețin 97% din volumul total al hidrosferei și ocupă peste 71% din suprafața Terrei. Apele oceanice și marine formează un sistem acvatic interconectat, interdependent ce are un rol deosebit în ceea ce privește circuitul hidrologic, circuitele biogeochimice globale, în modelarea climei locale și globale. De studiul acestor ape se ocupă știința numită Oceanologia. Adâncimea maxima înregistrată este de 10,7 km, adâncimea medie este de cca. 4 km, iar salinitatea medie a Oceanului Planetar este de 34-35 g/l. Compoziția chimică a apelor oceanice este diferită de cea a apelor dulci, apele marine conțin: 88,8% cloruri, 10,8% sulfati, 0,4% carbonați.

Apele continentale, cunoscute și sub denumirea de ape interioare sau ape dulci, dețin numai 3% din volumul total al hidrosferei și cuprind totalitatea apelor ce se găsesc răspândite pe suprafața și în subsolul continentelor sub formă de gheață (2%), apă subterană (0,9%) și apă de suprafață (0,1%) și asigură cea mai mare parte din folosințele de apă necesare diferitelor activități umane. Spre deosebire de mările și oceanele biomului marin care sunt interconectate având o circulație a apei care duce la amestecarea apelor din acest vast biom, apele continentale sunt sisteme ecologice izolate, mult mai diversificate ce prezintă particularități specifice fiecărui ecosistem. Compoziția chimică a apelor dulci este următoarea: 79,9% carbonați, 13,2% sulfati, 6,9% cloruri.

Apele de suprafață cuprind apele curgătoare și stătătoare, dețin o pondere de 0,1% din volumul total al hidrosferei și se găsesc răspândite neuniform pe suprafața continentelor. De studiul acestor ape se ocupă știința numită Limnologia. Factorul principal care constituie deosebirea esențială sub aspect hidrologic și biologic între apele curgătoare și cele stătătoare este curentul apei. Într-o apă stagnantă apa "stă", suprafața sa fiind orizontală, într-o apă curgătoare apa "curge" datorită diferenței de nivel dintre izvor și vărsare. Apele stătătoare reprezintă medii *lentice*, în schimb apele curgătoare reprezintă medii *lotice*. Apele curgătoare sunt ecosisteme dinamice deschise ce întrețin un permanent schimb de materie și energie cu ecosistemele limitrofe, în schimb la apele stătătoare circuitul aceleiași materii se repetă mereu. Prototipul pentru apele curgătoare este râul, iar pentru apele stătătoare este lacul. Dacă pentru un lac trăsăturile definitorii sunt independența, unitatea, întregul, ciclicitatea pentru un râu ele sunt interdependența, tranziția. Un lac reprezintă o unitate geografică, biologică, un râu însă nu, el apare ca o componentă a unui cadru geografic. În general, râurile au o existență mai lungă decât lacurile, care se colmatează cu timpul și se transformă mai întâi în bălți apoi în terenuri mlăștinoase și în final în uscat.

Circuitul al apei în natură, cu cele două principale componente terestră și atmosferică, în mod ultrasimplificat se derulează astfel: din atmosferă apa ajunge în principal ca ploaie sau ninsoare pe suprafața continentelor și oceanelor, de aici o parte se evaporă înapoi în atmosferă iar o altă parte este transportată prin apele de suprafață sau prin apele subterane și ajunge la ocean, de unde prin evaporație o parte ajunge iar în atmosferă. În realitate ciclul este foarte complex, cu sute de "bucle" care uneori se închid local, alteori trec prin toate compartimentele

hidrosferei la scara întregii planete, deoarece vânturile și curenții marini poartă aceeași moleculă de apă în călătorii pe distanțe uriașe. Energia care "pune în mișcare" acest uriaș circuit este radiația solară. Dinamica ciclului este variabilă în funcție de sectoarele sale. Statistic, o moleculă de apă staționează în medie 9 zile în rezervorul atmosferic și mai multe milenii în rezervorul oceanic și în calotele glaciare. Totalul evaporației este evaluat la $70 \times 10^{12} \text{ m}^3 / \text{an}$ deasupra continentelor și $350 \times 10^{12} \text{ m}^3 / \text{an}$ deasupra oceanelor, iar cantitatea totală de precipitații $100 \times 10^{12} \text{ m}^3 / \text{an}$ deasupra continentelor și $320 \times 10^{12} \text{ m}^3 / \text{an}$ deasupra oceanelor. Diferențele sunt egalate de curgerea apei și gheții de pe continente în ocean la suprafață ($38 \times 10^{12} \text{ m}^3 / \text{an}$) și prin subteran ($1,6 \times 10^{12} \text{ m}^3 / \text{an}$).

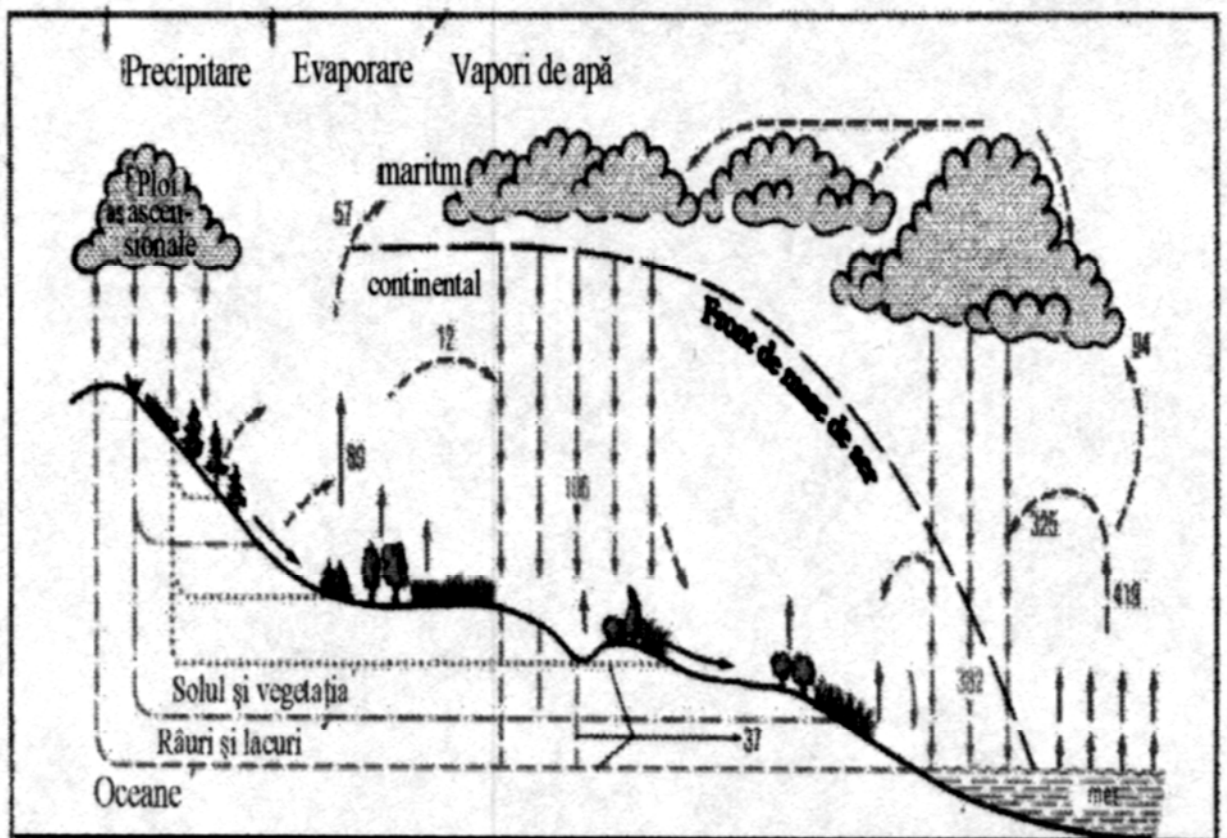


Fig. 1.1 Circuitul global al apei pe Terra (în 10^3 km^3 anual)

Spațial, repartiția apei și raportul evaporare / precipitații cunoaște remarcabile diferențe, în funcție de latitudine, relief, ocean/uscă și alți factori. Temporal, sunt variații sezoniere, cantitatea medie pe regiune fiind statistic constantă. Mai ales pe termen lung, căci de la un an la altul există diferențe, fiind cicluri de ani secetoși și respectiv ploioși. Cauzele sunt atât variații naturale cât și efectul de seră cauzat de oameni, a cărui aport este încă greu de cuantificat științific deși tema schimbărilor climatice este tot mult în atenția lumii științifice și politice la nivel mondial.

Circuitul apei în natură este influențat de mulți factori. Unii vin din cosmos (de exemplu variațiile activității soarelui, care determină și oscilații în cantitatea de energie radiată spre pământ), altele din interiorul pământului (de exemplu erupțiile vulcanice, care pot prin particulele ridicate în atmosferă să ecraneze pământul de radiația solară). Dar clima nu e doar rezultatul a ce face cosmosul și interiorul Terrei, chiar dacă soarele este motorul climei și principalul determinant al temperaturii, vânturilor, precipitațiilor... Pe plan global, dar mai

ales pe plan zonal și local, apa e mult legată de vegetație, și nu doar invers, cum putem fi tentați să credem.

Importanța apei pentru viața pe Terra și pentru om este imensă. Apa constituie o "minune" a planetei noastre, "...nu este numai necesară vieții, ci este însăși viață; bogăție fără de seamăn, tu cea mai delicată, tu cea mai pură, tu sufletul pământului"¹. Apa a avut de-a lungul istoriei pământului și are și în prezent o serie de funcții, dintre care enumerăm pe cele mai importante:

- Leagăn al vieții. După părerea cercetătorului A.J.Oparin, în apele Oceanului Planetar, acum trei miliarde și jumătate de ani a apărut viața.
- Mediu al desfășurării proceselor vitale. Apa formează cea mai mare parte a corpului plantelor și animalelor, în ea producându-se cea mai mare parte a reacțiilor metabolice.
- Mediu de viață. În apă trăiesc foarte multe viețuitoare, acestea fiind mult mai vechi și mai numeroase decât cele terestre.
- Aliment indispensabil. Creșterea și dezvoltarea plantelor și animalelor nu este posibilă fără apă. Apa de băut este indispensabilă vieții umane, consumul zilnic pentru un om s-a calculat ca fiind în jur de 2 - 3 litrii apă.
- Rezervor de proteină. Din cele mai vechi timpuri oamenii au pescuit pentru satisfacerea nevoilor de hrană mari cantități de viețuitoare acvatice.
- Sursă de bogății minerale. Masa apelor, cât și fundul lor conțin imense bogății minerale dintre care nisipurile, pietrișurile, sarea, magneziul, iodul, bromul, sunt cele mai importante.
- Furnizor de energie. O mică parte din energia hidrolică a râurilor, fluviilor, valurilor, mareelor este transformată în energie electrică indispensabilă civilizației.
- Materie primă sau auxiliară în economie. Toate activitățile economice din industrie, agricultură nu se pot desfășura decât în prezența apei.
- Factor de progres al civilizației. Apariția și dezvoltarea civilizației umane sunt legate de existența apei, agent al curățeniei și al confortului.
- Arteră de comunicație. Atât apele continentale cât și cele oceanice constituie căi de comunicație mai ieftine și mai sigure.
- Modelator al climei. Apa are o mare conductibilitate termică, încălzirea și răcirea ei lentă exercită o mare influență asupra climei locale și globale.
- Modelator al reliefului. Datorită fenomenelor ciclice de eroziune și sedimentare, de îngheț și dezgheț, de ploaie și secetă, apa a dăltuit suprafața pământului în numeroase forme de relief.
- Factor terapeutic. Multe din suferințele oamenilor sunt vindecate sau ameliorate datorită proprietăților benefice ale diferitelor tipuri de ape.
- Factor recreativ. Prin sporturile acvatice, prin turism oamenii regăsesc în preajma apelor frumusețe, armonie, odihnă, bucurie.

Disciplinele care studiază hidrosfera sunt numeroase. Datorită marelui complexității și importanței a problemei apei, de studierea hidrosferei se ocupa o serie de științe situate la granița dintre științele naturale cu cele ingineresti, cu științele economice, matematice, sociale, etc. Printre științe distincte dedicate apei se numără - *hidrologia* care se afla în strânsă legătură cu fizica, chimia, geologie, mecanica, fluidelor, matematică, statistică etc. Din familia științelor hidrologice se desprind diverse subramuri: *meteohidrologia* (știința apei atmosferice, înrudită cu meteorologia și climatologia), *potamologia* (știința râurilor), *limnologia* (știința lacurilor), *criologia* (știința despre zăpadă și gheață, cu subdiviziuni precum *glaciologia* și *nivologia*) și *oceanologia* (știința mărilor și

¹ A. de Saint Exupery - *Terre des hommes*

oceanelor), *hidrogeologia* (știința apelor subterane, înrudită cu geologia, geohidrologia și geomorfologia). Când accentul este pe studiul fizico-geografic al maselor de apă vorbim de *hidrografie* (legat de râuri și lacuri) respectiv de *oceanografie* (mări și oceane). Distingem hidrologie cantitativă și calitativă, iar cea care se ocupă de măsurători de debite o numim *hidrometrie*. Putem deosebi discipline de graniță cum sunt *mecanica fluidelor*, *ingineria hidraulică*, *dreptul apei*, *igiена apei*, *economia apei*, *politica și managementul, resurselor de apă*, *hidroenergetica*, *irigațiile*, *navigația*, *controlul eroziunii*, *hidrotehnica*, *controlul poluării*, *hidrogeografia*, *științele sportive despre sporturile acvatice*, *tehnologiile de epurare și depoluare* etc. etc.

Hidrobiologia este disciplina ce face parte din familia științelor biologice, fiind considerate o disciplină fundamentală pentru studiul vieții în mediul acvatic, ea fiind “*știința care studiază legătura cauzală și relațiile reciproce dintre organismele acvatice și mediul lor inconjurator, atât viu cât și cel lipsit de viață*” (A.S. Zernov 1949). O definiție mai complexă a hidrobiologiei aparține hidrobiologului francez B. Dussart (1966) care spunea despre hidrobiologie ca “*este știința care studiază viața fiintelor ce populează apele, atât ca viață individuală, cât și ca viață colectivă, organizată sau nu; ea se preocupă nu numai de fiziologia indivizilor, de metabolismul lor și de influența factorilor de mediu asupra acestuia, ci și de comportamentul organismelor, de felul reproducerii, de dezvoltarea lor, de relațiile lor cu indivizii care trăiesc în colectivitate, fie indivizi de aceeași specie (prin relații intraspecifice), fie indivizi din specii sau grupe diferite (relații interspecifice).*”

Hidrobiologia studiază aspectele multiple ale vieții ce se desfășoară în ape, relațiile dintre organismele acvatice și relațiile acestora cu mediul inconjurator, în vederea cunoașterii condițiilor optime necesare pentru dirijarea proceselor ce se petrec în bazinele acvatice, în scopul măririi cantitative și calitative a produsului final, fără a prejudicializa însă circuitul normal din bazin. (E. Pora, L. Oros, 1974).

Hidrobiologia se ocupă cu studiul vieții la nivel supraindividual prin caracterizarea populațiilor, cenozelor și biocenozelor acvatice, pentru explicarea modului de organizare a viului în bazinele acvatice se studiază deopotrivă mediul de viață prin descrierea factorilor geografici, climatici, morfologici, hidrologici, pedologici, fizico-chimici ai bazinelor acvatice și ai biotopilor caracteristici ai mediului acvatic.

Hidrobiologia, știința vieții în mediul acvatic, are trei mari ramuri și anume: *oceanobiologia* sau mai cunoscută sub numele de *biologie marină* studiază viața în mediul marin; *limnobiologia* sau *biologia apelor interioare* studiază viața din ecosistemele acvatice răspândite pe suprafața continentelor și insulelor; *freatobiologia* sau *biologia apelor subterane* studiază viața din apele subterane.

Viața în mediul acvatic, studiată la nivelul populațiilor, cenozelor și biocenozelor acvatice este cuantificată prin aprecierea productivității biologice naturale a unui ecosistem acvatic și prin calculul producției biologice naturale. Producția biologică naturală și productivitatea biologică naturală sunt două noțiuni cu semnificații deosebite. *Productivitatea biologică naturală* a unui ecosistem este definită ca posibilitatea acestuia de a produce o anumită cantitate de substanță organică vie (plante și animale), iar *producția biologică naturală* a unui bazin este definită prin cantitatea de substanță organică vie (plante și animale) produsă într-un anumit interval de timp pe o anumită suprafață.

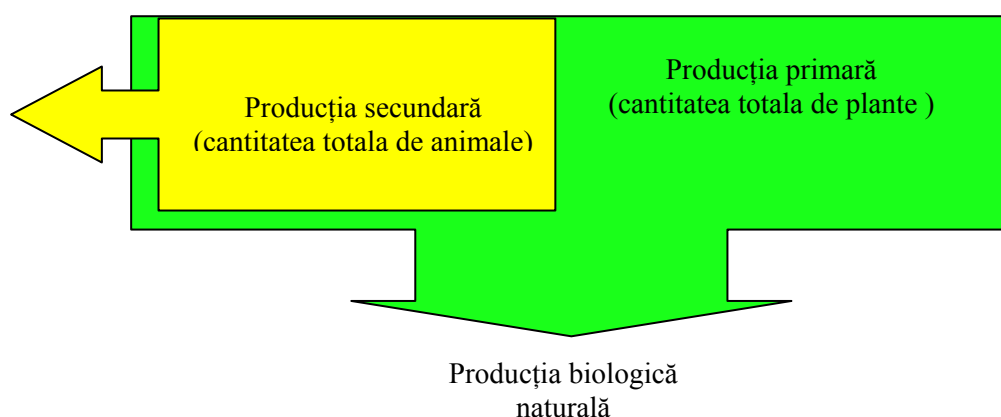
Determinarea productivității naturale a bazinelor acvatice prezintă o importanță deosebită pentru exploatarea acestora, iar pentru hidrobiologie constituie problema centrală a studiilor și cercetărilor aplicative.

Intr-o formulă sintetică putem defini productivitatea respectiv producția biologică naturală astfel:

Productivitatea biologică naturală = Productivitatea primară + Productivitatea secundară

respectiv

Producția biologică naturală = Producția primară + Producția secundară



Pe lângă modalitățile clasice (determinarea efectivelor și biomaselor) de apreciere a productivității biologice naturale a ecosistemelor acvatice se utilizează în prezent studiul energetic al sistemelor date. Prin determinarea cantității de energie intrată în hidrosisteme, a cantității de energie reținută de sistemele biologice și pe cea dispersată prin metabolismul lor se poate stabili energia acumulată în substanța organică nou formată.

Studiile hidrobiologice se referă la următoarele aspecte:

- Caracterizarea bazinelor acvatice din punct de vedere al factorilor abiotici; caracterizarea biotopilor specifici ai ecosistemelor acvatice prin prisma condițiilor de viață oferite comunităților acvatice;
- Structura și funcțiile comunităților acvatice și influența factorilor fizici, chimici și biologici asupra plantelor și animalelor acvatice.
- Particularitățile hidrobiologice specifice fiecărui tip de ecosistem acvatic;
- Producția și productivitatea biologică naturală a ecosistemelor acvatice;
- Consecințele impactului antropic asupra structurii și funcțiilor ecosistemelor acvatice.

Istoricul Hidrobiologiei pornește de la apariția, în perioada 1892 -1904, a unor tratate despre biologia lacului Lemán, tratate aparținând biologului, profesor al Universității din Lausanne (Elveția). Cu monumentalele lucrări „*Lacul Lemán, Monografie limnologică*”, „*Tratat de limnologie generală*” Forel pune piatra de temelie a științei numită Limnobiologie, prezentând cel dintâi program de cercetări sistematice a lacurilor. F.A. Forel este considerat părintele Limnobiologiei, activitatea publicistică a acumulat 116 lucrări. După anul 1900 cercetarea apelor dulci a cunoscut un avânt deosebit, în diferite țări europene (Germania, Suedia, Norvegia, Elveția, Franța, Danemarca, Austria, Italia, Scoția, Rusia, Finlanda, Belgia) cât și în Statele Unite s-au înființat stațiuni limnologice.

Nasterea stiintei numita Biologia marina are ca piatra de temelie infiintarea in anul 1871 la Sevastopol (Rusia) a primei statiuni de biologie marina din lume, iar in anul 1872 a Statiunii de biologie marina de la Neapole (Italia).

In Romania parintele Hidrobiologiei este considerat Grigore Antipa, alaturi de alti doi mari biologi, Ioana Borcea si Emil Racovita. Aceasta stiinta capata notorietate la noi in tara prin activitatea diferitilor oameni de stiinta, printre cei mai cunoscuti numarandu-se: Th. Busnita, C.S. Antonescu, S. Carausu, E. Pora, Mihai Bacescu, N. Botnariuc, A. Vadineanu, etc.

Termenul de freatobiologie a fost introdus mai tarziu de catre profesorul Constantin Motas, director al Institutului de speologie din Bucuresti.

Grigore Antipa (1867 – 1944), elev al celebrului naturalist german E. Haeckel, in laboratorul caruia a studiat timp de 6 ani, nu a fost numai un biolog de exceptie al timpurilor sale, ci si un mare patriot. Timp de 50 de ani, Grigore Antipa a studiat si a batatorit apele tarii noastre, manat atat de curiozitatea stiintifica cat si de nevoia practica de a le organiza si de a le mari productivitatea.

Cercetarile sale asupra mecanismelor productivitatii apelor tarii, asupra pestilor care le populeaza, asupra modului de valorificare si conservare a bioresurselor acvatice s-au distins nu numai prin perfectiunea rationalismului stiintific, prin originalitatea si claritatea expunerii, dar au avut marele merit de a fi primele cercetari stiintifice asupra apelor tarii, cercetari care au pus bazele Hidrobiologiei in Romania.

Dintre realizările marelui savant atat pe taramul stiintific cat si pe cel orgacizatoric aminim:

- Numeroase lucrari despre Dunare, zona inundabila a Dunarii, ihtiofauna Romaniei, Marea Neagra, cele mai cunoscute titluri sunt: Fauna ihtologica a Romaniei (1909), Regiunea inundabila a Dunarii: starea actuala si mijloace de a o pune in valoare (1910); Pescariile si pescuitul in Romania (1910), Dunarea si problemele ei stiintifice si economice (1921); Biologia Deltei Dunarii si a zonelor ei inundabile; Bazele biologice ale productiei in partea de N-E a Marii Negre; Marea Neagra (1941), etc.
- In 1896, sub directa lui indrumare apare prima Lege a pescuitului din Romania.
- Infiinteaza si organizeaza diferite institutii care sa deserveasca cunoasterea ecosistemelor acvatice si a naturii si anume: Statiunea de hidrobiologie Tulcea (care s-a transformat in zilele noastre in Institutul National de Cercetare Dezvoltare Delta Dunarii) pentru cercetari in Delta Dunarii; Institutul biocenografic Constanta (care astazi ii poarta numele, Institutul National de Cercetare Grigore Antipa –Constanta) pentru cercetari la Marea Neagra; Muzeul de istorie naturala Bucuresti (care astazi il poarta numele Muzeul de istorie naturala Grigore Antipa - Bucuresti).
- A primit diverse titluri nationale si internationale, numele sau figurand in catalogul UNESCO, alaturi de alte personalitati ilustre care au contribuit la progresul stiintei.

Ioan Borcea (1879 – 1936) s-a ocupat mai intai de de studiul crustaceelor din apele dulci si apoi de fauna lacurilor litorale si a Marii Negre, studiind mai ales gobiidele, clupeidele, mugilidele si biocenodele de la litoralul romanesc al Marii Negre. In anul 1926 a infiintat Statiunea zoologica de cercetari marine de la Agiea, Constanta.

Emil Racovita (1868 – 1947) a desfasurat activitati de cercetare pe coastele estice ale Atlanticului (Franta), a participat la expeditia stiintifica din Antartica, la bordul vasului Belgica de unde a colectat un bogat material biologic, a adus o contributie deosebita la studiul apelor subterane, fiind fondatorul stiintei numita Biospeologia.

2

APA CA MEDIU DE VIATA

Factorii mediului acvatic și influența lor asupra hidrobionților. Factorii fizici

cursul 2: Apa ca mediu de viață. Factorii fizici ai mediului acvatic

1. Factorii mediului acvatic

Calitatea apei nu rămâne constantă în timp, ci poate să varieze din cauza multor factori, fie produși de om (factori antropici), fie de origine naturală (dintre care evident la unii are și omul o contribuție).

Factori antropici

Factori antropici care influențează calitatea apelor de suprafață sunt în primul rând poluările antropice permanente dar și cele accidentale. Apele uzate industriale, apele fecaloide-menajere neepurate ce ajung în emisar în cantități crescute, apele de infiltrații încărcate cu pesticide și fertilizanți ce ajung de pe terenurile agricole duc la modificarea calității apelor de suprafață.

Factori naturali

Condițiile climatice: Apele din topirea zăpezii sunt noroioase, moi (cu durtate scăzută), cu conținut bacterian ridicat. Apele în perioade de secetă sau din zone aride sunt dure (cu durtate crescută) și cu conținut mineral înalt, semănând cu apele subterane. Apele la inundații sunt noroioase și adesea au antrenat o multitudine de compuși diverși. Radiația solară, vânturile, variația de temperatură și ciclul îngheț-dezghet atacă și sfărâmă rocile dure, generând astfel suspensii.

Condițiile geografice: Apele de munte, cu curgere rapidă, diferă de cele de șes ca putere de transport, gradient, acoperire a albiei etc. În apropierea mării, vântul aduce cantități importante de săruri ce ajung apoi în ape determinând salinitate crescută.

Condiții geologice: Solurile argiloase produc noroi. Cele organice și mlaștinile produc colorație. Terenurile cultivate dau particule de sol, îngrășăminte, ierbicide și insecticide. Rocile fisurate sau fracturate permit intrarea în apele subterane a bacteriilor, suspensiilor etc. Conținutul mineral depinde de roci, atât cantitativ cât și calitativ. Astfel, capacitatea relativă de dezagregare a apei este de 1 pentru granit, 12 pentru calcar și 80 pentru sare! Prezența activității hidrotermale sau vulcanice poate duce la mari poluări "naturale", căci unele ape vulcanice au aciditate extremă (lacul Kawah Idjen din insula Java, cu pH 1,5). La fel de mari influențe pot avea alunecările de teren, cedarea bruscă a ghețarilor sau domurilor de sare sau alte asemenea evenimente catastrofice naturale ce duc la descărcarea bruscă de ape cu mare conținut salin sau de suspensii.

Vegetația: Vegetația atacă prin rădăcini (mecanic) și prin mecanisme biochimice roca dură, generând astfel și particule antrenabile de ape ca suspensii. În plus produce frunziș și alte resturi vegetale, care cad direct în ape sau sunt antrenate de vânt sau viituri. Vegetația acvatică influențează și ea calitatea apei: Procesele biochimice productive sau de degradative reglează adesea cantitatea de azot și fosfor, pH-ul, carbonații, oxigenul dizolvat și alte substanțe din apă. Acest control este pregnant în lacuri dar poate să se manifeste și în râuri.

Anotimpul: Toamna în ape e antrenat frunziș și alte resturi vegetale, modificându-se culoarea, gustul, conținutul bacterian și cantitatea de carbon organic și azot din ape. Sezonul mai uscat determină creșterea concentrațiilor de săruri. Organismele acvatice se dezvoltă și ele sezonier. Amestecul apei din lacuri se produce sezonier. Inundațiile sunt și ele de regulă sezoniere, la fel și perioadele secetoase, cu debite reduse.

Variația diurnă: Ziua algele din apă produc oxigen, noaptea consumă oxigen. Concentrația de oxigen dizolvat prin urmare are o variație diurnă, care este mult mai accentuată în perioada de vară.

Practicile manageriale cu privire la resursele naturale influențează calitatea apelor, astfel terenurile suprapășunate sau denudate afectate de eroziune antrenează solurile spre apele din apropiere, pădurile sunt sursă de detritus organic care ajunge în apele din apropiere prin intermediul apelor de șiroire, a vântului, la fel și mlaștinile.

2. Variația naturală în spațiu și timp a calității apelor de suprafață

Factori naturali care influențează calitatea apelor de suprafață variază în spațiu funcție de coordonatele geografice (latitudine, altitudine, vecinătăți, expoziție, forme de relief, etc) și în timp funcție de sezon, variația zi –noapte.

Variația în spațiu

Ca urmare a acestor factori majori și a altora, calitatea apei din râuri și lacuri este variabilă în spațiu. Diferențele pot fi mari în râurile cu bazin mic, deoarece un singur factor din cei amintiți poate modifica major calitatea apei. La râuri cu bazin de sub 100 km² variațiile diversilor parametri ating adesea magnitudini de mai multe ordine de mărime, pe când în cazul râurilor cu bazin hidrografic mai mare, de peste 100 km², calitatea este mult mai constantă, variațiile fiind de regulă cu maxim un ordin de mărime pentru fiecare parametru chimic. Pe baza ordinii concentrațiilor ionilor majori, putem clasifica apa râurilor în 24 de grupe. Râurile mari însă curg prin regiuni variate din punct de vedere geologic și se produce un amestec al diverselor tipuri de ape, încât nu se mai pot face asemenea diferențieri și avem în final un singur tip de apă. În peste 97% din cazuri apa pe care o varsă râurile în oceane este apă calcico-bicarbonată.

În concluzie, nu orice apă naturală nepoluată antropic este utilizabilă pentru consum uman, neexistând o apă naturală "standard" față de care să le considerăm pe altele ca "poluate natural" deși concepția antropocentristă a făcut să apară și un asemenea termen, relevant numai pentru utilizare apei de către om și nu pentru înțelegerea apei în ansamblu. Oricum, aproape în toate apele există viață care s-a adaptat condițiilor respective. Nu același lucru se poate spune despre apele cu calități modificate de om.

Variația în timp

Variația calității apei din cauze naturale poate fi semnificativă și în timp, periodică sau neperiodică, de cauză biotică sau abiotică, internă sau externă acelei mase de apă. Variațiile depind mult de regimul hidrologic al respectivei ape de suprafață și de originea și comportarea fizico-chimico-biologică a diversilor constituenți.

Pentru râuri, variabilitatea temporală cea mai mare și tipică este cea a debitului. Această variație determină importante variații ale concentrației de ioni și alte substanțe dizolvate transportate. Primul gând ar fi că un debit mai mare duce la concentrații mai mici, prin diluție. În practică lucrurile sunt mult mai complexe, putându-se distinge 7 modele.

Primul model este într-adevăr scăderea concentrației odată cu creșterea debitului, prin diluție, și se verifică de regulă pentru principalii ioni. Un alt doilea model este o creștere limitată a concentrației odată cu creșterea debitului. Acest lucru se întâmplă pentru materiale organice și compușii de azot pe care apele de șiroire îi spală de pe sol și îi duc în râu. Un al treilea model de corelație este o curbă pseudogaussiană, cu un maxim atins la vârful de viitură, prin diluție. Al patrulea model este creșterea exponențială a concentrației suspensiilor și a substanțelor atașate acestora, cum sunt metalele și pesticidele. Al cincilea model este unul de tip buclă, ce apare la inundații, unde maximum de turbiditate este atins înaintea maximumului de debit. Al șaselea model este concentrația cvasiconstantă în ciuda creșterii debitului, și se verifică în caz că apa din râu are proveniență predominant subterană, ca în regiunile carstice, sau dacă alimentarea se face dintr-un lac sau dacă substanțele în cauză au origine atmosferică. Al șaptelea model de evoluție este o comportare neregulată a concentrației, fără clară corelare cu debitul, ce se verifică în cazul aporturilor externe întâmplătoare sau a fenomenelor biologice variabile din apă nelegate de debit ci de alți factori cum e ciclul nictemeral (noapte / zi).

În lacuri, dacă timpul de rezidență a apei este de peste un an, majoritatea variațiilor în timp a calității apei au ca și cauză procesele interne, determinate climatic și biologic. În regiunile temperate, biomasa algală atinge de regulă un maxim în mai și eventual un nou maxim la sfârșitul verii. Concordanță variază și parametri cum sunt oxigenul dizolvat, nutrienții, pH-ul, calciul și bicarbonatul. În lacurile de acumulare, datorită timpului de rezidență scurt al apei și a variabilității descărcării de debite de apă din lac, evoluțiile sunt mai complexe.

Sedimentele de pe fundul lacurilor sunt un excelent martor al calității apei, înregistrând fidel de-a lungul mileniilor evoluțiile, inclusiv evenimente catastrofice precum inundații excepționale, poluări de la erupții vulcanice etc.

Factorii ecologici ai mediului acvatic

Factorii de mediu se pot constitui în factori ecologici dacă prezintă capacitatea de a acționa direct asupra organismelor vii, cel puțin în perioada unei faze a ciclului lor de dezvoltare, influențând organismele vii astfel:

- elimina anumite specii din teritoriile ale caror caracteristici climatice și fizico-chimice nu mai corespund;
- modifica gradele de fecunditate și de mortalitate ale diferitelor specii, acționând asupra ciclurilor de dezvoltare, provocând migrația;

- favorizeaza aparitia modificarilor adaptative: cantitative -de metabolism si calitative -de clima.

Toti factorii ecologici (temperatura, lumina, saruri minerale nutritive, hrana, etc.) sunt susceptibili la un moment dat si in anumite conditii (atunci cand acestia se afla la nivelul cel mai apropiat de minimul critic) sa se comporte ca factori limitanti.

Legea factorilor limitanti-manifestarea oricarui proces ecologic este conditionata in rapiditate si amploare prin acel factor care este cel mai slab reprezentat in mediu.

Legea minimului-cresterea unui organism nu este posibila decat in masura in care toate elementele necesare pentru dezvoltare sunt in cantitati suficiente.

Legea tolerantei-pentru fiecare factor de mediu exista un domeniu de valori, numit interval de toleranta, in care orice proces ecologic va putea sa se efectueze in conditii normale.

Notiunea de valenta ecologica a unei specii vii reprezinta posibilitatea unei specii de a popula medii diferite, caracterizate prin variatii mai mari sau mai mici ale factorilor ecologici. Daca intr-un mediu unul din factorii ecologici prezinta variatii importante, fauna si flora vor fi sarace in specii dotate cu valenta ecologica mica, iar daca o specie are limitele de toleranta apropiate pentru un factor de mediu care variaza mult intr-un biotop studiat, acest factor este un factor limitant. O specie de mica valenta ecologica care nu va putea suporta decat variatii limitate ale factorilor ecologici, se numeste stenospecie, in timp ce o specie cu valenta ecologica mare, capabila sa populeze medii foarte diferite se numeste eurispecie.

3. Apa ca mediu de viata.

Apa este un cadru de viata mai omogen in comparative cu uscatul si de aceea adaposteste un numar mai mic de genuri si specii. Raportul cantitativ intre speciile de uscat si cele de apa este de 4:1. In schimb mediul acvatic desi are un numar mai mic de specii este populat cu un numar foarte mare de indivizi.

3.1. Principalele proprietati fizice ale apei si influenta lor asupra hidrobiontilor

Indicatori organoleptici

Culoarea reală a apelor se datorează substanțelor dizolvate în apă și se determină în comparație cu etaloane preparate în laborator. Culoarea apelor naturale și a celor poluate poate fi o culoare aparentă care se datorează suspensiilor solide ușor de filtrat prin depunere și filtrare .

Mirosul apelor este clasificat în șase categorii, după intensitate: fără miros ; cu miros neperceptibil ; cu miros perceptibil unui specialist ; cu miros perceptibil unui consumator ; cu miros puternic și cu miros foarte puternic .

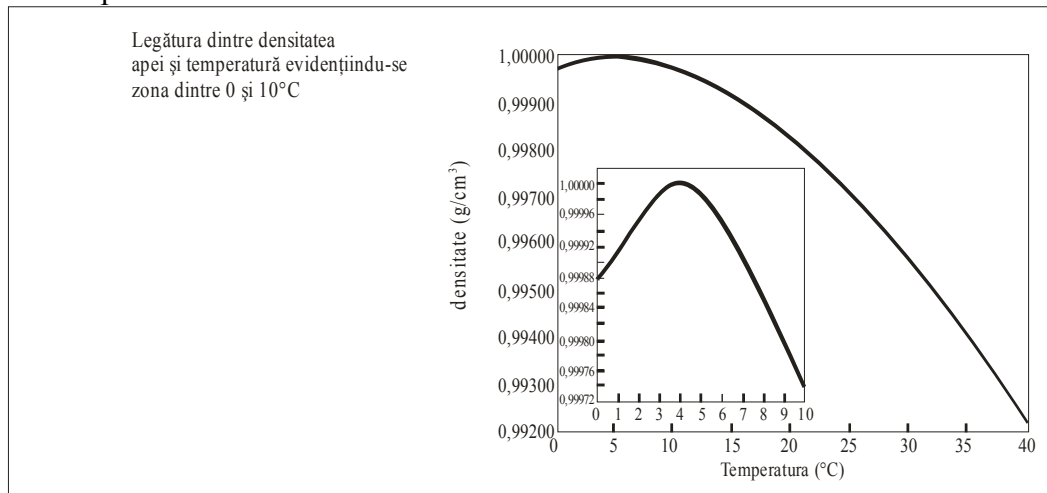
Gustul se clasifică utilizându-se denumiri convenționale ,cum ar fi : Mb - ape cu gust mineral bicarbonato-sodic ; Mg - ape cu gust mineral magnezic ; Mm - ape cu

gust mineral metalic ; Ms - ape cu gust mineral sărat ; Oh - ape cu gust organic hidrocarbonat ; Om - ape cu gust organic medical farmaceutic ; Op - ape cu gust organic pământos ; Ov - ape cu gust organic vazos .

Temperatura apei

Încălzirea apei se datorează razelor solare ce pătrund în apă, deși transmiterea căldurii, schimbul de căldură și încălzirea aerului sunt de asemenea factori importanți. Prin absorbția luminii de către apă, temperatura scade exponențial cu adâncimea. Încălzirea mai puternică a stratului superior este încă și mai fermă în apele tulburi decât în apele mai puțin tulburi datorită substanțelor organice dizolvate și particulelor în suspensie. Transmiterea căldurii în straturile mai adânci este rezultatul circulației verticale a apei și a efectului de mișcare produs de vânt.

Fig. 100 prezintă densitatea apei în funcție de temperatura apei, care la 4°C este cea mai mare, mai sus sau mai jos de această temperatură densitatea scade. Această particularitate a apei face ca iarna, gheața la 0°C să se afle la suprafața apei, în timp ce stratul de apă de deasupra sedimentelor să aibă chiar și 4°C. Straturile termice din vară se formează în lac în acest fel fiindcă stratul superior de apă care se încălzește mai repede este mai puțin dens în timp ce stratul inferior mai rece are densitatea mai mare.



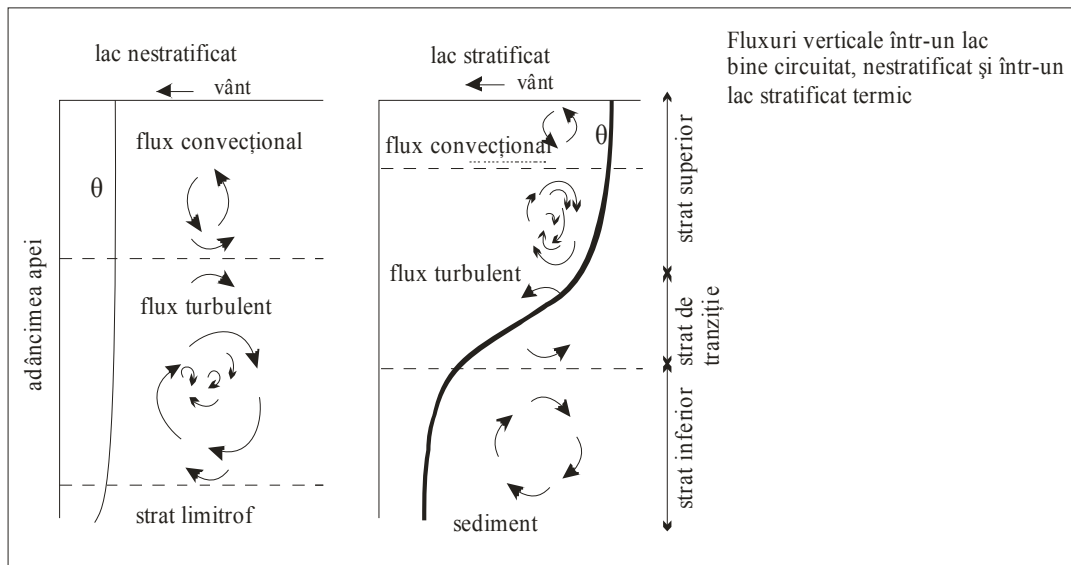
În perioada de stratificare a temperaturii, diferența de densitate dintre cele două straturi este atât de mare încât nici forța vântului nu este suficientă pentru amestecarea straturilor. În lacurile adânci se poate observa stratificarea termică din timpul verii în zona temperată, precum și circulația din timpul primăverii și a toamnei. În lacurile tropicale, stratificarea estivală este urmată de circulația din iarnă. În funcție de distanța față de ecuator și de altitudinea față de nivelul mării se găsesc toate tipurile de lac, de la cele permanent stratificate (amictice) până la cele cu circulație frecventă (polimictice).

Lacurile piscicole, independent de poziția lor geografică, aparțin lacurilor polimictice. Stratificarea termică din timpul zilei, vara, este urmată de obicei de o circulație nocturnă prin care, oxigenul aflat în straturile superficiale formează împreună cu straturile inferioare, bogate în substanțe organice, o masă de apă omogenă. În cazul lacurilor tropicale aceasta nu este literă de lege. Aici bunăoară, diferența de temperatură dintre zi și noapte este nesemnificativă. Stratificările termice deosebit de stabile formate între

straturile termice superficiale și cele inferioare pot fi mișcate doar de un vânt foarte puternic. Considerând densitatea apei la diferența de temperatură între 4 și 5°C ca fiind 1, la diferența dintre 24 și 25°C densitatea apei crește de 37 de ori. Aceasta înseamnă că, cu cât apa este mai caldă, cu atât este mai stabilă stratificarea termică diurnă și cu atât este mai mică posibilitatea circuitului nocturn.

La lacurile stratificate adânci, între stratul superficial mai cald (epilimnion) și stratul inferior mai rece (hipolimnion) există stratul de tranziție (metalimnion) (fig.101). În lacurile mai puțin adânci în care stratificarea este ocazională, este mai corect dacă se vorbește despre strat superior cald și strat inferior rece. Cele două straturi au proprietăți fundamentale diferite, mai ales dacă, din cauza transparenței – Secchi redusă, stratul eufotic abia dacă este mai gros decât stratul de apă caldă.

Presupunând un lac cu stratul cald superficial de 30 cm și un strat eufotic de 40 cm (cu transparența – Secchi de două ori) este ușor de prevăzut că aprovizionarea cu oxigen a stratului inferior rece depinde doar de conținutul de oxigen al stratului de 40-30 cm = 10 cm. În cazul unui strat superior cald de aceeași grosime cu stratul eufotic, concentrația de oxigen a stratului inferior este redusă. Aceasta poate să provoace la limita sedimentului procese care deteriorează în continuare calitatea apei (formarea de hidrogen sulfurat, eliminare de fosfor), care oricum este de neacceptat. Mostrele de apă luate de la suprafața lacurilor stratificate termic nu sunt potrivite pentru caracterizarea calității apei. În zilele calde de vară este indicată colectarea unei mostre din toată înălțimea apei cu ajutorul unui tub de sticlă sau de plastic, exceptând situația în care se dorește cunoașterea calității apei separat pe fiecare strat termic.



Temperatura apei poate afecta direct și indirect viața organismelor acvatice.

Influența directă: Procesele fiziologice ca respirația, hrănirea, metabolismul, creșterea, comportamentul, reproducerea și rata detoxificării și bioacumulării sunt afectate de temperatura.

Influența indirectă: Temperatura poate de asemenea afecta procese importante ca nivelul dizolvării oxigenului în apă, solubilitatea oxigenului, viteza oxidării substanțelor organice, solubilitatea sărurilor, etc. poate fi afectate de asemenea de temperatura.

Fiecare specie are o temperatura sau in interval optim de crestere. Conditiiile de temperatura mai mici sau mai mari decât intervalul optim cauzeaza stress, fapt ce afecteaza comportamentul, hranirea, metabolismul, cresterea, imunitatea. Este deci de preferat ca apa sa ramana la temperatura optima si este necesar ca sa nu mai devieze sub nivelul limitei.

Iluminarea apei

Lumina ajunsă la suprafața pământului constă din radiații magnetice cu diferite lungimi de undă, mai exact din raze ultraviolete (până la 380 nm), din raze vizibile (380 – 750 nm) și infraroșii (750 – 3000 nm). Din totalul de energie radiată aproximativ 55% sunt radiații vizibile, 40 – 44% infraroșii, iar 1 – 5% sunt ultraviolete. Plantele verzi sunt capabile să utilizeze radiațiile vizibile, așa numitele radiații active fotosintetic (PhAR = photosynthetically active radiation).

Radiațiile luminoase ajunse la suprafața apei pătrund doar în parte în apă. O parte a luminii se refractă de la suprafața apei în funcție de unghiul de cădere a acesteia pe luciul apei depinzând și de starea de repaus a apei. Conținutul spectral al luminii pătrunse în apă variază, iar intensitatea scade. Până la distanța de un metru de la suprafața apei jumătate din lumină se transformă în căldură. Radiațiile luminoase – roșii și portocalii – și mai scurte – ultraviolete și violete – sunt înghițite mai ușor de apă decât undele medii albastre, verzi și galbene.

În natură nu există apă perfect curată, ea conține întotdeauna astfel de substanțe care influențează penetrarea luminii în apă. În oceanele oligotrofe lumina albastră penetrează cel mai adânc, în apele lacurilor curate lumina verde, iar în apele eutrofe sau bogate în substanțe aflate în suspensie lumina roșie lumina roșie este cea mai penetrantă, ea se mai numește și deviație roșie (red shift). Se poate spune aproape sigur că în lacurile piscicole lumina roșie este cea care domină.

Culoare apei este stabilită de undele luminoase nepătrunse în apă și de substanțele aflate în suspensie în apă care influențează penetrabilitatea luminii. Turbulența apei constituie scăderea capacității de resorbție a luminii de către apă ceea ce este explicabil prin particulele de diferite dimensiuni aflate în suspensie. Turbulența apei din lacurile piscicole poate fi provocată de particulele coloidale argiloase, de substanțe coloidale provenite din descompunerile organice, în primul rând din descompunerea fitoplanctonului.

Este acceptată ideea că fotosinteza și respirația sunt egale la acele adâncimi la care lumina ajunsă reprezintă doar 1% față de intensitatea luminii măsurată la suprafața apei. Acesta este așa numitul - strat de compensație - sub care se află stratul bine luminat (eufotic). Pentru estimarea grosimii stratului eufotic se folosește discul Secchi cu diametrul de 20 cm cu fața superioară împărțită în patru părți vopsite alternativ în alb și negru. Transparența – Secchi înseamnă media acelor adâncimi ale apei în care discul, văzut de sus, dispare apoi devine din nou vizibil.

Stratul de compensație, comparativ cu stratul transparent (Secchi) este de două ori în zona temperată, iar în zona tropicală de trei ori, sub acesta nu mai există o fotosinteză

netă sau o producție netă de substanțe organice sau de oxigen. Transparența – Secchi considerată ideală pentru lacurile piscicole tratate corespunzător este de obicei de 20-30 cm, iar grosimea stratului eufotic este de 40-60 cm. În lacurile cu o adâncime de 100-120 cm lumina nu pătrunde până la suprafața depunerilor, dezvoltarea algelor, la aceste adâncimi fiind astfel imposibilă. Transparența – Secchi prezintă dependență strânsă, în astfel de lacuri, între particulele organice aflate în suspensie și concentrația de clorofilă-a ce măsoară dezvoltarea fitoplanctonului. (fig. 97 și fig. 98). Cu toate acestea nu există legătură valabilă pentru toate lacurile deopotrivă. În unele sisteme de lacuri, ba chiar și în unele lacuri se pot nota formule diferite (fig. 99). Transparența mai este influențată, pe lângă fitoplancton, de turbulența și de culoarea apei. În lacurile ușor tulburi la o transparență – Secchi ideală (20-30 cm) concentrația clorofilei-a este de 150-300 mg · m³, ceea ce face posibilă o producție bună.

Turbiditatea apei

Turbiditatea se datorează particulelor solide sub formă de suspensii sau în stare coloidală. Într-o definiție generală se consideră că suspensiile totale reprezintă ansamblul componentelor solide insolubile prezente într-o cantitate determinată de apă și care se pot separa prin metode de laborator (filtrare, centrifugare, sedimentare). Se exprimă gravimetric în mg/l sau volumetric în ml/l. Valoarea suspensiilor totale este deosebit de importantă pentru caracterizarea apelor naturale. În funcție de dimensiuni și greutate specifică, particulele se separă sub formă de depuneri (sedimentabile) sau plutesc pe suprafața apei (plutitoare). Suspensiile gravimetrice reprezintă totalitatea materiilor solide insolubile, care pot sedimenta, în mod natural într-o anumită perioadă limitată de timp. Procentul pe care îl reprezintă suspensiile gravimetrice din suspensiile totale este un indicator care conduce la dimensionarea și exploatarea desnisipatoarelor sau predecantorelor, instalații destinate reținerii acestora. Suspensiile și substanțele coloidale din ape reprezintă totalitatea substanțelor dispersate în apă, având diametrul particulelor între 1 și 10 μm. Caracterizate prin proprietăți electrice de suprafață, prezintă un grad mare de stabilitate, care le face practic nesedimentabile în mod natural. Eliminarea substanțelor coloidale din apă a impus tratarea chimică cu reactivi de destabilizare în vederea coagulării și precipitării acestora.

Relația dintre substanțele în suspensie (proprietate gravimetrică) și turbiditate (proprietate optică) determină așa-numitul “coeficient de finețe” al suspensiilor. Pentru aceeași sursă de apă, coeficientul de finețe variază în limite bine determinate în cadrul unui ciclu hidrologic anual.

Turbiditatea unei ape rezulta din dizolvarea și plutirea particulelor solide sau din dezvoltarea microorganismelor și organismelor planctonice. Din cauza importanței mari a eroziunilor pentru turbiditate, apele aflate în apropierea unor suprafețe unde pamantul prezintă pericol de eroziune sunt afectate de creșterea turbidității. Suprafețele de construcții, suprafețele defrisate, pamantul recoltat au rate mari ale erozii în timp ce padurile și pamanturile de iarba au un mai mic procent de eroziune (Boyd 1996,220-21).

Efecte turbidității se răsfrâng direct și indirect asupra organismelor acvatice. Apele cu turbiditate ridicată pot afecta brânhiile și pot provoca stres la pești, diminuează pătrunderea luminii necesare pentru fotosinteza fitoplanctonului. Dacă turbiditatea este prea înaltă fotosinteza poate fi oprită destul de repede și duce la reducerea nivelului de

oxigen. Sedimentele provenite de la o turbiditate înaltă a apei pot duce la colmatarea rapidă a bentalului. Sedimentele pot contine cantitati mari de substante organice care exercită o cerinta mare de oxigen rezultând epuizarea oxigenului. Sedimentarea poate de asemenea sa sufoce organismele bentonice.

Presiunea apei crește cu adâncimea, la fiecare 10,07 m adăugându-se o atmosferă. În practica curentă presiunea se măsoară și în decibari, presiunea hidrostatică crescând cu 1 decibar la fiecare 1 m adâncime. Animalele abisale, situate la peste 10.000 m adâncime au deci de suportat o presiune enormă, care este echilibrată de presiunea internă a corpului.

Tensiunea superficiala a apei este o forță ce se manifestă la suprafața de contact între mediul acvatic și cel aerian, dând naștere unei membrane pseudo-elastice capabile să susțină pe ea organisme mărunte, grupate în biocenoza numită neuston. Valoarea ei depinde de prezenta unor sbstante dizolvate sau aflate în suspensie în apa, de temperatura etc. În diferite lacuri valoarea ei nu este aceeași.

Tipul de lac	Tensiunea superficiala în dine / cm ²
Ape din lac oligotrof	0- 2
Ape din lac eutrof	0-20
Apa din mlăstini	0-20
Apa din lacuri spumoase	2- 9
Ape din lacul Lemman	5-20

Densitatea apei sau greutatea specifică a apei, la 0 °C și la nivelul mării este de 775 ori mai mare decât a aerului și prezintă oscilații direct proporționale cu salinitatea apei și invers proporționale cu temperatura apei. Greutatea specifică nu este pretutindeni la fel de mare și în aceeași apă este supusă unor oscilații anuale, datorită mai ales variațiilor de temperatură și salinitate. Ea crește direct proporțional cu salinitatea, fiind deci influențată de substanțele solvite. Ea descrește odata cu creșterea temperaturii, însă aceasta dependentă nu este continuă odata cu scăderea temperaturii, ci atinge valoarea maximă la temp. de 4 °C și la presiune normală, pentru ca apoi să scadă treptat către punctul de îngheț. Important este și faptul că densitatea scade la temperaturi înalte mult mai repede decât la cele joase, astfel între 24 și 25 °C schimbarea densității este de 30 de ori mai mare ca între 4 și 5 °C

Datorită acestei greutăți specifice mari viețile acvatice economisesc o însemnată cantitate de energie pentru învingerea forței gravitaționale și susținerea corpului lor. Conform principiului lui Arhimede, corpul organismelor submerse este împins în sus cu o forță egală cu greutatea apei dislocuite. Așa se explică de ce plantele de apă care stau drepte în masa apei, când sunt scoase în aer nu mai pot să se mențină în poziție dreaptă.

Vascozitatea este rezistența pe care o opune un lichid frecării corpurilor ce se mișcă în el. Vâscozitatea apei variază invers proporțional cu temperatura, la 0 grade C fiind de 2 ori mai mare ca la 25 grade C, influențând căderea corpurilor din apă. Astfel la 25 grade C un organism planctonic cade de două ori mai repede decât într-o apă de 0 grade C.

Conductivitatea apelor constituie unul dintre indicatorii cei mai utilizați în aprecierea gradului de mineralizare a apelor cel puțin din următoarele considerente:

- măsurătorile de conductivitate (rezistivitate) a apei permit determinarea conținutului total de săruri dizolvate în apă ;

- au avantajul diferențierii dintre săruri anorganice și organice (ponderal) pe baza mobilităților ionice specifice;

- elimină erorile datorate transformării speciilor de carbonați/bicarbonați prin evaporare la 105 °C (conform metodologiei de determinare gravitațională a reziduului fix, în cazul bicarbonaților pierderile sunt de circa 30%).

3	<p>APA CA MEDIU DE VIATA</p> <p>Factorii chimici ai mediului acvatic influenta lor asupra hidrobiontilor</p>
---	--

În circulația sa naturală, apa contactează un număr mare de substanțe minerale, substanțe organice și gaze. Datorită acestui fapt apele naturale reprezintă niște soluții ale diferitelor substanțe. Ca urmare, prin compoziția chimică a apelor naturale se subînțelege totalitatea gazelor dizolvate, a sărurilor minerale și a substanțelor organice dizolvate. Caracterizarea acestei stări este cunoscută sub numele de “chimismul apei”.

Sărurile care intră în compoziția apei se împart în raport cu concentrația în care sunt prezente în apă, în trei mari grupe:

- Macroelemente (săruri de Ca, Mg, K, Si, etc.) – reprezentate de săruri în concentrație mare, de ordinul gramelor/l
- Oligoelemente (Cu, Fe, Zn, Mn, etc.) - reprezentate de săruri în concentrație medie, de ordinul miligramelor/l
- Microelemente (Cr, Cd, Ti; Br⁻, F⁻, I⁻, etc.) - reprezentate de săruri în concentrație mică, de ordinul microgramelor/l

În apă, elementele minerale, organice și gazele se găsesc fie în stare nedizolvată fie dizolvate în apă. În stare nedizolvată se găsesc mare număr de particule în suspensie, care se deosebesc după mărimea lor putând fi: microcoloizi, coloizi, particule sedimentabile, viruși, bacterii, microalge, molecule, macromolecule. Particulele în suspensie pot fi nesedimentabile, greu sedimentabile și sedimentabile. Particulele nesedimentabile sau greu sedimentabile sunt reprezentate de elementele vii (viruși, bacterii, microalge) care datorită mișcărilor proprii ale celulei, datorită unor adaptări morfologice și fiziologice rămân în stare de plutire pe durata vieții. Particulele sedimentabile (care se depun) sunt compuse din nucleul mineral și un strat organic, adică reprezintă un complex organo-mineral. Conținutul componentei organice în aceste particule depinde de proveniența lor și variază între limitele 0-100%. Drept nucleu de “condensare” pentru substanțele organice insolubile în apele naturale servesc particulele de SiO₂ și CaCO₃.

În stare gazoasă, apele naturale mai conțin o mulțime de bule mici de gaze ca niște “nori” ai fazei gazoase în hidrosferă. Numărul total de particule sedimentabile și a bulelor de gaz din apele naturale variază de obicei între 10⁸ - 10¹⁴ buc/l.

Substanțele dizolvate în apă care caracterizarea chimismului apelor se împart în 6 grupe:

1. **Ionii principali** (macrocomponentii) includ K⁺, Na⁺, Mg²⁺, Ca²⁺, Cl⁻, SO₄²⁻, HCO₃⁻, CO₃²⁻. Conținutul macrocomponentilor în apele dulci de suprafață variază în limite mari. Ionii principali pătrund în apele naturale din rocile muntoase, minerale, sol sau în urma activității de producție a omului. De obicei tăria ionică a apelor dulci de suprafață nu depășește 0,01. Este interesant faptul că în ocean, indiferent de concentrația absolută, raportul dintre componentii principali se păstrează aproape constant.

2. **Indicatori ai capacității de tamponare ai apei** sunt considerate următoarele caracteristici ale apei: aciditatea, alcalinitatea apei, duritatea apei și pH-ul apei.

3. **Gazele dizolvate** - O_2 , N_2 , H_2S , CH_4 ș.a. Concentrația gazelor din apă se apreciază după presiunea parțială și constanta lui Henry.

4. **Substanțele biogene** reprezintă în special compușii azotului și fosforului. Concentrațiile lor în apele dulci de suprafață variază în limite foarte mari: de la cantități în urme, pînă la 10 mg/l. Cele mai importante surse de elemente biogene se dovedesc a fi procesele din interiorul bazinului și pătrunderile cu apele de șiroire, cu precipitațiile atmosferice sau cu apele uzate industriale, comunale și agricole. Substanțele biogene cuprind de asemenea compușii siliciului, care se găsesc în apă sub formă coloidală sau real dizolvată a acizilor silicic sau polisilicic și compușii fierului, care se găsesc în apele naturale în special sub formă de hidroxid microcoloidal sau sub formă de complecși fulvici.

5. **Substanțele organice dizolvate (SOD)** reprezintă, în fond, formele organice ale elementelor biogene. Acest grup include diferiți compuși organici: acizi, alcooli, aldehide, cetone, eteri, esteri ai acizilor alifatici (lipide), fenoli, substanțe humice, compuși aromatici, hidrați de carbon, compuși cu azot (proteine, acizi aminați, amine) ș.a.m.d. Din cauza dificultății de apreciere a substanțelor organice individuale, a diversității lor și concentrațiilor naturale mici, pentru caracterizarea cantitativă a SOD se folosesc indicatori indirecți: conținutul total de C org., N org., P org., oxidarea apei cu permanganat sau bicromat (CCO), consumul biochimic de oxygen (CBO). Substanțele organice sunt prezente în apele de suprafață în concentrații relativ mici (de obicei $<0,1$ mg/l sau $<10^{-5}$ M). De obicei, cel mai mare aport de SOD îl aduc fulvoacizii (FA); la concentrații de 100 mg/l FA apa capătă o nuanță cafenie.

După proveniența lor, SOD pot fi împărțite în autohtone - produse ale metabolismului și descompunerii biochimice - și alohtone - care pătrund în mediul acvatic împreună cu apele de șiroire, precipitațiile atmosferice sau apele uzate. Pentru râuri sunt caracteristice substanțele organice care pătrund prin apele colectoare iar pentru mări, lacuri și rezervoarele de apă - substanțele care se formează în urma proceselor din interiorul bazinelor acvatice. Compoziția elementală medie a SOD din apele naturale corespunde formulei chimice $C_{13}H_{17}O_{12}$.

6. **Substanțele poluante toxice** - metalele grele, produsele petroliere, compușii clororganici, agenții activi de suprafață sintetici (AASS), fenolii ș.a.m.d.

1. Ionii principali (macrocomponenții)

Calciul (Ca^{2+} mg/l) din apă se determină volumetric (STAS 3662/62). Principalii compuși ai calciului, care prezintă cea mai mare importanță în apele piscicole, sunt bicarbonații solubli $(CO_3H)_2Ca$, carbonații mai puțin solubili $(CO_3)Ca$, precum și hidroxidul de calciu $(Ca(OH)_2)$, care imprimă o puternică reacție alcalină apei și celelalte săruri de sulfați, fosfați, cloruri.

Concentrația calciului variază mult în apele piscicole, în primul rând fiind influențată de natura terenului și apoi înregistrând o dinamică sezonieră, fiind influențată de procesele de circulație de primăvară și de toamnă a apei, de procesul de fotosinteză intensă din timpul verii.

Importanța calciului într-o apă piscicolă derivă din următoarele aspecte:

- pe de o parte din utilizarea lui în procesele fiziologice ale plantelor și animalelor, ca element plastic ce intră în structura celulei, a oaselor, a învelișurilor calcaroase, etc., fiind necesar pentru buna lor dezvoltare. Zooplanctonul este cenoza care

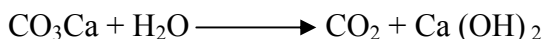
consumă importante cantități de săruri de calciu și chiar calciu disociat. Alături de fosfor și azot, calciul este un element de bază care determină productivitatea unei ape piscicole.

- pe de altă parte, calciul este elementul indispensabil pentru stabilirea puterii de tamponare a unei ape. Echilibrul dintre bicarbonatul de calciu solubil (utilizabil de către organisme), pe de parte și CO₂ liber și carbonatul de calciu puțin solubil, pe de altă parte, au loc conform reacțiilor de “decalcifiere biogenă”, respectiv de “calcifiere biogenă”, ce au rolul de a menține în apă echilibrul între pH, CO₂ liber și calciul solubil în apă.

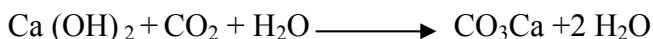
“Decalcifierea biogenă” are loc vara și în timpul zilei, când datorită fotosintezei intense, CO₂ liber din apă scade foarte mult. Pentru a asigura cantitatea de CO₂ necesară fotosintezei, bicarbonații solubili se transformă în carbonați insolubili, care sunt depuși sub forma unui praf alb pe plante, pe fund, cu eliberare de CO₂. În aceste cazuri, se poate întâmpla ca apa să sărăcească în calciu solubil fiind necesară intervenția omului pentru mărirea conținutului de calciu din apă. Valorile optime ale calciului într-o apă piscicolă sunt cuprinse între 50-120 mg/l.



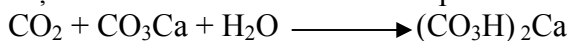
Când plantele au nevoie de cantități mari de CO₂, atunci procesul merge mai departe, folosind CO₂ din carbonați prin transformarea lui în hidroxid de calciu, ceea ce imprimă apei un puternic caracter alcalin.



Hidroxidul de calciu format va rămâne pe fund sau va fi solubil într-o oarecare măsură, până când datorită vânturilor puternice, datorită ploilor torențiale sau a celor liniștite de lungă durată, apa se îmbogățește din nou în CO₂ liber capabil să-l transforme în carbonat de calciu ():



“Calcifierea biogenă” are loc iarna și noaptea când apele se îmbogățesc în CO₂, concentrația lui crescând datorită încetării proceselor de fotosinteză. În aceste condiții, CO₂ se poate combina cu carbonații puțin solubili depuși pe fundul heleșteului, pe care îi transformă în bicarbonați solubili aducându-i în masa apei unde sunt accesibili organismelor acvatice.

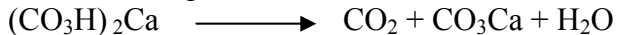


Magneziul (Mg²⁺ mg/l) din apă se determină volumetric (STAS 6674/77). În apele piscicole concentrația de magneziu este mult mai scăzută față de cea a calciului, optimul fiind între 10-40 mg/l. De asemenea, este foarte important ca raportul Ca²⁺ / Mg²⁺ să fie în jurul lui 5:1. Dacă nu se menține acest raport, apare un dezechilibru în fiziologia plantelor și animalelor. Când magneziul se găsește în cantități mici influențează favorabil dezvoltarea plantelor și animalelor, însă atunci când se găsește în cantități mari, fie datorită naturii terenurilor, fie datorită unor poluări, poate deveni dăunător vieții materialului piscicol. Acțiunea dăunătoare a magneziului, aflat în concentrații mari, poate fi combătută prin adăugarea sărurilor de calciu, ionul Ca²⁺ fiind antagonist ionului de Mg²⁺, astfel ca raportul să se păstreze în limitele de 5:1. În aceste situații, pe terenurile nisipoase se adaugă pulbere de CO₃Ca, de mai multe ori, iar pe terenurile argiloase sau humice se adaugă CaO.

Magneziul se găsește în apele piscicole în principal sub formă de carbonat și bicarbonat contribuind alături de sărurile de calciu la formarea sistemului de tamponare a apei.

Carbonații (CO₃²⁻ mg/l) se determină volumetric (STAS 3261/61), valorile optime pentru o apă piscicolă fiind cuprinse între 0 și 20 mg/l. În apele piscicole carbonații, bicarbonații și CO₂

liber formează unul din sistemele naturale de tamponare a apei. Sistemul tampon este acel sistem de substanțe care împiedică apa să-și modifice reacția din cauza unor tendințe externe sau interne la care este supus.



Carbonații se află într-un permanent echilibru cu bicarbonații, prezența unora sau a celorlalți în apă fiind dictată după cum CO_2 este în exces, în acest caz în apă are loc o scădere a cantității de carbonați (iarna) sau CO_2 este în deficit, în acest caz are loc o creștere a cantității de carbonați (vara).

Carbonații sunt compuși insolubili în apă, sau puțin solubili, ei se găsesc depuși sub forma unui praf alb pe fundul apelor, pe plantele submerse, în apele unde se dezvoltă o vegetație bogată, acolo unde procesul de fotosinteză fiind foarte intens consumă tot CO_2 liber din apă.

Bicarbonații (HCO_3^- mg/l) se determină volumetric, valorile optime pentru o apă piscicolă fiind cuprinse între 200 -400 mg/l. Bicarbonații de calciu sunt compuși solubili în apă, reprezintă forma asimilabilă a calciului, având un rol esențial în dezvoltarea organismelor vegetale și animale. Pe de altă parte, fac parte din sistemul de tamponare a apei, alături de carbonați și CO_2 liber. Prezența bicarbonaților în apă are o dinamică sezonieră, fiind determinată, ca și în cazul carbonaților, după cum CO_2 este în exces (iarna), în acest caz în apă are loc o creștere a cantității de bicarbonați sau CO_2 este în deficit (vara), în acest caz are loc o scădere a cantității de bicarbonați.

Clorurile (Cl mg/l). Anionul clorură se determină volumetric, metoda fiind cunoscută și sub numele de metoda Mohr (STAS 8663/70). În apele piscicole cantitatea de cloruri este relativ mică, limitele admise fiind între 6-40 mg/l, depinzând foarte mult de natura terenului. Dacă concentrațiile de cloruri cresc, motivația poate fi găsită în deversarea unor ape reziduale, fie mai ales în regiunile de deltă și de terenuri săraturate

Sulfații (SO_4^{2-} mg/l). Anionul sulfat se determină volumetric (STAS 8601/70). Valorile de 20-40 mg/l, considerate optime, nu sunt dăunătoare peștilor, însă în condițiile creșterii cantității de substanță organică, însoțită de creșterea temperaturii și de deficitul de oxigen, se crează condiții favorabile pentru dezvoltarea bacteriilor sulfat reducătoare, care transformă sulfații în hidrogen sulfurat, substanță toxică pentru organismele acvatice.

În apa heleșteelor sulfații provin pe de o parte din solurile pe care este cantonată apa, mai ales dacă solurile sunt sărurate se dizolvă în apă cantități mai mari de sulfuri și cloruri, din alimentarea pluvială a heleșteelor în perioada de primăvară, prin evaporarea puternică a apei pe perioada de vară sau o parte provin din mineralizarea substanțelor organice ce conțin sulf.

Dacă o creștere accentuată a clorurilor, până la instalarea regimului salmastru (peste 2 mg/l) nu este dăunătoare, ci dimpotrivă stimulează baza trofică, în schimb o creștere exagerată a sulfaților este dăunătoare dezvoltării zooplanctonului și altor organisme acvatice.

Reziduul fix (mg/l) reprezintă suma tuturor sărurilor dizolvate în apă și a materialelor în suspensie și se determină gravimetric prin cântărirea materialului rămas după evaporarea unei probe de apă nefiltrată, urmată de uscarea materialului la temperatura de 105°C , până la o masă constantă (STAS 9187/84). Valoarea acestui parametru este dependentă de natura apei și a terenului, de tipul terenurilor înconjurătoare și topografia lor, etc. Valoarea optimă pentru apele piscicole este între 200 și 500 mg/l, concentrația maximă admisă fiind de până la 1000 mg/l.

Suspensiile (mg/l) se determină gravimetric (STAS 9187/84). Principiul metodei constă în detremnarea materiilor în suspensie din apă prin filtrare. Filtrul pe care se află suspensiile, se usucă la 105°C , se răcește în exicator și se repetă cântările până la o masă constantă. Suspensiile, formate în special din hidroxid feric geletinos, din turbureala adusă de apele de șiroire de pe versanți, prezintă o concentrație optimă între 30 – 60 mg/l, însă atunci când

depășesc limita de 80 mg/l devin vătămătoare pentru branhiile peștilor, determinând asfixia peștilor.

2. Indicatori ai capacității de tamponare ai apei

Aciditatea apei se datorește prezenței în ape a dioxidului de carbon liber, a acizilor minerali și a sărurilor de acizi tari sau baze slabe, sărurile de fier și de aluminiu, provenite de la exploatarea miniere sau din apele uzate industriale intrând în această din urmă categorie.

Aciditatea totală a unei ape exprimă atât aciditatea datorată acizilor minerali, cât și cea datorată dioxidului de carbon liber, în timp ce aciditatea minerală exprimă numai aciditatea datorată acizilor minerali.

Diferențierea acidității totale de aciditatea minerală se poate face, fie prin utilizarea schimbătorilor de ioni, fie prin titrarea cu NaOH 0,1 N până la puncte de echivalență diferite și anume până la pH = 4,5 pentru titrarea acidului mineral și pH = 8,3 pentru titrarea acidității totale.

Alcalinitatea apei este condiționată de prezența ionilor bicarbonat, carbonat, hidroxid și mai rar, borat, silicat și fosfat. Din punct de vedere valoric, alcalinitatea este concentrația echivalentă a bazei titrabile și se măsoară la anumite puncte de echivalență date de soluții indicator. Utilizarea fenolftaleinei duce la determinarea alcalinității (p) a apei datorată hidroxidului și carbonatului, iar utilizarea indicatorului metiloranj duce la determinarea alcalinității (m), datorată bicarbonatului.

Valoarea alcalinității (p) și (m) indică raportul existent între ionii de carbonat, dicarbonat și hidroxid în cadrul alcalinității totale, relațiile dintre ele fiind prezentate în tabelul 2.19.

Tabelul .Calculul relațiilor de alcalinitate

Valoarea alcalinității (p)	OH ⁻	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻
0	0	0	m
< m/2	0	2p	m-2p
m/2	0	2p	0
>m/2	2p-m	2(m-p)	0
m	m	0	0

m = alcalinitatea față de metiloranj în ml HCl 0,1 N
p = alcalinitatea față de fenolftaleină în ml HCl 0,1 N

Alcalinitatea totală (ml HCl /l) se determină volumetric (STAS 6363/76), se datorează bazelor libere, carbonaților și bicarbonaților și se detrmnă prin titrarea acestora cu HCl 0,1n. Valorile optime pentru o apă piscicolă sunt de 2 -4 ml HCl /l. Cele mai productive ape sunt cele ușor alcaline, în care pH-ul rămâne aproape constant în jurul valorilor d 7,4-7,6, cu variații mici în jurul acestor valori. Dacă variațiile de pH sunt bruște se poate produce un dezechilibru chimic și fiziologic care stressează peștii putând duce până la moartea lor.

Dacă apele piscicole au rezerva alcalină asigurată (alcalinități de la 0,2 – 6 ml HCl/l) ele pot rezista tendințelor de acidifiere datorate fie CO₂ apărut în timpul nopții în procesele de

respirație, fie datorat ploilor, mai cu seamă cele însoțite de descărcări electrice, când crește cantitatea de nitriți, ceea ce sporește aciditatea, fie în cazul decalcifierii biogene care duce la variații foarte mari ale pH-ului, de la 5,5 în timpul nopții, până la 12 în timpul zilei.

Peștii s-au adaptat la viața în ape alcaline, de aceea se dezvoltă anevoios și se îmbolnăvesc în ape acide, mai ales puietul suportă foarte greu cantitățile mari de CO₂ liber și aciditatea dată de acidul carbonic format conform reacției



Duritatea apei a fost inclusă la capacitatea de tamponare a apei datorită ponderii carbonaților de calciu și magneziu în apele naturale. Se deosebesc următoarele tipuri de duritate:

- duritatea totală reprezintă totalitatea sărurilor de Ca²⁺ și Mg²⁺ prezente în apă;
- duritatea temporară reprezintă conținutul ionilor de Ca²⁺ și Mg²⁺ legați de anionul HCO₃⁻, care prin fierberea apei se poate înlătura deoarece dicarbonații se descompun în CO₂ și în carbonați care precipită;
- duritatea permanentă reprezintă diferența dintre duritatea totală și duritatea temporară, fiind atribuită ionilor de Ca²⁺ și Mg²⁺ legați de anionii Cl⁻, SO₄²⁻ și NO₃⁻. Acest tip de duritate rămâne în mod permanent în apă, chiar după fierbere.

În tabelul 2.20 este prezentată o clasificare a apelor după duritatea lor.

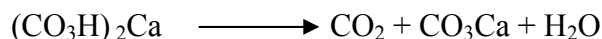
Tabelul Clasificarea apelor după duritate

Unități de măsură	Clasa de duritate				
	1	2	3	4	
mg/l		0-55	56-100	101-200	200-500
m val/l		0-1.1	1,1-2,0	2,0-4,0	4,0-10
Caracterizarea apei	Moale	Slab dură	Moderat dură	Foarte dură	

Duritatea totală (⁰D_T) a unei ape corespunde sumei concentrațiilor cationilor de Ca²⁺ și Mg²⁺ care se găsesc în sărurile de carbonați, bicarbonați, sulfati, fosfati, cloruri, etc. prezente în apă. Se determină volumetric prin însumarea concentrațiilor cationilor metalelor alcaline, indiferent de sărurile de la care provin. Duritatea se exprimă în grade duritate, care diferă de la o țară la alta. În țara noastră unitatea de măsură a durității este în grade Germane (⁰G), unui grad de duritate îi corespund 10 mg CaO.

Cea mai mare parte din duritatea totală este datorată durității temporare (D_T) care corespunde sumei cationilor metalici din bicarbonați și carbonați. Duritatea este considerat un parametru destul de constant pentru un anumit tip de apă. Din punct de vedere piscicol o apă potrivit de dură (8-12⁰G) este foarte productivă.

Apele bogate în bicarbonați și potrivit aprovizionate cu carbonați și CO₂ liber sunt considerate ape bine tamponate, care pot să neutralizeze variațiile de pH, datorită realizării următorului echilibru.



Tendința de acidifiere a unei ape piscicole este imprimată de CO₂ liber, care va fi neutralizat de carbonații prezenți, echilibrul deplasându-se spre stânga. Tendința de alcalinizare a

unei ape piscicole este imprimată în cazul unor cantități excesive de carbonați sau în cazul consumului CO_2 liber în procesul de fotosinteză.

pH-ul apei. (Concentrația ionilor de hidrogen)

pH-ul apelor naturale este cuprins între 6,5 - 8, abaterea de la aceste valori dând indicații asupra poluării cu compuși anorganici. pH-ul și capacitatea de tamponare a acestuia constituie una din proprietățile esențiale ale apelor de suprafață și subterane, pe această cale asigurându-se un grad de suportabilitate natural față de impactul cu acizi sau baze, sărurile de Na^+ , K^+ , Ca^{2+} și Mg^{2+} jucând un rol esențial în acest sens. De subliniat că această capacitate de tamponare a pH-ului este deosebit de importantă nu numai pentru echilibrele din faza apoasă, dar și pentru cele de la interfața cu materiile în suspensie, respectiv cu sedimentele. Concentrația ionilor de hidrogen din apă, reprezintă un factor important care determină capacitatea de reactivitate a apei, agresivitatea acesteia, capacitatea apei de a constitui medii pentru dezvoltarea diferitelor organisme etc.

Între valoarea pH-ului apei și aciditatea sau alcalinitatea acesteia nu există o identitate. Creșterea alcalinității sau acidității nu sunt însoțite și de variații corespunzătoare ale pH-ului, datorită capacității de tamponare de care dispun îndeosebi apele naturale. Principalul sistem tampon al apelor naturale îl reprezintă sistemul acid carbonic dizolvat/carbonați, pentru care pH-ul apei are valori cuprinse între 6,5-8,5.

Viața peștilor este posibilă în ape cu un pH cuprins între 5 și 8,5, însă cel mai bine peștii se dezvoltă în ape cu pH-ul cuprins între 7,2-7,8. Atât scăderile cât și creșterile de pH sunt stressante pentru fauna piscicolă determinând apariția ulcerățiilor și hemoragiilor în special la nivelul branhiilor. Pentru a se apăra împotriva acestor salturi de pH, peștele produce cantități sporite de mucus. Valorile de pH sub 4,8 și peste 9,2 poate fi letale pentru pești și celelalte organisme acvatice. Alcalinitatea crescută a unei ape provoacă peștilor o cauterizare a branhiilor, observându-se plăgi cu aspect de griș, de culoare cenușie pe branhii, iar aciditatea crescută duce la cuagularea albuminei astfel că în ambele cazuri peștii mor asfixiați.

Într-o apă piscicolă pH-ul variază sezonier și diurn fiind influențat de o serie de elemente și procese (fotosinteză, de procesele de descompunere ale substanței organice, de ploi, viituri, zăpadă, etc), astfel:

- În primul rând elementele geologice și hidrologice (natura terenului și natura apei) determina valoarea pH-ului unei ape
- În sezoanele ploioase de primăvară și toamnă, datorită ploilor abundente, pH-ul scade ca urmare a cantităților mari de CO_2 care se dizolvă în apă, putând ajunge la valoarea de 5,5-6. Și vara, în urma ploilor torențiale cu descărcări electrice pH-ul scade, de aceea prelevarea probelor de analiză nu trebuie să se facă imediat după ploaie.
- În timpul verii pH-ul este ridicat, ajungând uneori până la 9, ca urmare a intensificării procesului de fotosinteză, prin care plantele consumă tot CO_2 liber din apă și apoi pe cel legat în bicarbonații solubili, dând naștere la hidroxidul de calciu, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ care are o reacție complet alcalină.
- În curs de 24 de ore pH-ul apei variază, în special vara, fiind ridicat ziua datorită consumului de CO_2 din apă în procesul de fotosinteză, și scăzut noaptea datorită producerii de CO_2 în procesul de respirație.

- În condițiile unor cantități mari de substanță organică moartă, depozitată pe funduri lipsite de oxigen, are loc o creștere a concentrației de CO₂ (adeseori și de H₂S) ceea ce duce la scăderea pH-ului. Dacă apele sunt bine tamponate, adică au o rezervă de bicarbonați și de fosfați, scăderea pH-ului se va face mai lent, în limite mai mici. Dacă în cazul unor ape bine tamponate, cu o rezervă de 100 mg CaO/litru au loc scăderi bruște ale pH-ului, aceasta poate indica o situație extremă de poluare cu substanță organică.

3. Gazele dizolvate

Oxigenul (mg/l) Oxigenul dizolvat se măsoară volumetric, prin metoda Winkler, bazată pe oxidarea de către oxigenul molecular din apă, în mediu puternic alcalin, a hidroxidului de mangan bivalent la hidroxid de mangan trivalent (STAS 6536-88). Nevoia de O₂ a peștilor variază după specie, vârstă, stare fiziologică, etc. Se considera ca minimumul de O₂ necesar este de 3-5 mg /l.

Oxigenul intră în compoziția tuturor substanțelor organice care alcătuiesc organismele vii plante și animale, de aceea O₂ este unul dintre cei mai importanți factori biogenici. El asigură nu numai viața hidrobionților, ci și procesul de mineralizare a substanțelor organice, care sunt transformate astfel în forme asimilabile de către plante.

În mediul acvatic sursele de proveniență ale oxigenului sunt:

- Atmosfera – Intensitatea proceselor de difuzie și de dizolvare a oxigenului din atmosferă în apă sunt influențate de temperatură (invers proporțional), de presiunea atmosferică (direct proporțional), de mișcarea apei (direct proporțional). Aceste fenomene se petrec până la atingerea gradului de saturare, grad care diferă cu temperatura apei, presiunea atmosferei și de conținutul diferit de săruri.
- Fotosinteza – Apele cu o floră bogată, fie ca este reprezentată de microfite (alge) fie ca este reprezentată de macrofite (plante superioare) prezintă o oxigenare bună apei. Dezvoltarea florei este posibilă în condiții de transparență bună, de temperaturi favorabile. Există deci o strânsă legătură între proprietățile chimice, termice și optice ale apei.
- Reacțiile de reducere – Eliberarea de oxigen în procesele de reducere a sulfatilor, azotaților reprezintă o sursă mai puțin importantă, din punct de vedere al cantităților de oxigen cu care apa se poate aproviziona.

În mediul acvatic căile de consum ale oxigenului, situațiile de deficit în oxigen dizolvat sunt:

- Respirația organismelor vegetale și animale din apă, în cazul în care densitatea lor este ridicată, duce la dispariția oxigenului din apă. Popularea heleșteelor cu densități mari de material piscicol, mai ales în cazurile în care nu există posibilități adecvate de alimentare cu debite de primenire a apei, duce la reducerea conținutului de oxigen din apă. Dezvoltarea algelor în densități foarte mari constituie, de foarte multe ori, principala cauză a stărilor de hipoxie (concentrații scăzute de oxigen dizolvat) și anoxie (lipsa totală a oxigenului dizolvat), aceste fenomene fiind o consecință a fenomenului de “înflorire a apelor”. Dezvoltarea exagerată a numărului de alge pe unitate de volum face ca pe timpul nopții, când fotosinteza nu mai are loc, algele să consume prin procesul de respirație tot oxigenul dizolvat.
- Descompunerea substanței organice moarte. Dacă apa conține, fie în suspensie, fie în stare de soluție, cantități mari de substanțe organice, mai ales materii putrescibile, se

produce o scădere a concentrației de oxigen dizolvat ca urmare a utilizării lui de către microorganismele aerobe în procesul de descompunere a acestor substanțe organice. Scăderea oxigenului dizolvat este strâns legată de sporirea cantității de substanțe organice din apă și de acumularea acestor substanțe pe fundul bazinelor. În apele sarace în O_2 se petrece însă un proces de putrefacție a substanțelor organice, care sunt transformate de microorganismele anaerobe în produși, săraci în oxigen, dintre care aproape toți sunt toxici: amine, H_2S , NH_3 etc. În lipsa oxigenului substanțele minerale cum sunt azotații pierd O_2 și trec în NH_3 apoi în N_2 gazos, ce se pierde ieșind din apă, iar sulfatii trec în sulfiiți, tiosulfiiți, H_2S , sulfuri până la S chiar, făcând apa respectivă improprie pisciculturii din cauza acestor substanțe toxice.

- Oxidarea compușilor minerali precum sulfiiți, hipocloriiți, H_2S , azotiiți duce la pierderea oxigenului dizolvat, dar apa se va îmbogăți în compuși utili și se va reduce caracterul de toxicitate al compușilor lipsiți de oxigen.
- Izolarea apei de contactul cu aerul prin formarea podului de gheață care se menține pe o perioadă mare. Efectul de dispariție a oxigenului este cu atât mai accentuat pentru heleșteele al căror fund este bogat în depozite humice și în detritus vegetal, datorită lipsei punerii pe uscat.

Amoniacul (NH_3 mg/l) este un gaz toxic, care se formează prin descompunerea substanțelor organice care conțin molecula de azot. În transformările pe care le suferă azotul organic pentru a se mineraliza, faza de amoniac este foarte periculoasă pentru hidrobionți. Acest gaz apare mai ales pe timpul iernii când datorită podului de gheață cantitatea de oxigen din apă este mică. Se determină spectrofotometric azotul amoniacal (STAS 8683/83), după care se calculează cantitatea de amoniac cu formula: NH_3 (mg/l) = 1,2158 N amoniacal (mg/l). Concentrația maximă admisibilă de amoniac în apele piscicole este de 0,3 mg/l.

Hidrogen sulfurat (H_2S mg/l). Buna dezvoltare a peștilor și celorlalte organisme acvatice are loc în ape lipsite complet de hidrogen sulfurat, care este un gaz toxic pentru pești, totuși ei pot tolera cantități până la 1 mg H_2S /l. Dacă o apă conține fier sau mangan aceștia vor neutraliza hidrogenul sulfurat prin formare de sulfuri, în acest caz hidrogenul sulfurat poate crește până la câteva miligrame la litru, fiind oarecum suportat de unii pești. Factorii apariției hidrogenului sulfurat în heleștee sunt pe de o parte o creștere a cantității de substanță organică moartă, iar pe de altă parte o scădere sau chiar o lipsă a oxigenului dizolvat. Prezența hidrogenului sulfurat într-o apă piscicolă denotă începerea proceselor de putrefacție a materiei organice de pe fundul apei, din lipsă de oxigen. Prezența hidrogenului sulfurat în izvoarele sulfuroase are o altă proveniență, și anume demineralizarea sulfatilor.

Metanul (CH_4 mg/l). Se formează mai ales vara în urma putrezirii celulozei din plante. Prezența acestui gaz în apă arată un grad avansat de eurofizare, un proces intens de acumulare a substanțelor organice și un mare deficit de oxigen.

4	<p>APA CA MEDIU DE VIATA</p> <p>Factorii chimici ai mediului acvatic influenta lor asupra hidrobiontilor</p>
---	--

4. Substanțele biogene

Azotiții (NO_2^- mg/l) se determină spectrofotometric (STAS 8900/2-71), concentrațiile admisibile în apele piscicole se situează sub valoarea de 0,2 mg/l. Prezența azotiților în apele piscicole este nedorită, ei arătând un stadiu avansat de descompunere a substanțelor organice, în condițiile lipsei oxigenului. Azotiții sunt prezenți în apele cu deficit de oxigen, încărcate cu substanță organică, unde se dezvoltă bacteriile denitrificante, capabile să scoată azotul din compușii lui, trecându-l prin forma de amoniac, pentru ca apoi să-l pună în libertate sub formă gazoasă.



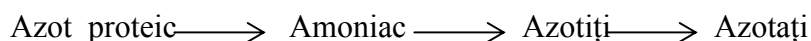
Prin acest proces de denitrificare, o parte importantă de azot este scoasă din circuitul nutritiv, fiind trecut din materie folositoare în materie toxică (NH_3 este toxic) sau este scos din apă (N_2 iese afară din apă).

Azotiții sunt substanțe instabile, ei fiind transformați în condiții de lipsă a oxigenului în amoniac, însă în condiții de bună aerare a apei, cum se întâmplă primăvara și toamna, ei sunt oxidați imediat și trecuți în azotați. Condiții pentru apariția azotiților și a amoniacului apar fie vara, la temperaturi crescute, fie iarna, datorită podului de gheață format, în ambele cazuri oxigenul fiind deficitar. Amoniacul este toxic, dacă se găsește în cantități mai mari de 2 mg/l, el determină asfixia peștilor și mortalitatea lor în masă.

Azotații (NO_3^- mg/l) Anionii azotați se determină spectrofotometric (STAS 8900/1-71), valorile optime pentru apele piscicole se situează în intervalul 2,5 – 3 mg/l. Azotații sunt formele asimilabile ale azotului constituind alături de fosfați solubli, de sărurile de potasiu elementele minerale de primă importanță în fotosinteza plantelor, din care cauză se numesc „elemente biogene”.

În apele piscicole, proveniența azotaților este fie din surse minerale, fie din surse organice:

- Sursele minerale sunt reprezentate pe de o parte de azotul atmosferic, care este transformat în azotați de către bacteriile fixatoare de azot, *Azotobacter sp.*, ce se găsesc în mlaștile de pe fundul apelor. Pe de altă parte, ploile torențiale însoțite de descărcări electrice aprovizionează apele cu cantități importante de nitriți (NO_2^-), care în mediul acvatic sunt apoi oxidate și trec în nitrați (NO_3^-).
- Sursele organice sunt reprezentate de organismele moarte, plante și animale, căzute pe fundul apelor, ce sunt supuse procesului de mineralizare. Pe fundurile bine oxigenate intră în acțiune bacteriile nitrificante care transformă azotul legat organic trecându-l prin mai multe trepte până la azotați.



Plantele asimilează foarte bine azotații, care sunt ușor solubili în apă, aceștia trec de la plante la animale, în cadrul circuitului trofic, pentru ca în final să se întoarcă din noi în apă sub forma azotului proteic din organismele moarte și sub forma amoniacului din excremente. Din cauza mării solubilități a azotaților, aceștia nu pot fi transformați în compuși greu solubili și deci nu se pot acumula pe fundul bazinelor, așa cum se întâmplă cu fosfații.

Cantitatea de azotați din apele piscicole variază în funcție de o serie de factori precum temperatura, cantitatea de oxigen, cantitatea de substanțe organice și pH. Iarna, pe fundul apelor piscicole se găsesc mari cantități de azotați, vara datorită utilizării azotaților de către plantele fotosintetizante azotații dispar din apă, în schimb, primăvara și toamna, datorită circulației apei azotații se găsesc uniform repartizați în toată masa apei.

Amoniu (NH_4^+ mg/l) Se determină stectofotometric azotul amoniacal (STAS 8683/83), după care se calculează cantitatea de amoniu cu formula: $NH_4^+ (mg/l) = 1,2878 \cdot N \text{ amoniacal } (mg/l)$. Concentrația maximă admisibilă de amoniu în apele piscicole este de 3,0 mg/l.

Fosfații (PO_4^{3-} mg/l) Anionii fosfat se determină spectofotometric (STAS 10064/75), valorile optime pentru o apă piscicolă sunt cuprinse între 0,05 – 1,5 mg/l, concentrația maximă admisibilă fiind de 3 mg/l. În apă fosfații se prezintă sub următoarele forme:

- fosfat primar - $PO_4H_2^-$ ușor solubil, asimilabil de către plante;
- fosfat secundar - PO_4H^{2-} ușor solubil, asimilabil de către plante. Cantitățile cele mai însemnate de fosfor sunt reținute de fitoplancton, dispariția fosfaților din apă se suprapune cu perioada de înmulțire și maturare a algelor. Însă și zooplantonul și chiar peștii rețin fosforul prin suprafețele cu care vin în contact cu apa.
- fosfat terțiar - PO_4^{3-} insolubil, fixat pe fundul heleșteelor bogate în calciu și în humus, formează o rezervă de fosfor care, este mobilizată mai greu de pe fund, doar în condiții de mișcare a apei. Experiențele au arătat că la suprafața sedimentelor în unele heleștee există de 100 de ori mai mult fosfor față de apa heleșteului, iar în cazul în care reacția sedimentelor este acidă reținerea poate fi de aproape 1000 de ori mai mare față de apă. Asimilația fosfaților de către plante este împiedicată în cazul când aceștia sunt imobilizați la suprafața humusului de către hidroxizii fierului și manganului, de către coloizii humusului.

Prezența în apele piscicole a fosfaților are două surse:

- surse interne – din plantele și organismele moarte, fosforul fiind un component esențial al nucleoproteinelor, al ADP, ATP. Mineralizarea acestor substanțe organice se face mult mai ușor față de azotați, putându-se realiza și fără ajutorul bacteriilor, în ape mai puțin oxigenate.
- surse externe – îngrășămintele minerale distribuite de către om în mod deliberat pentru mărirea productivității apelor piscicole. În zilele noastre datorită poluării, apele curgătoare, ce constituie sursele de apă pentru acvacultură, se îmbogațesc cu fosfor și alte elemente biogene datorită deversărilor din industrie, agricultură și municipalități. Astfel, apele naturale prezintă o încărcare antropică cu nutrienți, care depășește condițiile normale, trecând în zona de poluare cu nutrienți.

Ca și celelalte elemente biogene (N, K, Si) fosforul, un element biogen de primă importanță, este folosit de către plante pentru realizarea producției primare, și de aceea pe timpul verii de cele mai multe ori lipsește din apă, constituind hrana de predilecție a bacteriilor și a plantelor. Iarna în schimb, rezervele de fosfați se refac datorită trecerii fosforului din organismele moarte în fosfor mineral. Însă, cantitățile cele mai mari de fosfor solubil în apă se găsesc primăvara și toamna, când datorită mobilizării sedimentelor, datorită cantităților mari de CO_2 liber din apă, se crează

condițiile trecerii întregii cantități de fosfați tricalcici de pe fundul heleșteului în fosfații monocalcici și dicalcici, solubili în apă.

Între azot și fosfor există o strânsă interacțiune, prezența fosforului ajută bacteriile fixatoare de azot să acumuleze mai ușor azotul din atmosferă, provoacă procesele de amonificare și de nitrificare, înlesnind mineralizarea substanțelor organice.

5. Substanțele organice dizolvate (SOD)

Substanța organică CCO-Mn (mg $KMnO_4$ / l) sau cantitatea de substanțe organice oxidabile din apă se determină volumetric (STAS 9887/74) Principiul metodei constă în oxidarea substanțelor oxidabile din apă, în principal organice dar și o serie de substanțe anorganice (azotiți, sulfiți, hidrogen sulfurat, etc.) cu ajutorul permanganatului de potasiu. Pentru apele piscicole valorile optime pentru substanța organică sunt de 35 – 50 mg $KMnO_4$ /l, valorile ce depășesc 80 mg $KMnO_4$ /l sunt considerate periculoase.

Proveniența substanțelor organice în apele piscicole este fie de natură autohtonă, fie de natură alohtonă, astfel:

- Substanța organică autohtonă provine din moartea organismelor vegetale și animale ce s-au dezvoltat în bazinele piscicole. Moartea acestora survine fie pe perioada verii, în cazul temperaturilor foarte ridicate, fie toamna, la sfârșitul perioadei vegetative. Densitățile mari de pești vegetarieni consumatori de macrofite, care elimină cantități mari de resturi vegetale nedigerate, duc la o creștere a substanței organice din apă, ceea ce provoacă o scădere a conținutului de oxigen din apă, care trebuie compensată printr-un debit de recirculare mărit.
- Substanța organică alohtonă provine din apele reziduale industriale, agricole și municipale și ajunge în apele piscicole cu apa de alimentare. În plus, în tehnologia de exploatare a heleșteelor piscicole se prevăd activități de distribuire a fertilizanților organici, sub formă de gunoi de grajd, în diferite cantități.

În heleștee substanța organică moartă se găsește sub următoarele forme:

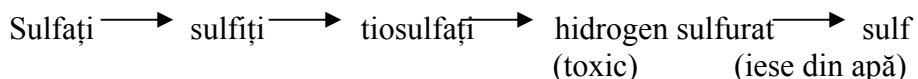
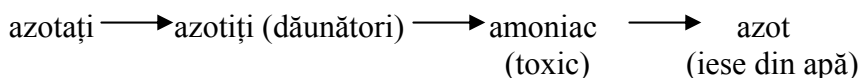
- Substanță organică dizolvată – prezentă în apă sub formă de proteine, aminoacizi, lipide, glucide, vitamine, enzime, etc. Se estimează că substanța organică solvită reprezintă 90-98% din întreaga cantitate de substanță organică pe care o conțin apele. Aceste substanțe pot face parte și din categoria ectorinelor, ca rezultat al procesului de metabolism, acționând ca stimulatori sau inhibitori ai proceselor vitale ce se desfășoară în mediul acvatic.
- Substanță organică coloidală;
- Substanță organică în suspensie;
- Detritus

Căile de consum și transformare a substanței organice din apa și de pe fundul heleșteelor sunt următoarele:

- Consumul substanței organice în procesul de hrănire a faunei acvatice. S-a constatat că în primul rând bacteriile beneficiază de aceasta, apoi filtratorii din grupele rotiferi, bivalve, cladocere, copepode, etc. Chiar și la pești s-a evidențiat utilizarea directă a substanței organice dizolvate prin procesele de osmoză.
- Descompunerea substanței organice în condiții aerobe. În apele bine aerate, atât substanțele organice din masa apei cât și cele care cad pe fund sunt supuse unui proces de mineralizare, favorabil acvaculturii, prin care substanțele organice moarte, sub acțiunea

microorganismelor oxidante, sunt transformate în substanțe minerale, singura formă ușor asimilabilă de plante. În procesele de mineralizare rolul oxigenului este covârșitor.

- Descompunerea substanței organice în condiții anaerobe. În apele slab aerate, substanțele organice de pe fundul heleșteelor sunt supuse unui proces de putrefacție, defavorabil acvaculturii, prin care substanțele organice moarte, sub acțiunea microorganismelor reducătoare, sunt transformate în produși azotați și sulfuroși săraci în oxigen, dintre care aproape toți sunt toxici: amine, hidrogen sulfurat, amoniac, etc. Dacă cantitatea de oxigen dizolvat din apă este sub 4 mg/l, substanțele organice suferă un proces de putrefacție, descompunerea azotaților și sulfataților făcându-se după următoarea cale:



În timpul verii, în apele încărcate cu substanțe organice, datorită temperaturaturilor ce se mențin mult timp ridicate, oxigenul descrește treptat, crește concentrația acizilor, pH-ul apei scade, producându-se astfel un dezechilibru complet, chimic, biologic și fiziologic, care duce la mortalități în masă a tuturor organismelor acvatice. Dacă aceste scăderi ale oxigenului sunt bruște, pericolul este cu atât mai mare pentru pești, nemaiavând timpul necesar să se retragă în locurile mai bine aerate. În aceste cazuri se recomandă fie o aerare și o împropătare a apei, fie o tratare cu var, fie pescuirea, vidarea și lăsarea heleșteului în repaus o vară și o iarnă pentru mineralizarea substanței organice de pe fund în prezența aerului, soarelui, vântului, înghețului.

6. Substanțele poluante toxice

Metalele grele includ plumbul, arsenul, mercurul, cadmiul, cobaltul, nichelul, seleniul, fierul, argintul, zincul, cromul, cobaltul, manganul. De regulă nu se ajunge la intoxicații acute, însă metalele grele au proprietatea de a se concentra în organismele vii, manifestându-se toxicitatea cronică. Nivelele toxice sunt relativ bine cunoscute pentru om, dar nici pe departe pentru imensa diversitate de organisme acvatice. Contaminarea omului depinde mult de obiceiurile alimentare, vârstă, stare de sănătate etc. Contează foarte mult și forma, nivelul de absorbție și de toxicitate fiind diferit între Cr^{3+} și Cr^{6+} sau între mercurul metalic și cel legat organic. Aluminiul a produs uneori mortalitate piscicolă sau a algelor.

Micropoluantii organici sunt compuși organo-clorurați, fenoli, cetone etc. Mulți intră în clasa biocidelor (pesticide, fungicide, ierbicide, insecticide etc.). Există peste 10 milioane de compuși chimici, din care zeci de mii sunt în uz în industrie, ceea ce face ca în apă să poată ajunge o uriașă varietate, imposibil de identificat și dozat individual. De aceea se monitorizează numai compușii mai frecvenți și mai toxici. Există în legislație liste cu substanțe prioritare ce trebuie eliminate. Frecvente sunt pesticidele organo-clorurate și organo-fosforice, triazinele, derivatele de uree, erbicidele tip hormon vegetal, solvenții de uz casnic, substanțele de sinteză și reactivi din industrie, de exemplu cei pentru fabricarea de polimeri... Unele produse cum sunt DDT și alte pesticide organoclorurate au fost interzise aproape în toate țările sau sunt foarte strict controlate, după ce s-a constatat ce dezastre au produs.

Efectele toxice ale diverșilor micropoluantii pot fi letale sau neletale, atât pe termen scurt cât și la expunere cronică. Mari probleme și controversate sunt cu privire la efectele cancerigene și genotoxice în general la expuneri cronice la cantități reduse de substanță, deoarece informația științifică e incompletă.

Degradabilitatea biologică și chimică a diversilor micropoluanti este extrem de diferită. Unii persistă săptămâni (de exemplu insecticide organofosforice), altele luni (triazine de exemplu) iar altele foarte mult (10 ani DDT-ul!). Unele sunt reținute / descompuse de procedeele obișnuite de epurare / preparare a apei, altele însă trec aproape nemodificate (lindan, pentaclorfenol etc.).

Produsele petroliere, caz particular de poluări cu substanțe organice - sunt un mare dușman al apelor, deoarece culoarea, gustul și mirosul sunt afectate chiar la concentrații reduse. Sunt grav afectate multe organisme acvatice, ceea ce duce la dezechilibru ecologic. Fiind mai ușoare ca apa, produsele petroliere formează peliculă / strat la suprafața apei, ce împiedică oxigenarea. În ape subterane sunt și mai persistente, căci biodegradarea e redusă sau absentă în lipsa oxigenului și luminii... Pe apele navigabile provin de cele mai dese ori de la accidente cu petroliere sau de la spălarea ilegală a rezervoarelor navelor.

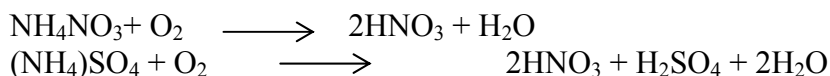
Parametrii chimici ai sedimentelor

Substratul este al doilea biotop important al heleșteului, proprietățile acestuia influențând pe de o parte proprietățile apei, sedimentele constituindu-se ca un rezervor și un furnizor de elemente nutritive pentru apă, iar pe de altă parte substratul constituie substratul pentru flora și fauna bentonică, structura fizică și chimică a substratului determinând tipul biocenozelor bentonice.

Astfel, fundurile argiloase și nisipoase, în general fundurile tari și bogate în cloruri, sulfati și silicati, limitează răspândirea fitocenozelor submerse și emerse. În schimb, fundurile bogate în depozite de mâl organic favorizează dezvoltarea acestor fitocenoze, dacă în apă substanțele biogene sunt în cantități suficiente.

Literatura de specialitate recomandă ca necesară cercetarea următorilor parametrii: pH-ul sedimentului, aciditatea hidrolitică, substanța organică, conținutul în CaO, conținutul în fosfați, conținutul în azotați, conținutul în hidrogen sulfurat.

pH-ul sedimentului. Întrebuințarea îndelungată a îngrășămintelor lipsite de cationi alcalini și alcalino-pământoși și a celor din care plantele iau în mai mare măsură cationii decât anionii, conduce la scăderea pH-ului solului, care devine acid. Dintre acestea sunt îngrășămintele cu N care conțin $\text{NH}_4(\text{NH}_4\text{NO}_3, (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)$ sau formează NH_4 (ca ureea).



Acizii astfel formați sunt neutralizați de cationii bazici, dacă aceștia se găsesc în apă. De aceea, folosirea unor astfel de îngrășăminte acide este indicată numai pe solurile bine saturate în baze și carbonați sau cu aplicarea simultană de amendamente ciclice sau fiziologic alcaline.

Influența acidificatoare a îngrășămintelor cu N se produce pâna la adâncimi însemnate, în timp ce acțiunea amendamentelor calcaroase afectează mai mult suprafața, ameliorând slab reacția în adâncime.

Spre deosebire de îngrășămintele cu N, a căror aciditate nu este actuală, ci se dezvoltă în sol ca rezultat al transformărilor microbiologice, superfosfatul este el însuși acid. Cu toate acestea, nu apare totuși în timp mai îndelungat un efect însemnat de acidifiere; aceasta din cauza tendinței fosfatului de a reacționa cu Al și Fe eliminându-se astfel ioni de anhidril care reacționează cu cei de hidrogen.

În fiziologia plantelor este importantă și menținerea fără variații însemnate a pH-ului. Aceasta se realizează prin efectul de tamponare care constă în rezistența unui sistem la schimbarea reacției sale datorită unor complexe de substanțe cu caracter amfoter, capabile să reacționeze ca un acid când mediul tinde să devină alcalin și ca o bază când mediul devine acid. Pentru solurile cu folosință piscicolă este indicat ca valoarea pH-ului să fie cuprinsă între 7-7,8 upH. Maxim 8,2 upH, minim 6,5 upH.

Substanțele organice din sedimente (*mg $KmnO_4$ / 100g sol*). În sol și la suprafața acestuia, resturile organice moarte suferă continue transformări sub acțiunea factorilor fizici și chimici, dar mai ales a microorganismelor. În uriașul proces de mineralizare a materiei organice moarte sunt eliberate elementele nutritive și alte elemente minerale accesibile vieții (CO_2 , H_2O , NH_3 , NO_3^- , PO_4^{3-} , SO_4^{2-}). Materia organică a solului influențează puternic aproape toți factorii ecologici din sol.

Pentru bazinele piscicole productive cantitatea de substanțe organice determinate în sol nu trebuie să depășească 60 mg $KmnO_4$ / 100g sol, iar humusul trebuie să fie cuprins între 2-5 mg/100g sol.

Datorită folosirii continue a bazinului fără a permite refacerea solului prin lăsarea lui pe uscat, vara sau iarna, cantitatea de substanțe organice acumulate în solul bazinelor piscicole prezintă valori mari și crează condiții de viață necorespunzătoare pentru materialul piscicol.

Cantitatea redusă de substanțe organice din sol, cât și alimentarea bazinelor cu o apă bine oxigenată crează condiții optime de mineralizare a substanțelor organice și reintrarea lor în circuit.

Cantitatea mare de substanțe organice și o oxigenare redusă a apei favorizează intensificarea procesului de putrefacție a substanțelor organice care conduce la:

- deficit de O_2
- degajare de gaze toxice: NH_3 , H_2S , NO_2
- pierderea de substanțe biogene prin transformarea lor până la forma de N_2 și S_2 ce se degajă în atmosferă.

În aceste situații este absolut necesar ca:

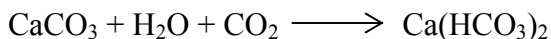
- bazinul respectiv să fie lăsat pe uscat o vară și o iarnă pentru a crea condiții optime de mineralizare a substanțelor organice în exces;
- distribuirea de amendamente calcaroase pe sol, dacă bazinul este vidat, sau direct în apă dacă este în exploatare;
- aerarea puternică a apei pentru a evita apariția deficitului de oxigen și eliminarea eventualelor gaze toxice din apă.

Calciul din sedimente (*mg Ca^{2+} /100g sol*) este un factor ecologic ce influențează direct fiziologia plantelor, fiind un element nutritiv indispensabil pentru viața plantelor și animalelor acvatice. În mai mare măsură însă, Ca^{2+} este necesar solului însuși pentru asigurarea unei bune stări fizice și chimice și a unei intense activități biologice.

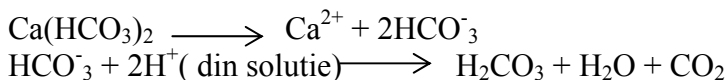
În sol, Ca^{2+} este elementul cu cele mai complexe funcții, determinat ecologic prin multiplele influențe ce le exercită asupra numeroaselor însușiri și procese de importanță majoră pentru specificul ecologic și potențialul productiv al solului.

Prin caracterul său de cation bazic, cu mare energie de legare în complex, Ca^{2+} este în sol principalul neutralizator atât al acizilor, cât și al complexului adsorbativ. Prin neutralizarea totală sau înaintată a acizilor organici și minerali, Ca^{2+} controlează aciditatea actuală și potențială a solului și starea de saturație în baze a complexului adsorbativ.

În sol se formează $Ca(HCO_3)_2$ solubil în apă, din $CaCO_3$ activ din sol sau din amendamentul calcaros dat solului după reacția:



Bicarbonatul disociază după reacțiile:



Astfel, în soluție apar continuu noi ioni de Ca^{2+} , care prin schimb de ioni, trec în complex, ridicând gradul de saturație al soluției; iar ionii de H^+ din soluție sunt trecuți în moleculele de apă, a căror disociere este slabă.

Prin funcțiile lui, Ca^{2+} este un element de importanță esențială pentru fertilitatea solului și păstrarea acestui potențial.

Pentru bazinele piscicole cantitatea optimă de Ca^{2+} este cuprinsă între 80-120 mg/100g sol.

Magneziul din sedimente (mg Mg^{2+} /100g sol) este un element indispensabil fiziologiei plantelor verzi, în primul rând prin participarea lui la compoziția clorofilei. Procesul activ de fotosinteză este deci condiționat de prezența normală a Mg^{2+} în plantele verzi.

În bazinele piscicole, Mg^{2+} trebuie să existe în cantități relativ mici față de Ca^{2+} , valoarea maximă fiind de 50 mg/100g sol. Cantitatea de Mg^{2+} este determinată și de natura solului, astfel pe terenurile secăturate Mg^{2+} este prezent în cantități foarte mari, depășind chiar și cantitatea de Ca^{2+} din sol. În piscicultură, în general, Ca^{2+} și Mg^{2+} trebuie să existe într-un raport de 5:1 pentru a asigura din punct de vedere chimic condiții optime materialului piscicol.

Azotul din sedimente (mg N /100g sol) Azotul este prin excelență elementul nutritiv esențial pentru viața plantelor și animalelor acvatice. Absorbit din sol sub formă de NO , NO_3^- și NH_4^+ , azotul, cu excepția unor acumulări obișnuit reduse sau moderate sub formă de nitrați și a prezenței neânsemnate sub formă de amoniu și nitriti, este încorporat în compuși organici de importanță fundamentală în compoziția plantei și în procesele ei vitale:

- în cea mai mare parte participă ca element indispensabil în compoziția proteinelor, care după apă sunt constituenții principali ai protoplasmei;
- participă la compoziția nucleoproteinelor, a aminoacizilor liberi, a clorofilei, a aminelor simple, a alcaloizilor și bazelor purinice etc.

Forma cea mai ușor asimilabilă de către plantele acvatice este cea de azotați. Azotul nu poate fi asimilat ca rezervă fie în plante fie în sol, deoarece este ușor solubil și ca atare, spălat imediat de pe fund. Cantitatea optimă unei dezvoltări normale a florei și faunei acvatice este de 3 mg/100 gr sol în perioada vegetativă iar în perioada de iarnă 1 mg/100 gr sol. Pentru a asigura aceste cantități de azotați îngrășămintele naturale pe baza de azot se vor distribui doar cu câteva zile înainte de inundarea bazinelor.

Fosforul din sedimente (mg P /100g sol). După azot, P este al-2-lea element indispensabil, de importanță fundamentală pentru plante, cu participări multiple la constituția și fiziologia acestora. Deși conținutul de P al plantelor este mai mic decât cel de N, K și Ca, fosforul are deseori caracter de factor limitativ; aceasta în cele mai multe cazuri nu din cauza unui conținut total de P în sol insuficient, ci din cauza solubilității slabe a compușilor cu P.

Pentru fertilizarea solului și nutriția plantelor sunt deci de mare importanță solubilitatea fosfaților conținuți și ritmul trecerii lor în forme ușor solubile. Fosfații de alcali și de amoniu sunt săruri ușor solubile. Fosfații de Ca, Al și Fe au solubilitățile variabile cu pH-ul .

Solubilitatea $\text{Ca}_3(\text{PO})_2$ scade cu creșterea pH-ului. Dacă fundul heleșteului este bogat în Ca, fixează P sub forma de $(\text{PO}_4)_2\text{Ca}_3$ greu solubil. Din această cauză, distribuirea îngrășămintelor fosfatice nu se face niciodată împreună cu amendamentele calcaroase ci la un anumit interval de timp de minim 2 săptămâni, pentru a împiedica imobilizarea P și Ca în compuși insolubili care împiedică schimburile dintre sol și apă. Raportul optim N/P este de 4/1 iar valoarea optimă a P este de 0,05-1,5 mg/100g sol.

Limitele optime, maxime și minime ale parametrilor chimici pentru apele piscicole

Nr. crt.	Parametrul	Unități de măsură	Valoarea parametrului		
			Limite minime	Valori optime	Limite maxime
1	Oxigen (O_2)	mg/l	4	7-12	14
2	pH	u-pH	6,5-6,9	7,0-7,9	8,0-8,2
3	Reziduu fix	mg /l	100	200-500	700-1000
4	Suspensii	mg/l	15-25	30-60	80
5	Substanță organică CCO-Mn	mg KMnO_4 / l	5	35-50	55-60
6	Duritate	$^{\circ}\text{G}$	8	12-18	20
7	Calciu (Ca^{2+})	mg/l	30	90-120	160
8	Magneziu (Mg^{2+})	mg/l	5	10-40	50
9	Alcalinitate totală	ml HCl / l	0,2	2-4	6
10	Carbonați (CO_3^{2-})	mg/l	0	urme	10-20
11	Bicarbonați (HCO_3^-)	mg/l	20-100	200-400	600
12	Azotiții (NO_2^-)	mg/l	0	0-0,005	0,2
13	Azotații (NO_3^-)	mg/l	1	2,5-3	4
14	Amoniu (NH_4^+)	mg/l	0,005	0,02	0,2
15	Amoniac (NH_3)	mg/l	0,005	0,02	0,2
16	Fosfații (PO_4^{3-})	mg/l	0,005	0,05-1,5	3
17	Cloruri (Cl^-)	mg/l	6	30	40
18	Sulfații (SO_4^{2-})	mg/l	0-15	20-40	70-80
19	Hidrogen sulfurat (H_2S)	mg/l	-	urme	0.1

Concentrațiile maxime admisibile (**CMA**) a parametrilor eutraofizării apei pe clase de calitate în conformitate cu **NORCAS 2002** (Ord. MAPM 1146/2002; Ord. MAPM 161/2006)

Indicatorul		Clase de calitate				
		I - HES	II - GES	III - MES	IV - PES	V - BES
	Unitate de măsură	CMA				
pH		6.5 – 8.5				
Regimul oxigenului						
CBO_5	mg/l O_2	3	5	7	20	>20
CCO_{Mn}	mg/l O_2	5	10	20	50	>50

Nutrienți						
NH ₄ ⁺	mgN/l	0,4	0,8	1,2	3,2	>3,2
	mg NH ₄ ⁺ /l	0.516	1.032	1.548	4.128	>4.128
NO ₂ ⁻	mgN/l	0,01	0,03	0,06	0,3	>0,3
	mg NO ₂ ⁻ /l	0.033	0.1	0.198	1.0	>1.0
NO ₃ ⁻	mgN/l	1	3	5,6	11,2	>11,2
	mg NO ₃ ⁻ /l	4.4	13.2	24.6	50.0	>50.0
N _{total}	mgN/l	1,5	7	12	16	>16
PO ₄ ³⁻	mgP/l	0,1	0,2	0,4	0,9	>0,9
	mg PO ₄ ³⁻ /l	0.3	0.6	1.2	2.7	>2.7
P _{total}	mgP/l	0,015	0,04	0,075	1.2	>1.2
Ioni generali, salinitate						
Reziduu fix	mg/l	500	750	1000	1300	>1300
Cl ⁻	mg/l	25	50	250	300	>300
S ⁻	mg/l	60	120	250	300	>300

Specificul calității diferitelor surse naturale de apă

Fiecare tip de sursă prezintă caracteristici proprii, fizico-chimice și biologice, variind de la o regiune la alta în funcție de compoziția mineralogică a zonelor străbătute, de timpul de contact, de temperatură și de condițiile climatice. Pentru același tip de sursă se pot evidenția anumite caracteristici comune, după cum rezultă din cele de mai jos.

Apa de râu

Cursurile de apă, (râuri și afluenți), sunt caracterizate, în general, printr-o mineralizare mai scăzută, suma sărurilor minerale dizolvate fiind sub 400 mg/l. Aceasta este formată din dicarbonați, cloruri și sulfatați de sodiu, potasiu, calciu și magneziu. Duritatea totală este, în general, sub 15 grade, fiind formată în cea mai mare parte din duritate dicarbonată.

Concentrația ionilor de hidrogen (pH-ul) se situează în jurul valorii neutre, fiind cu un pH = 6,8 - 7,8. Dintre gazele dizolvate sunt prezente oxigenul dizolvat, cu saturație între 65 - 95% și bioxidul de carbon liber, în general sub 10 mg/l.

Caracteristica principală a cursurilor de apă o prezintă încărcarea variabilă cu materii în suspensie și substanțe organice, încărcare legată direct proporțional de condițiile meteorologice și climatice. Acestea cresc în perioada ploilor, ajungând la un maxim în perioada viiturilor mari de apă și la un minim în perioadele de îngheț.

Deversarea unor efluenți insuficient epurați a condus la alterarea calității cursurilor de apă și la apariția unei game largi de impurificatori: substanțe organice greu degradabile, compuși ai azotului, fosforului, sulfurului, microelemente (cupru, zinc, plumb), pesticide, insecticide organo-clorurate, detergenți etc. De asemenea, în multe cazuri se remarcă impurificări accentuate de natură bacteriologică. O particularitate caracteristică a apei din râuri este capacitatea de autoepurare datorată unor serii de procese naturale biochimice, favorizate de contactul aer-apă.

Apa de lac

Lacurile, formate, în general, prin bararea naturală sau artificială a unui curs de apă, prezintă modificări ale indicatorilor de calitate comparativ cu efluentul principal, datorită stagnării apei

un anumit timp în lac, insolației puternice și fenomenelor de stratificare (vara și iarna) și destratificare (primavara și toamna), termică și minerală. Stagnarea apei în lac conduce la o decantare naturală a materiilor în suspensie, apa lacurilor fiind mai limpede și mai puțin sensibilă la condițiile meteorologice. Stratificarea termică, combinată la lacurile adânci și cu o stratificare minerală, conduce, în perioada de vară și toamnă, la excluderea aproape completă a circulației apei pe verticală. Acest lucru atrage după sine scăderea concentrației oxigenului dizolvat în zona de fund și apariția proceselor de oxidare anaerobă, având drept efect creșterea conținutului în substanțe organice, în săruri de azot și fosfor și, uneori, apariția hidrogenului sulfurat la fundul lacului. În perioadele de destratificare termică și minerală (primavara și toamna), are loc o circulație a apei pe verticală și o uniformizare calitativă a apei lacului, conducând la îmbogățirea cu substanțe organice și nutrienți a apei din zona fotică. Conținutul de substanțe organice și nutrienți, combinat cu insolarea puternică, conduce la posibilitatea dezvoltării unei biomase fito și zooplanctonice apreciabile.

Din cele prezentate mai sus rezultă că apa lacurilor se caracterizează, în general, printr-un conținut mai ridicat în substanțe organice, nutrienți și biomasa planctonică, ce pot avea repercusiuni și asupra unor indicatori organoleptici și fizici cum ar fi gust, miros, culoare, turbiditate, pH.

Din punct de vedere al tratării apei, acumulările au un efect favorabil asupra calității apei prin reducerea conținutului de suspensii, asigurarea unei temperaturi scăzute și relativ constante, eliminarea pericolului înghețului și formării zăului. De multe ori apar și influențe defavorabile, dintre care se pot cita dezvoltări masive de biomasă, apariția colorației apei, îmbogățire în substanțe naturale.

Tratarea unei astfel de ape trebuie, pe de o parte, să folosească avantajele staționării îndelungate a apei, iar pe de alta parte să rezolve și problemele corectării indicatorilor menționați mai sus.

Apa subterană

Apele subterane sunt caracterizate, în general, printr-o mineralizare mai ridicată, conținutul în săruri minerale dizolvate fiind peste 400 mg/l și format, în principal, din dicarbonați, cloruri și sulfatați de sodiu, potasiu, calciu și magneziu. Durezza totală este cuprinsă între 10-20 grade germane și este formată, în cea mai mare parte, din duritate dicarbonatată. Concentrația ionilor de hidrogen se situează în jurul valorii neutre, corespunzând unui pH = 6,5 - 7.

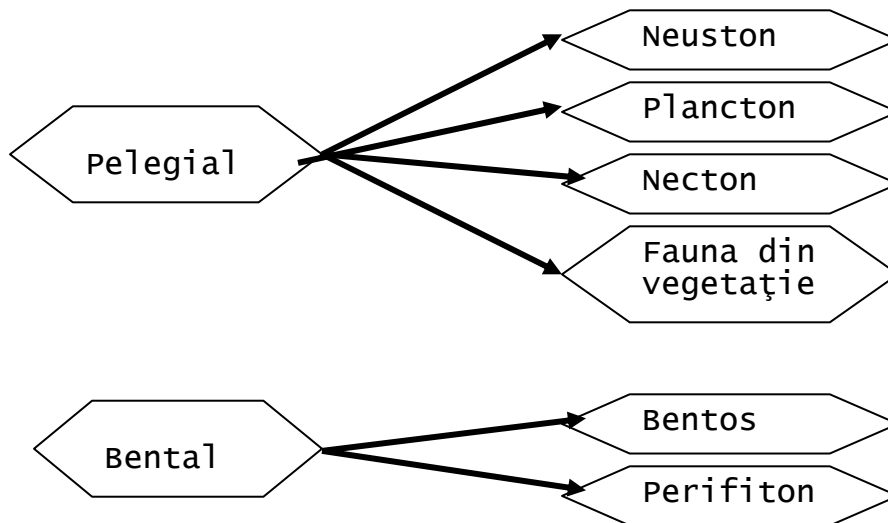
Dintre gazele dizolvate predomină dioxidul de carbon liber, conținutul în oxigen fiind foarte scăzut sub 3 mg O₂/l. În funcție de compoziția mineralogică a zonelor străbătute, unele surse subterane conțin cantități însemnate de fier, mangan, hidrogen sulfurat și sulfuri, compuși ai azotului etc.

5	APA CA MEDIU DE VIATA Factorii biotici ai mediului acvatic
---	---

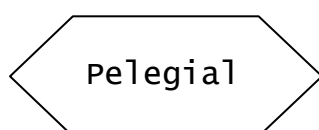
cursul 5: . Principalele biocenoze si cenoze ale mediului acvatic. Biocenoza planctonica - definitie, componente, clasificare, adaptari, dezvoltare in timp si spatiu. (2 ore)

Asociațiilor de organisme acvatice – Biocenoze si cenoze ale mediului acvatic

Principalii biotopi ai ecosistemelor acvatice, reprezentați de masa de apă, ce poartă denumirea de pelagial, și de substrat, ce poartă denumirea de bental, sunt populați de o serie de asociații de organisme, cele întâlnite în masa apei sunt: planctonul, neustonul și fauna din vegetație, iar cele întâlnite pe substrat sunt bentosul și perifitonul.



După locul ocupat în mediul acvatic și după interacțiunile pe care le prezintă cu celelalte asociații de organisme, într-un un lac, cenoze și biocenoze acvatice planctonul, bentosul, neustonul, perifitonul, nectonul, fauna din vegetație pot fi prezentate scematizat ca în figura de mai jos (fig.1).



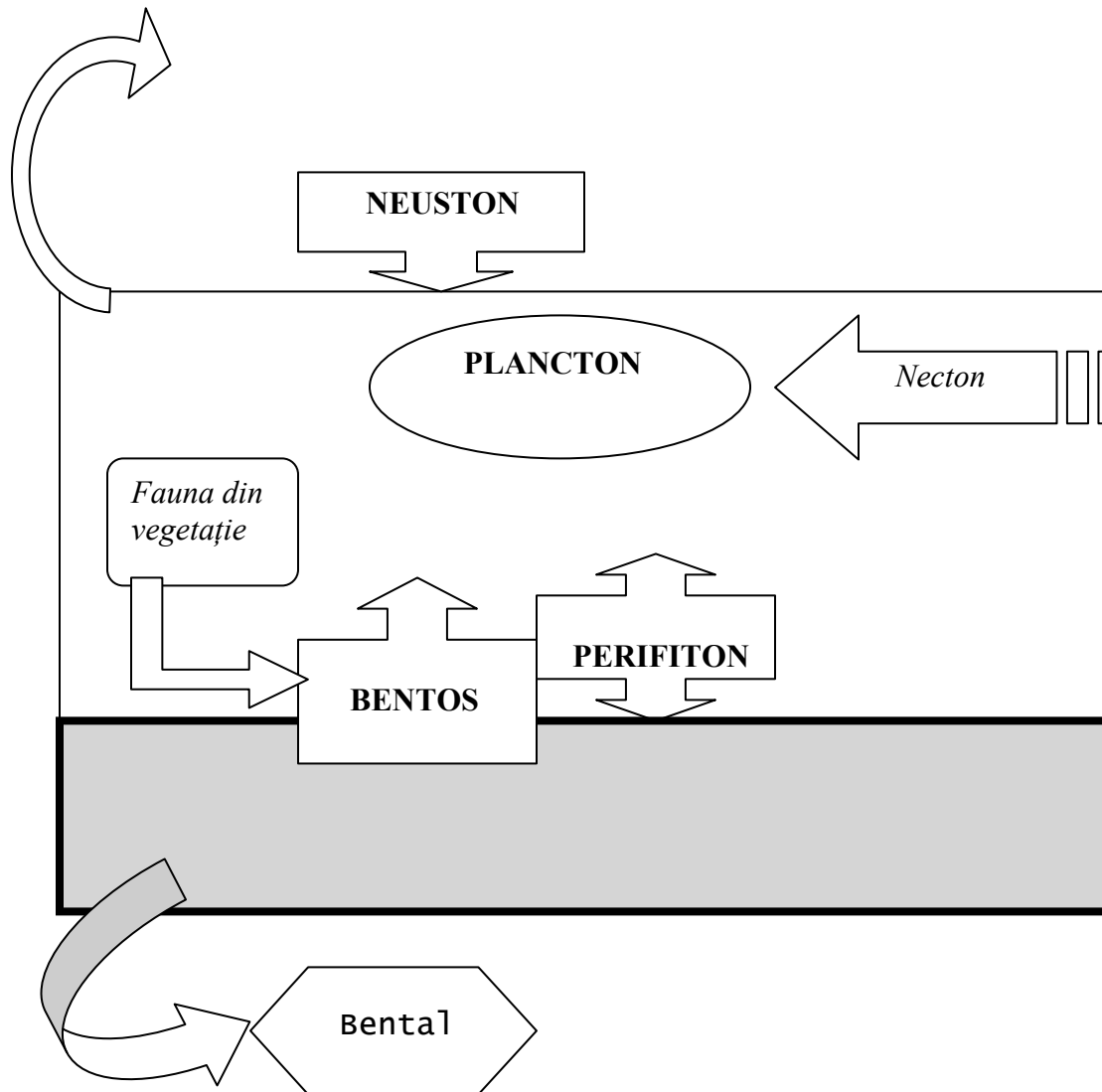


Fig. 1. Biocenozele și cenozele unui lac

Planctonul – reprezintă biocenoza acvatică alcătuită din plante și animale de dimensiuni mici și microscopice ce se găsesc în masa apei, ce au ca trăsătură comună plutirea activă sau pasivă în masa apei, fără a avea capacitatea de a se împotrivi curentului apei. Planctonul are în componență cele trei grupe funcționale specifice unei biocenoze, și anume: fitoplanctonul, zooplanctonul și bacterioplanctonul.

Bentosul - reprezintă biocenoza acvatică alcătuită din plantele și animale ce se găsesc pe substrat, ce au ca trăsătură comună utilizarea substratului ca suport de viață. Bentosul are în componență cele trei grupe funcționale specifice unei biocenoze, și anume: fitobentosul, zoobentosul și bacteriobentosul.

Neustonul - reprezintă biocenoza acvatică alcătuită din plantele și animale ce folosesc ca suport de viață pelicula superficială a apei, ele găsindu-se cantonate la suprafața apei. Neustonul are în

componentă cele trei grupe funcționale specifice unei biocenoze, și anume: fitoneustonul, zooneustonul și bacterioneustonul.

Perifitonul - reprezintă biocenoza acvatică alcătuită din plante și animale de dimensiuni mici și microscopice ce se găsesc fixate pe diferite suporturi din masa apei, cum ar fi bolovani, trunchiuri de copaci, plante, etc. Perifitonul are în componență cele trei grupe funcționale specifice unei biocenoze, și anume: fitoperifitonul zooperifitonul și bacterioperifitonul.

Nectonul - reprezintă cenoza acvatică alcătuită din animale bune înotătoare care pot să înoate împotriva curentului apei pe distanțe mari. Nectonul lacurilor este alcătuit în principal din pești alături de care se mai găsesc reptile, mamifere, păsări unele permanent acvatice altele temporar acvatice.

Fauna din vegetație - reprezintă cenoza acvatică alcătuită din animale care se adăpostesc în zonele cu vegetație submersă și emersă unde găsesc cele mai bune condiții de hrană, reproducere și adăpost. Aceste animale se deplasează pe distanțe scurte, se ascund și se adăpostesc în pajiștile submerse din zonele litorale ale lacurilor.

Biocenoza planctonică

Planctonul cuprinde în general două grupări de organisme:

- Fitoplanctonul – format din alge unicelulare sau care formează colonii mici, este lipsit complet de algele mari pluricelulare precum și de mușchi, ferigi și plante superioare.
- Zooplanctonul – format în majoritate din organisme microscopice precum protozoarele și rotiferii, dar și din organisme care pot fi observate cu ochiul liber precum crustaceii copepozi și cladoceri.

În planctonul lacustru se poate regăsi, întâmplător, următoarele planctonii facultative: viermi turbelieri, larve de efemeroptere, adulți și larve de hemiptere, pupe de chironomide, ouă de efemeroptere și diptere, hidrocarieni, larve de pești, larve de scoici.

Clasificarea planctonului după diferite criterii poate fi următoarea:

După perioada de timp în care se găsește în masa apei planctonul poate fi:

- Permanent sau holoplancton
- Temporar sau meroplancton

După proveniență el poate fi:

- Autoplancton, de proveniență locală sau propriu aceluiași bazin
- Alloplancton, de proveniență străină, venit din alt bazin

După mărime planctonul se împarte în:

- Megaloplancton, de ordinul metrilor
- Macroplancton, de ordinul centimetrilor
- Mezoplancton, de ordinul milimetrilor
- Microplancton, de ordinul peste 50 micrometri
- Nanoplancton, de ordinul sub 50 micrometri

Principala adaptare a plancteriilor la viața în masa apei o constituie capacitatea de plutire, care este determinată pe de o parte de greutatea specifică, care în general este mai mare decât a apei, iar pe de altă parte de densitatea și vâscozitatea apei. Unele planctonii se mențin în stare de plutire datorită mișcărilor proprii, însă cele care nu au astfel de mișcări, plutirea constă în capacitatea de a frâna căderea sau măcar de a o întârzia.

$$\text{viteza de cădere} = \frac{\text{plusul de greutate a corpului față de apă}}{\text{rezistența formei corpului x frecarea interioară}}$$

- plusul de greutate a corpului față de apă – se reduce fie prin micșorarea învelișurilor și formațiunilor scheletice, fie prin secretarea unor substanțe ușoare înăuntrul sau înafara corpului sub formă de învelișuri geletinoase, vacuole gazoase, picături de ulei, hidratarea corpului.
- rezistența formei corpului – trebuie să crească pentru a opune o rezistență cât mai mare la căderea acestuia în apă. Cu cât corpul are o formă mai depărtată de cea sferică, cu cât suprafața lui prezintă prelungiri, sau organismele se asociază în colonii cu suprafețe mai mari, cu atât mai bine se asigură o capacitate de plutire sporită.
- frecarea interioară – trebuie să fie cât mai mare pentru a micșora viteza de cădere, acest factor variază cu temperatura apei, astfel că vara, la o temperatură de 25 °C, un corp cade de două ori mai repede în apă, față de iarna, la o temperatură de 1 °C.

1. Fitoplanctonul

Din punct de vedere calitativ, structura fitoplanctonului evidențiază prezența a 4 grupe taxonomice majore: *Chlorophyta*, *Bacillariophyta*, *Cyanophyta*, *Pyrophyta*. Dintre acestea, primele trei grupe sunt mai frecvente, iar din algele verzi majoritatea aparțin ordinului *Chlorocales*, un ordin central al acestui grup, ai cărui reprezentanți se remarcă printr-o activitate fotosintetică deosebită și joacă un rol important în oxigenarea apei. Între gradul de dezvoltare al fitoplanctonului și producția biologică naturală a unui ecosistem acvatic există o strânsă corelație arătată de mai mulți autori.

Fitoplanctonul, venind în contact cu apa printr-o suprafață mare a corpului, utilizează cel mai eficient din regnul vegetal energia solară, pe care o stochează cu ajutorul cromatoforilor, la nivelul cărora se produce fenomenul de asimilație prin care carbonul din CO este transformat mai întâi în hidrați de carbon și grăsimi și mai apoi în substanțe albuminoide foarte complicate.

Dezvoltarea fitoplanctonului are fie o acțiune inhibitoare, fie stimulatorie asupra productivității generale, cu consecințe asupra productivității piscicole, funcție de compoziția fitoplanctonului, de durata și intensitatea înfloriri.

Compoziția fitoplanctonului unei ape prezintă, de regulă, următoarea succesiune în timp. Primele alge care apar primăvara sunt diatomeele împreună cu flagelele și dinoflagelatele. După ele se succed cloroficeele și diatomeele. Cianoficeele cu cloroficeele se exclud în această succesiune, în momentul când unele din ele au condiții de maximă dezvoltare. Dezvoltarea puternică a cianoficeelor exclude celelalte grupuri de alge, rezistând într-o oarecare măsură numai diatomeele.

Cloroficeele au valoarea trofică cea mai ridicată însă, datorită volumelor celulare reduse, biomasa totală a acestora este deseori depășită de biomasa cianoficeelor, ce prezintă volume celulare mari, însă au valoare trofică redusă. Diatomeele, prezente pe toată perioada vegetativă, având un maxim de dezvoltare la începutul și la sfârșitul perioadelor vegetative, prezintă o valoare trofică medie pentru consumatorii fitoplanctonofagi.

Apariția fitoplanctonului primăvara are loc la temperaturi mai scăzute și înaintea zooplanctonului, stabilindu-se în timp o interdependență în succesiunea acestor asociații. În schimb, succesiunea diferitelor grupe de alge este legată de o mulțime de factori biotici și abiotici.

Din punct de vedere cantitativ, se evidențiază două maxime de dezvoltare a fitoplanctonului, prima maximă în luna iunie-iulie, iar a doua în luna septembrie-octombrie. Principalii indicatori sintetici ai nivelului de dezvoltare al fitoplanctonului sunt:

- chlorofila „a” (mg/m^3);
- biomasa fitoplanctonului (g/m^3);

Nivelul optim de dezvoltare a fitoplanctonului în heleștee pe perioada vegetativă este considerat cel caracteristic pentru starea de eutrofie medie și anume:

- chlorofila „a” $< 50 \text{ mg/m}^3$;
- biomasa fitoplanctonului $< 70 \text{ g/m}^3$;

Dinamica indicatorilor sintetici ai dezvoltării cantitative a fitoplanctonului, se corelează strâns cu dinamica mai multor factori abiotici, cei mai importanți fiind rezerva de nutrienți, prezența macrofitelor, transparența apei, temperatura și intensitatea hrănirii speciilor fitoplanctonofage.

Rezerva de nutrienți, ca principalul factor de control al dezvoltării fitoplanctonului, este cuantificată prin cantitatea de azot (DIN –azot anorganic dizolvat), fosfor (TRP – fosfor reactiv total) și raportul lor gravimetric (DIN : TRP). Nivelul optim de dezvoltare al fitoplanctonului în heleștee, pe perioada vegetativă, este considerat cel caracteristic pentru starea de eutrofie medie din punct de vedere al nutrienților, și anume:

- TRP $< 60 \text{ mg/m}^3$;
- DIN : 800 -1000 mg/m^3
- DIN : TRP > 10

Transparența apei, determinată de volumul, natura și concentrația suspensiilor și emulsiilor minerale și organice, influențează dezvoltarea fitoplanctonului. Într-o apă permenant tulbure dezvoltarea masivă a fitoplanctonului este împiedicată, de aceea pentru combaterea înfloririlor algale se poate proceda la aruncarea unor cantități de pământ prăfuit.

Având în vedere procesul general de eutrofizare a apelor de suprafață, curgătoare și stătătoare, foarte multe ecosisteme acvatice evoluează rapid spre stări de hipertrofie, ceea ce implică o modificare negativă a structurii calitative și a nivelului de dezvoltare a fitoplanctonului, cu implicații negative și asupra zooplanctonului și a celorlalte comunități acvatice.

2. Zooplanctonul

Analiza calitativă a zooplanctonului heleșteelor a pus în evidență, în general, prezența a 4 grupe taxonomice: protozoare, rotiferi, copepede și cladocere. Dintre acestea, în general, cel mai bine reprezentați ca număr de specii și ca număr de indivizi sunt rotiferii ierbivori (*Brachionus diversicolor*, *Asplachna priodonta*, *Polyarthra vulgaris*, *Keratella cochlearis* etc.), urmași de copepode (*Cyclops* sp. etc.) sub formă de adulți, copepodiți, nauplii și, pe ultimul loc ca densități numerice, se găsesc cladocerele (*Daphnia* sp., *Bosmina* sp., *Moina* sp. etc.)

Sucesiunea dezvoltării zooplanctonului este următoarea, primăvara apar mai întâi rotiferii și copepodele, vara se dezvoltă abundent cladocerele, pentru ca la începutul toamnei, când temperaturile sunt mai scăzute să se dezvolte din nou rotiferii și copepodele.

Analiza cantitativă a zooplanctonului apelor stătătoare, în ceea ce privește biomasele corespunzătoare grupelor taxonomice prezente, relevă o altă ordine a acestora, datorită dimensiunilor și greutateților foarte diferite între cele trei grupe. Biomasele cele mai mari sunt înregistrate de cladocere, datorită greutateților individuale mari (*Daphnia magna* – 1420 μg , *Bosmina coregoni*-55 μg , *Alona rectangula* -40 μg , etc), urmate apoi de copepode (*Cyclops strenuus*-200 μg , *Cyclops vernalis* -10 μg etc.) și, cu toate densitățile mari în care se găsesc, rotiferii au biomasele cele mai mici datorita greutateților individuale mici (*Brachionus diversicolor*-3 μg , *Asplanchna fissa*-0,5 μg , *Polyarthra vulgaris*-0,6 μg , *Keratella cochlearis*-0,2 μg , etc.).

Zooplanctonul ierbivor este cea mai reprezentativă categorie de zooplancton, ea posedă anumite dispozitive pentru antrenarea particulelor vegetale. Această grupă de consumatori nu ia izolat, una câte una, particulele vegetale ci printr-un aparat special prin care crează un anumit curent de apă dirijat spre gură. Mișcările de antrenare a hranei servesc totodată și la înot și la respirație. De exemplu, cladocerele efectuează cu ajutorul apendicelor, 200-300 de bătăi pe minut, fapt ce servește atât la antrenarea hranei, cât și la respirație și plutire.

Zooplanctonul carnivor, mai puțin reprezentat, prezintă unele apendice transformate în organe apucătoare, cu care pot apuca particulele nutritive una câte una. Așa fac cladocerele *Polyphemus* sp., *Leptodora* sp., *Bythotrephes* sp. și copepodul *Cyclops* sp. care vânează pe *Diaptomus* sp. care este un copepod ierbivor.

Datele referitoare la structura calitativă și cantitativă a zooplanctonului variază de la un bazin la altul și chiar la același bazin, pentru aceeași perioadă în diferiți ani. Dezvoltarea sezonieră a zooplanctonului este influențată de o serie de factori ambientali, cei mai importanți fiind lumina, temperatura, natura și abundența hranei, intensitatea predatorismului de către consumatorii de ordinul II.

Lumina este un factor care se pare că determină migrația pe verticală a zooplanctonului, care noaptea își face apariția la suprafață, iar ziua se deplasează în straturile mai adânci. În zonele libere de vegetație, puternic iluminate sunt frecvente cladocerele, în timp ce în zonele umbrite și în straturile de fund sunt frecvente copepodele.

Temperaturile scăzute favorizează dezvoltarea copepodelor și rotiferilor, aceștia sunt mai dezvoltați la începutul primăverii și toamna, pe când vara, la temperaturi ridicate abundă cladocerele mari.

O apă bogată în substanță organică solvită sau în suspensie permite o dezvoltare abundentă a zooplanctonului, în special *Daphnidele* sunt cele ce se dezvoltă în ape concentrate în substanță organică. O dezvoltare a algelor albastre este inhibitoare pentru dezvoltarea zooplanctonului, în schimb dezvoltarea de protococele este stimuloare pentru cladocere. În apele puternic înflorite cladocerele se reduc rămânând dominante rotiferele și copepodele. Ca urmare a înfloririlor, numărul cladocerelor mari scade și domină formele mici (*Bosmina*, *Moina*).

Răspândirea planctonului în spațiu și timp

Răspândirea în spațiul lacustru a planctonului este neuniformă existând diferențe între zona de mal (ripal) și cea de centru (profundal), dar și pe verticală în funcție de adâncime. În zona de mal, liberă de vegetația macrofită, planctonul este mai abundent datorită unor forme facultativ planctonice din biocenoza bentonică. Distribuția pe verticală cât și pe orizontală este influențată de fenomenele dinamice din apă (valuri, curenți).

Pe verticală fitoplanctonul coboară până acolo unde încă se mai poate face asimilația clorofiliană, adică până acolo unde cantitatea de substanță organică produsă prin asimilație clorofiliană (fotosinteză) este mai mare decât cea care se consumă prin procesul de dezasimilație (respirație).

Fenomenul de stratificare a planctonului poate fi explicat prin însăși greutatea specifică diferită. Astfel, cianoficeele planctonice urcă la suprafață grație, fie vacuolelor de gaz, fie datorită picăturilor de ulei ce le conțin. În epilimnion, datorită mișcărilor apei (valuri, curenți) mai bine resimțite, fitoplanctonul nu va ajunge niciodată la stratificare. Abia în pătura saltului termic, unde curenții de turbulență sunt mai slabi, există o stratificare pe verticală.

Temperatura este unul din factorii regulatori ai distribuției verticale, grăbind sau încetinind funcția organelor de locomoție, sau în mod indirect mărind sau micșorând densitatea și vâscozitatea apei.

De asemenea, intensitatea și lungimea de undă a razelor luminoase face ca pe verticală să existe o stratificare a algelor funcție de natura pigmentului asimilator. Astfel, la suprafață sunt prezente algele verzi, mai la adâncime algele brune, iar la adâncimile cele mai mari algele roșii. Intensitatea luminoasă scade cu 50% la 1m adâncime, cu 66% la 4,5m adâncime și cu 75% la 100m adâncime. Radiațiile cu lungimea de undă cea mai mare, radiațiile verzi-albastre, sunt cele care ajung la adâncimile cele mai mari, de 400 m, toate celelalte radiații absorbindu-se mult mai sus.

Circulația de primăvară și circulația de toamnă, ca urmare a omogenizării temperaturilor în toată masa de apă a lacului, duce la formarea curenților verticali, care îmbogățesc păturile superficiale cu substanțe nutritive aduse de pe fundul bazinului. Acest fapt determină o dezvoltare explozivă a algelor silicioase, alge crioafite ce au un optim de dezvoltare în perioadele cu temperaturi scăzute, primăvara și toamna înregistrându-se un maxim de dezvoltare algală datorită aportului de nutrienți de pe fundul lacului.

În schimb, în cazul stagnației de vară, substanțele nutritive cum sunt azotații și fosfații dispar aproape complet datorită asimilării foarte intense de către fitoplancton și datorită imposibilității schimburilor de substanțe cu straturile profunde, cu toate temperaturile favorabile, vara nu este o perioadă favorabilă unei dezvoltări abundente a fitoplanctonului.

Zooplanctonul este legat prin hrănire de fitoplancton, deci nu poate coborî mai jos ca acesta. Zooplanctonul urcă la suprafață în amurg și coboară în timpul zilei, deci manifestă un fototropism negativ față de factorul lumină.

Condițiile de apă relativ stagnantă, dintr-un heleșteu, determină o bună dezvoltare a biocenozei planctonice, care apare în perioada de hrănire a peștelui, mai – septembrie, având o evoluție ce prezintă maxime și minime de dezvoltare. Biomasa planctonică este mai mare la heleșteele cu debite mici, ce mențin mai mult caracterul de apă stătătoare.

6	APA CA MEDIU DE VIATA Factorii biotici ai mediului acvatic
---	---

cursul 6: . Factorii biotici ai mediului acvatic. Biocenoza bentonica - definitie, componenti, clasificare, adaptari, dezvoltare in timp si spatiu. (2 ore)

Biocenoza bentonică sau bentosul

Bentosul unei ape este foarte dependent de următorii 2 factori:

- Tipul e substrat, care poate fi: pietros, argilos, nisipos, mîlos, vegetal sau combinații ale acestor tipuri de bază;
- Adâncimea apei care determină prezența sau absența în bentos a plantelor, având deci un bentos fital (cu plante) sau un bentos afital (fără plante).

Ca orice biocenoză și bentosul are în componență două grupări de organisme:

- Fitobentosul
- Zoobentosul

1. Fitobentosul

Luând drept criteriu dimensiunile plantelor, fitobentosul se compune din două mari grupe:

- Macrofitobentosul, compus din plantele de dimensiuni mari, ceea ce permite observarea lor cu ochiul liber, din această grupă făcând parte plantele superioare dar și inferioare care au dimensiuni macroscopice;
- Microfitobentosul, compus din plante de dimensiuni microscopice, din această grupă făcând parte doar plante inferioare, algele și ciupercile.

Macrofitobentosul este o componenta permanentă, dar nu exclusivă a zonei litorale, fixată pe substrat prin radacini sau rizomi puternici și care stăbate, în majoritatea cazurilor, coloana de apă și venind în contact cu atmosfera. Macrovegetația litoralului se eșalonează în spațiu în funcție de adâncimea apei, existnd trei cenoze vegetale cu caracteristici diferite, și anume: flora dură, flora emersă, flora submersă

Flora dură sau flora palustră (de mal) este reprezentată de totalitatea plantelor cu conținut mare de siliciu ce înconjoară heleșteul ca un brâu. Majoritatea au rădăcinile în solul acoperit cu apă de la marginea heleșteului și adesea chiar și porțiunea inferioară a tulpinii se află în apă. Cele mai reprezentative plante ce alcătuies flora dură sunt stuful (*Phragmites communis*), papura (*Typha latifolia*, *Typha angustifolia*) și pipirigul (*Scirpus lacustris*). Stuful este elementul dominant, de unde și numele de stufăriș sau *Phragmitetum* dat acestei cenoze. Alte elemente

care însoțesc flora dură la marginea dinspre uscat sunt: *Carex* (rogozul), *Juncus* (rugina), *Glyceria* (mana apei), *Heleocharis* (țipirigul), *Equisetum* (coada calului).

Flora dură se găsește pe solul permanent umed din apropierea heleșteului și în zona litorală de mică adâncime, sub forma unei centuri vegetale alcătuită din plante elastice, rezistente la acțiunea puternică a vântului, care au un rol de protecție al malurilor față de acțiunea vânturilor și valurilor. În afara rolului de protecție a malurilor, flora dură crează în porțiunile în care se dezvoltă un microclimat favorabil, în verile călduroase sau în zilele cu furtuni foarte multe organisme retregându-se în stufăriile mai răcoroase și mai liniștite.

Dezvoltarea stufului în masive dese, pe lângă faptul că umbrește apa, oprește aerul și căldura să pătrundă în apă. Pe de altă parte, plantele ce alcătuiesc flora dură iau sărurile minerale din apă și nu le mai redau bazinului după terminarea perioadei vegetative, datorită gradului redus de putrescibilitate pe care îl au. Atât frunzele, cât mai ales tulpinile, rădăcinile și rizomii nu se descompun cu ușurință, contribuind la acumularea materialului vegetal care rezultă după fiecare perioadă vegetativă, ceea ce duce la fenomenul de colmatare biologică.

În concluzie, flora dură este improprie unor folosințe piscicole a apelor deoarece ia apei lumina și aerul, solului elementele nutritive, iar peștilor hrana. În plus, oxigenul care rezultă din procesul de fotosinteză este redat atmosferei, necontribuind astfel la îmbogățirea apei iar biomasa vegetală a florei dure este doar în foarte mică măsură utilizată ca hrană de către organismele ierbivore, de asemenea nu este favorabilă depunerii pontelor.

Flora emersă este alcătuită din plante care au contact cu trei medii de viață. Rădăcinile sau rizomii sunt înfipti în substrat, tulpinile și o parte din frunze sunt acvatice, iar inflorescențele și o parte din tulpină și frunze sunt aeriene. Flora emersă se găsește în zonele de mică adâncime, și după prezența sau absența tulpinii aeriene există două tipuri de floră emersă, *floră emersă cu frunze aeriene*, un exemplu este săgeata apei *Sagittaria sagittifolia*, iar al doilea tip este *floră emersă cu frunze plutitoare*, un exemplu este nufărul alb *Nymphaea alba*.

Flora emersă are un aport pozitiv în circuitul materiei și energiei dintr-un heleșteu prin faptul că frunzele emerse îmbogățesc apa în oxigen iar după perioada vegetativă materia vegetală moartă se descompune redând bazinului substanțele minerale asimilate. Frunzele și tulpinile acvatice constituie locuri favorabile pentru dezvoltarea perifitonului și de asemenea sunt locuri favorabile pentru reproducerea, hranirea și adăpostul diferiților hidrobionți, în special pentru puietul de pește. Biomasa vegetală a florei emerse este utilizată în mică parte ca hrană de către organismele ierbivore.

Dezvoltarea excesivă a florei emerse, în special a celei cu frunze plutitoare, care poate duce la acoperirea suprafața apei cu un covor vegetal gros, are multiple efecte negative asupra lacului deoarece împiedică pătrunderea în apă a luminii, căldurii, oxigenului, fapt care determină prezența sub covorul vegetal a unor ape întunecate, reci, lipsite de oxigen și viciate de gaze toxice, deci a unor ape neproductive.

Flora submersă sau flora moale este reprezentată de totalitatea plantelor ce au toate părțile corpului în apă. Această cenoză se instalează în porțiunile mai adânci, dezvoltând pe fundurile măloase sau nisipoase adevărate pajiști subacvatice. Flora submersă este alcătuită atât din plante superioare cât și din alge macroscopice din genul *Chara*, *Cladophora*, *Spirogira*, etc.

Flora submersă se mai numește și floră moale deoarece se descompune în totalitate mult mai repede și mult mai complet față de restul macrofitelor acvatice, ceea ce determină restituirea substanțelor nutritive mълului și apei, fapt pozitiv ce permite continuarea ciclurilor bio-geo-chimice. Flora submersă este o importantă sursă de oxigen pentru apa lacului, deoarece tot oxigenul produs în procesul de fotosinteză este redat apei. Flora submersă constituie pentru alți hidrobionți un cadru de viață viu (biotop biotic) unde se instalează o faună bogată și variată ce constituie o cenoză specifică lacului, numită fauna din vegetație. Aici, fauna din vegetație găsește

condiții optime pentru satisfacerea necesităților privind adăpostirea, hrănirea, reproducerea. Și unele specii de pești găsesc aici locuri favorabile de hrănire, reproducere, adăpost.

Dezvoltarea excesivă a florei submerse duce la fenomenul de „îmburuienare a apei”, care la fel ca și fenomenul de „înflorire a apei” duce la dezechilibrarea structurii calitative și cantitative a biocenozelor, la apariția unor condiții de viață improprii organismelor acvatice. În cantități mari, flora submersă împiedică desfășurarea normală a vieții acvatice prin consumarea sărurilor minerale și inhibarea dezvoltării fitoplanctonului, care constituie pentru un lac principala verigă trofică, care stă la baza celor mai multe lanțuri trofice dintr-un lac.

Vegetația acvatică submersă, datorită rolului pe care îl are în îmbogățirea apei în oxigen, datorită aportului trofic pe care îl aduce adăpostind o faună valoroasă din punct de vedere trofic este benefică într-un heleșteu, dacă nu se depășește un anumit grad de dezvoltare (2 kg/m² greutate proaspătă și suprafața invadată de 25-30% din suprafața heleșteului).

Microfitobentosul este format din totalitatea organismelor vegetale unicelulare, coloniale și pluricelulare de dimensiuni microscopice care trăiesc pe fundurile măloase, nisipoase din zonele litorale bine luminate ale lacurilor. Pe suprafața mălurilor și pe o mică grosime din el, în zonele unde lipsesc macrofitele dar și între rădăcinile macrofitelor se găsesc numeroase specii de alge microscopice. Ele populează întins mălurile bine luminate ale litoralului. În zonele cu apă liniștită și luminată ale litoralului, microfitobentosul are un aspect de catifea, ca urmare a dezvoltării intense și netulburate a populațiilor de alge.

Dintre toate grupele de alge, domină diatomeele, atât din punct de vedere calitativ, având cele mai multe specii, cât și din punct de vedere cantitativ, având cel mai mare număr de indivizi. Prin activitatea lor, algele din sedimente contribuie la creșterea productivității biologice a lacului, atât direct constituind o parte din hrana organismelor bentofage, cât și indirect prin oxigenarea mălurilor creând un mediu propice de desfășurare a activității de descompunere bacteriană.

Fitobentosul unui ecosistem acvatic este, în general, bine reprezentat în zona litorală și lipsește complet în zona profundală. Prezența excesivă a macrofitobentosului într-un ecosistem acvatic constituie un factor negativ, împiedicând dezvoltarea fitoplanctonului care, reprezintă veriga primară de la care pornesc cele mai multe lanțuri trofice, ce au ca producție finală peștele. Dezvoltarea macrofitelor, în dauna fitoplanctonului și a celorlalte nivele trofice, respectiv zooplanctonul și zoobentosul, determină o dinamică nefavorabilă a regimului gazos, caracterizată prin variații mari între zi și noapte, stări deficitare în timpul nopții, lipsa oxigenului în procesele de descompunere.

2. Zoobentosul

Structura zoobentosului este foarte variabilă ea depinzând de o serie de factori, cum ar fi:

- tipul de substrat, care variază de la un mal ala altul, dar mai ales se modifică odată cu adâncimea, astfel că în zona de mal predomină substratul nisipos – argilos, iar în zona adâncime predomină substratul nisipo-mâlos și mâlos.
- adâncimea apei crează doi biotopi ce oferă condiții diferite de viață, și anume zona de mal și zona de adânc. În zona de mal bentalul este populat de organisme fotofile, oxifile, filtratoare, pe când în zona de adânc bentalul este populat de organisme fotofobe, stenooxifile, detritivore.
- anotimp, condiții climatice și hidrologice.
- prezența vegetației macrofite.

Clasificarea zoobentosului se poate face după mai multe criterii, cum ar fi:

- poziția pe care o ocupă față de substrat, existând organisme epibentonice, care se poziționează la suprafața substratului și organisme hipobentonice, care se găsesc în totalitate sau parțial în grosimea substratului.
- modul de hranire, existând organisme cu hrănire activă, de tipul prdători și organisme cu hrănire pasivă, de tipul filtratori, răzuitori, detritivori.

Importanța zoobentosului rezultă ca urmare a unor funcții pe care aceste organisme le au, cum ar fi:

- sursă de hrană pentru organismele bentofage;
- formatori ai humusului;
- curățitori ai apelor poluate biologic cu bacterii, alge, protozoare.

Grupele zoobentonice cele mai frecvent întâlnite în heeleștee sunt: viermii oligocheți (*Tubifex sp.*), și larvele de diptere (*Chironomus sp.*). Alături de acestea se întâlnesc și alte grupe reprezentate de gasteropode (*Planorbis sp.*, *Lymnaea sp.*, *Valvata sp.*, *Fagotia sp.*, *Bythynia sp.*), lamelibranhiate (*Dreissena sp.*, *Monodacna sp.*, *Anodonta sp.*) și crustacei filipozi (*Apus sp.*, *Cyzicus sp.*, *Streptocephalus sp.*)

Pentru fauna de fund, succesiunea apariției este următoarea: oligochetele sunt cele care preced apariția larvelor de insecte, fără a influența această apariție. Zoobentosul are dezvoltarea maximă pe perioada de vară. Însă, primăvara, până la dezvoltarea abundentă a planctonului și a vegetației, zoobentosul, care iernează în nămol, joacă un rol important ca resursă de hrană, la fel și spre toamnă, când planctonul este limitat, fauna de fund începe din nou să joace un rol important ca resursă de hrană.

7	<p>APA CA MEDIU DE VIATA</p> <p>Factorii biotici ai mediului acvatic</p>
---	--

cursul 7: . Factorii biotici ai mediului acvatic.

Biocenoza neustonica si perifitica - definitie, componenti, clasificare, adaptari, dezvoltare in timp si spatiu.

Cenozele mediului acvatic: fauna din vegetatie si nectonul.

Biocenoza neustonica

Neustonul reprezintă biocenoza alcătuită din totalitatea organismelor vegetale și animale ce se găsesc la suprafața apei și folosesc drept suport de viață pelicula superficială a apei.

Se cunoaște faptul că, datorită tensiunii superficiale foarte mari a apei, moleculele de apă din zona de contact cu aerul se leagă mai strâns între ele sub forma unei rețele extrem de dese. Se formează astfel o membrană de grosimea unei molecule, membrană ce prezintă o anumită rezistență și elasticitate, astfel încât poate fi folosit ca suport de viață pentru biocenoza neustonică.

După perioada de timp pe care organismele o petrec pe acest suport există organisme permanent neustonice, ce sunt legate pe toată durata de viață de pelicula superficială a apei și organisme facultativ neustonice, vin la suprafața apei în anumite etape ale vieții sau în anumite perioade.

După poziția pe care neustonul o are față de pelicula superficială a apei se împarte în două mari grupe:

- Epineuston – reprezintă totalitatea organismelor vegetale și animale care trăiesc pe partea superioară a peliculei superficiale a apei, având corpul în aer. Plantele superioare din epineuston, sunt cunoscute sub denumirea generică de pleuston. La suprafața apei alături de pleuston se pot întâlni câteva de animale cu adapări specifice plutirii pe suprafața peliculei superficiale a apei.
- Hiponeuston – reprezintă totalitatea organismelor vegetale și animale care trăiesc pe partea inferioară a peliculei superficiale a apei, având corpul în apă. Organismele vegetale din hiponeuston sunt reprezentate de câteva alge capabile să se prindă de pelicula superficială a apei, dezvoltarea lor fiind posibilă doar în apele liniștite. Organismele animale din hiponeuston sunt în cea mai mare parte din categoria organismelor facultativ neustonice

Biocenoza perifitică sau perifitonul

Perifitonul reprezintă biocenoza alcătuită din totalitatea organismelor vegetale și animale de dimensiuni microscopice ce se găsesc fixate pe diferite corpuri submerse, pietre, bolovani, tije și frunzele plantelor acvatice, etc. (peri = în jur; fito = plantă). Perifitonul mai poartă denumirea și de *biotecton* sau de *biodermă vegetală* și are un aspect macroscopic de mazăgă verde, catifelată ce acoperă corpurile submerse.

În ecosistemele acvatice curgătoare, în special în râurile mai rezezi, perifitonul se instalează pe pietre, bolovani, în schimb în ecosistemele acvatice stătătoare se instalează pe plantele submerse sau pe părțile submerse ale plantelor acvatice.

În zona de mal, plantele acvatice constituie un cadru de viață viu pe care se dezvoltă bine o mulțime de viețuitoare microscopice, condițiile de mediu de aici fiind deosebit de propice, și anume temperaturi ridicate, oxigenare bună.

Perifitonul prezintă două componente:

- *epifitele* sau algele din perifiton, ce alcătuiesc acel înveliș subțire, catifelat ce acoperă corpurile submerse. Epifitele au un maxim de dezvoltare la adâncimea de 10-40 cm, iar structura calitativă variază cu anotimpul. Astfel, primăvara devreme se dezvoltă bine algele silicioase (*Synedra*, *Fragilaria*, *Gomphonema*, etc) pentru ca la sfârșitul primăverii o dezvoltare maximă o au algele verzi filamentoase *Mougeotia*, *Spirogira*. Vara se întâlnesc algele verzi din genul *Oedogonium*, cianoficelul *Rivularia*, diatomeele *Amphora*, *Cocconeis*, etc. Toamna, din nou diatomeele din perifiton ating un maxim de dezvoltare. Majoritatea epifitelor sunt forme fixate ce se prind de substrat prin diferite formațiuni cum ar fi rizoizi, mase cleioase, formațiuni gelatinoase, etc. Există și unele epifite libere, nefixate care sunt imobile, ele trăind printre algele mai mari fixate sau în culele plantelor submerse, de ex.: *Pediastrum*, *Scenedesmus*, *Melosira*, etc. Alte epifite sunt mobile mișcându-se prin târâre precum *Pinularia*, *Navicula*, etc., iar altele precum *Euglena*, *Phacus* se ridică în masa apei prin mișcările vioaie pe care le execută.
- *epizoele* sau animalele din perifiton, reprezentate de animale microscopice, în special protozoare, viermi rotifei, nematozi, larve de chironomide, care folosesc corpurile submerse fie pentru fixare, fie pentru deplasare, fie pentru hrănire existând astfel:
 - forme fixate – de ex.: infuzorii coloniali, *Vorticella*, *Carchesium*, *Stentor* infuzorii sugători *Tokophrya*, rotiferii *Floscularia*, *Coloteca*,
 - forme mobile – de ex.: protozoarele rizopode *Amoeba*, *Arcella*, *Difflugia*, celenteratul *Hydra viridis*, ciliatele *Stylonichia*,
 - forme plutitoare – de ex.: ciliatele *Paramecium*, *Choturnia*, etc.

Structura calitativă și cantitativă a epifitelor depinde, în primul rând, de tipul substratului (specia de macrofită și organul vegetativ ales pentru fixare) și apoi, ca și la fitoplancton, de rezerva de nutrienți, transparența apei, temperatură și intensitatea hrănirii consumatorilor.

Tulpinile și frunzele constituie suportul cel mai bun. Dintre plantele submerse cele mai acoperite sunt speciile genurilor *Myriophyllum* și *Potamogeton*, iar cel mai puțin acoperite sunt speciile genurilor *Ceratophyllum* și *Stratiotes*.

Perifitonul prezintă o importanță trofică deosebită pentru fauna din vegetație și de asemenea pentru puietul diferitelor specii de pești care găsesc în perifiton o hrană ușor accesibilă, de dimensiuni mici, bogată în elemente nutritive.

Cenoza fauna din vegetație

Heleșteele invadate de vegetație macrofită adăpostesc o faună mult mai diversificată față de heleșteele libere de vegetație. Structura calitativă și cantitativă a faunei din vegetație este influențată în primul rând de compoziția și răspândirea vegetației macrofite și de natura relațiilor trofice ce se stabilesc în heleșteu.

Sucesiunea dezvoltării acestei cenoze este legată de stadiul de dezvoltare al plantelor. Astfel, în perioada de dezvoltare a plantelor acvatice, în zonele cu vegetație apare un număr mare de crustacei și mici larve de insecte, iar când plantele s-au ofilit și încep să se descompună apar larvele verzi ale chironomidelor.

Foarte multe specii ce se adăpostesc în vegetație constituie forme prădatoare, dăunătoare pentru ihtiofaună. Cele mai nedorite grupe întâlnite în zonele cu vegetație submersă, plutitoare și emersă sunt insectele heteroptere (*Nepa*, *Notonecta*, *Corixa*, etc), insectele odonate (*Aeschna*, etc), insecte coleoptere (*Hydrous*, *Dytiscus*, *Cybister*), amfibienii (*Rana esculenta*), reptilele (*Natrix sp.*)

Fauna din vegetație, ce prezintă potențial trofic, este reprezentată de o serie de viermi oligocheți (*Stylaria lacustris*, *Ripites sp.*, *Dero sp.*), viermi turbelieri (*Planaria sp.*, *Dendrocoelum sp.*), viermi nematozi (*Dorilaimus sp.*, *Alaimus sp.*, *Rabdites sp.*), viermi anelizi (*Glossiphonia sp.*, *Helobdella sp.*, *Herpobdella sp.*), și gasteropode mărunte (*Acrolaxus sp.*, *Tropidiscus sp.*, *Annisus sp.*, etc).

Cenoza nectonica

Este reprezentată de organisme bune inotătoare în masa apei. Nectonul este alcătuit numai din animale (pești, mamifere, reptile, cefalopode, celenterate, pasări) unele din ele permanent acvatice (pești, mamifere, reptile, cefalopode, celenterate), altele din ele temporar acvatice (mamifere, reptile, pasări).

Nectonul efectuează deplasări active în masa apei, parcurgând distanțe mai mult sau mai puțin însemnate în căutarea hranei, a locurilor de reproducere, de iernat, etc.

8	ECOSISTEMELE ACVATICE
----------	------------------------------

cursul 8. Ecosistemele acvatice – generalități.

În bazinele acvatice, ca de altfel peste tot în natură, materia vie și nevie este organizată în sisteme deschise, caracterizate printr-un schimb permanent de materie și energie cu mediul înconjurător. După Odum (1959) ecosistemul este un astfel de sistem biologic care prezintă un înalt nivel de integrare a materiei și energiei într-o unitate funcțională alcătuită din doi componenți: unul anorganic, biotopul și altul organic, biocenoza, fiecare component funcționând pe baza informației primite de la celălalt.

Biotopul, ca sistem anorganic, tinde spre dezorganizarea biocenozei și realizarea unui echilibru termodinamic în ecosistem, pe când biocenoza manifestă o tendință contrară, de realizare a unei structuri relativ stabile. Interacțiunea substanței vii cu mediul înconjurător evoluează spre un nivel maxim al fluxului energetic, care menține starea staționară și permite evoluția sistemului.

Cea mai însemnată proprietate a sistemelor deschise este integralitatea. Un sistem este mai mult decât suma aritmetică a părților componente, iar însușirile sale reprezintă mai mult decât suma însușirilor acestora. Integralitatea este un rezultat al interacțiunii, al diferențierii structurale și funcționale a părților componente ale sistemului. Cu cât diferențierea părților componente este mai mare, cu atât dependența dintre ele, numărul de canale informaționale crește și, în consecință, se mărește și gradul de integralitate a sistemului.

Ecosistemele acvatice diferă foarte mult între ele, având grade diferite de integralitate. *Mările și oceanele*, sisteme puternic diferențiate structural și funcțional, *posedă cel mai înalt grad de integralitate, lacurile mari au o integralitate mai ridicată decât cele mici și decât bălțile*, iar apele stătătoare au, în general, un grad mai mare de integralitate decât cele curgătoare.

Integralitatea unui ecosistem acvatic variază în timp, putând fi modificată de către om. Astfel, bazinele impurificate au o integralitate mai mică decât cele curate, cu atât mai mică cu cât impurificarea este mai puternică.

Apele interioare alcătuiesc ecosisteme mai mult sau mai puțin izolate, având condiții chimice și biologice foarte variate. Fiind relativ mici, ele sunt mai puternic influențate de factorii geoclimatici, deci sunt mai puțin stabile. Se poate spune că fiecare reprezintă o individualitate cu o evoluție proprie.

Biocenoza mediului acvatic natural este reprezentată de totalitatea organismelor vii ce trăiesc în apă. Raportul dintre biomasă și numărul de reprezentanți ai hidrobiocenozei este determinat de fluxurile de substanțe și energie din procesele de producție-distrucție. Orice celulă vie sau

ecosistem are nevoie de un aflux de energie liberă din afară pentru întreținerea proceselor vitale. La scară globală, pentru biosferă, acest aflux se înfăptuiește în întregime pe seama procesului de fotosinteză. Sursele locale de energie liberă se pot prezenta sub formă de resurse alimentare.

Pentru un sistem de tip deschis, starea staționară, în care se egalează vitezele de formare și de dispariție a unor componente chimice sau biologice, se stabilește după aportul de substanțe și energie. Pentru un ecosistem, timpul de stabilire a stării staționare se apreciază prin “longevivii” acestuia - componenții cu cea mai mare longevitate la nivelul altor varietăți.

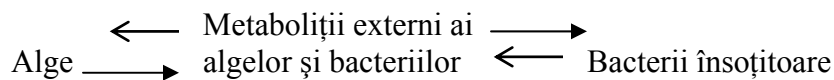
Transmiterea substanței între subsistemele biologice ale întregului ecosistem, când unele specii de organisme servesc ca sursă de hrană pentru altele, determină noțiunea de lanț trofic sau nivel trofic. Nivelul trofic inferior îl ocupă organismele autotrofe care sintetizează substanțele organice din componenții minerali ai mediului. La acest nivel trofic se realizează producția primară a substanței. Energia liberă formată trece prin lanțul trofic până la nivelul superior folosind la menținerea proceselor vitale.

În ecosistemele acvatice, nivelul trofic inferior îl ocupă în special algele. Se disting algele microscopice, care se găsesc în apă în stare suspendată (fitoplanctonul) și algele macroscopice, care se găsesc de obicei pe fundul marilor și oceanelor (macroalge bentonice). Alături de alge, producătorii primari sunt reprezentați de plantele superioare (macrofite) care se găsesc în special pe fundul ecosistemelor acvatice, dar și în alte zone (masa apei, suprafața apei).

Din punct de vedere al schimbului de substanțe cu componenta abiotică a ecosistemului acvatic cea mai mare însemnătate o au algele planctonice și bacteriile. Algele sunt componenți obligatorii ai ecosistemelor acvatice. Există peste 30 mii de specii de alge. Durata vieții celulei de algă este de câteva ore. Algele influențează puternic calitatea apelor naturale și participă la procesele de autoepurare și autopoluare a mediului acvatic.

Din gama largă de substanțe organice dizolvate (SOD) un loc deosebit îl ocupă aminoacizii, hidrații de carbon, acizii organici și alcoolii care participă la procesele de schimb din celulele algelor. Aceasta demonstrează existența echilibrului dinamic dintre compoziția chimică a mediilor interne și externe din algocenozele naturale. Deși SOD se produc în cantitate mare, aceste substanțe se întîlnesc în mediul acvatic, mai cu seamă în timpul verii, în concentrații foarte mici. concentrația staționară mică a SOD este legată de implicarea substanțelor organice formate în aprovizionarea următorului nivel trofic, reprezentat de către bacteriile heterotrofe.

Între alge și bacterii există o legătură simbiotică:



Algele elimină în mediul exterior substanțe organice și absorb componenți minerali și CO₂. Bacteriile mineralizează substanțele organice aprovizionând veriga inferioară de producție cu elemente biogene și CO₂. Schimbul de substanțe în ecosistemele acvatice cu participarea metaboliților organici și anorganici eliminați în apă de către unele organisme și folosiți de altele constituie baza metabolismului ecologic.

Studierea compoziției substanțelor organice din ecosistemele experimentale “alge monocelulare - bacterii însoțitoare” a dus la descoperirea unei asemănări uimitoare între raportul principalelor

clase moleculare de SOD pentru diferite culturi. Mai mult decât atât, acest raport s-a dovedit a fi aproape de corelația acelorași componente din apa de mare. Faptul respectiv arată că în comunitățile algelor și bacteriilor însoțitoare au loc procese biochimice de același tip, care duc la formarea acelorași grupe principale de metaboliți ce alcătuiesc "mediul interior" al comunităților.

Trebuie menționat că această "trusă" de metaboliți organici este asemănătoare, după funcțiile sale, cu "trusa" de substanțe organice din sânge. Este evident că atât în organismele animale cât și la nivelul celor mai simple comunități de organisme acvatice există un mecanism de reglare care menține o oarecare permanență optimă a mediului de viață (hemostaza). Exprimându-ne plastic, apa naturală este sângele ecosistemului acvatic și este privită ca un organism unic cu celule spațial împărțite.

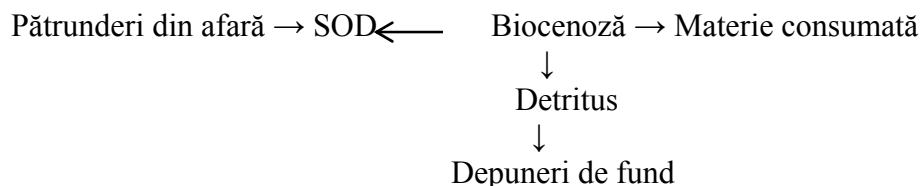
Deși durata vieții bacteriilor este de circa o oră, biomasa bacterioplanctonului din apele naturale nu crește ci oscilează în jurul unui anumit nivel determinat de tipul trofic al bazinului acvatic, funcție de mărimea producției primare de SOD.

Numărul de celule bacteriene din apele dulci este de 1-30 milioane/cm³, ceea ce este de zeci de mii de ori mai puțin decât în sol sau în depunerile de fund. Deoarece mărimea celulelor bacteriene este mică, distribuția bacterioplanctonului ce se deplasează liber prin apele râurilor și prin lacurile de acumulare este practic uniformă. În mediul acvatic, bacteriile se găsesc în special în stare imobilizată - sunt adsorbite pe particule și pe suprafața algelor. Înmulțirea bacteriilor depinde de temperatură: ele se înmulțesc foarte încet la temperaturi mai mici de 283 K, până la 291 K temperatura limitează creșterea numărului de bacterii iar mai sus de 291 K înmulțirea bacteriilor nu depinde practic de temperatură.

Moartea naturală a bacteriilor nu joacă de obicei un rol hotărâtor în reglarea numărului lor. Bacteriile sunt mâncate în special de către zooplanctonul filtrator pentru care ele sunt sursa principală de hrană. Filtratorii folosesc până la 10 milioane cel./ml în 24 ore. În afară de aceasta, bacteriile reprezintă componentul hrănitor principal al detritului - resturile organice ale materiei moarte. Particulele detritului alcătuiesc alimentul principal al zooplanctonului vegetal omnivor. Ele servesc drept centru de localizare a bacteriilor care ajung la 1% din greutatea detritului. Numărul unor astfel de particule în apa de mare se ridică până la 100 buc./l.

Practic, bacteriile prelucrează substanța organică formată în procesul fotosintezei până la forma accesibilă pentru filtratori. Filtratorii cum ar fi dafniile filtrează până la 1 ml/ex într-o oră sau până la 100 ml/h/mg masă brută. Animalele acvatice formează lanțul lor trofic bazat pe utilizarea hranei solide capturată după principiul animalului de pradă - jertfa. Cu cât organismul se află mai sus pe scara evoluției, cu atât sunt mai mari dimensiunile lui, schimbul de substanțe este închis în limitele mediului interior, intensitatea specifică a schimbului cu mediul exterior este cu atât mai mică și folosește într-o măsură mai mare hrana "gata" (alte organisme sau substanțe organice moarte).

Dintre organismele acvatice, cel mai important rol în transformarea SOD din apele naturale îl au formele mici și foarte mici. Deopotrivă cu bacterioplanctonul, la transformarea SOD participă și unele feluri de microalge cu așa numitul tip de alimentare microtrofic. Contribuția altor forme ale biotei acvatice la distrucția SOD este de 20%. Schema generală a circuitului SOD în bazinul acvatic poate fi prezentată în felul următor:



Substanța organică în suspensie, inclusiv detritusul, reprezintă circa 10% din cantitatea de SOD. Masa totală a tuturor organismelor vii este cu aproximativ un ordin de mărime mai mică decât masa substanțelor organice.

Ecosistemele acvatice – particularitati.

Ecosistemul acvatic, alcatuit din biotopi și biocenozele caracteristice, formează un ansamblu integrat, în permanentă interacțiune și care realizează o anumită producție biologică.

Biotopul este definit ca acea porțiune a mediului (acvatic sau terestru), care prezintă anumite condiții de viață, relativ uniforme, pentru viețuitoarele care-l populează. Ecosistemele acvatice indiferent de dimensiunea și caracteristicile lor (ecosisteme marine, dulcicole, stagnante, curgătoare, naturale, artificiale) au doi mari biotopi:

- Masa apei sau pelagialul
- Substratul sau bentalul

Biocenoza este definită ca un ansamblu de populații, mai mult sau mai puțin diferențiate specific, ce ocupă un anumit spațiu din cei doi biotopi, și a căror interacțiune cu mediul abiotic și între elementele ce compun biocenoza determină realizarea circuitului de substanță și energie. După rolul pe care organismele, îl au la realizarea fluxului de materie și energie, se deosebesc într-o biocenoză trei grupe funcționale:

- Producătorii – sunt organisme capabile să producă substanțe organice pornind de la substanțe anorganice, prin utilizarea unei surse de energie nebiologică. Substanța organică produsă de producători se numește producție primară. Aceste organisme, denumite producători primari sunt reprezentate de următoarele grupe de organisme:
 - Plante verzi care utilizează energia radiantă a soarelui pe care o transformă în energia legăturilor chimice din substanțele organice,
 - Bacterii fotosintetizante (*Thiorhodaceae* și *Ahtiorhodaceae*) care sunt capabile de fotosinteză datorită pigmentilor purpurii (bacteriopurpurina și bacterioclorina) care le conferă o culoare roșie violacee,
 - Bacterii chemosintetizante care folosesc energia chimică a diferitelor reacții de oxidare pentru sinteza substanțelor organice.
- Consumatorii – sunt organisme animale care nu sunt capabile să-și sintetizeze singure substanța organică. Ei produc substanță organică proprie pornind de la alte substanțe organice preexistente. Consumatorii sunt de mai multe categorii: erbivori și carnivori. Substanța organică produsă de consumatori se numește producție secundară.
- Descompunătorii sau reducătorii – sunt reprezentați de bacterii și ciuperci, al căror rol esențial este descoperirea resturilor organice provenite de la plantele și animalele unei biocenoze. Descompunerea se desfășoară treptat prin intervenția succesivă a diferitelor grupe de microorganisme al căror ultim efect este mineralizarea substanțelor organice și reintrarea substanțelor minerale în circuitul trofic.

Ecosistemele acvatice, cu toată diversitatea lor geomorfologică și compexitatea biocenozelor care le populează, sunt niște sisteme ecologice cu anumite trăsături caracteristice, care le deosebesc în oarecare măsură de ecosistemele terestre, astfel:

- *Mediul acvatic este mai complex din punct de vedere fizico-chimic decât cel terestru.* Apele naturale sunt soluții de săruri și gaze în proporții ce diferă în funcție de categoria bazinului respectiv, bazine cu ape dulci, salmastre și sărate. În același bazin, concentrația diferitelor substanțe poate varia atât în spațiu, în suprafață și în adâncime, cât și în timp, în funcție de anumite condiții. *Aerul, dimpotrivă are o compoziție mai stabilă și relativ uniformă pe toată suprafața globului.*
- Oxigenul există în aer în proporție de 150 mg/l, iar în apă proporția este de 9,09mg/l la 20°C. Dacă în aer această proporție se schimbă foarte puțin în funcție de latitudine și altitudine, *în apă solubilitatea oxigenului variază mult cu temperatura, cu concentrația în săruri a apei, cu cantitatea de substanțe organice, cu adâncimea, etc.* Biocenozele acvatice și populațiile componente își desfășoară în mod frecvent viața în condiții mai mult sau mai puțin deficitare în oxigen, față de mediul terestru, unde practic oxigenul nu reprezintă o problemă pentru organismele terestre.
- O trăsătură distinctă a biocenozelor acvatice o constituie stratificația lor verticală. Această stratificație este cu atât mai evidentă cu cât pelagialul este mai adânc. Există mai multe zone verticale ale pelagialului funcție de diferite criterii.
- În biocenozele acvatice datorită faptului ca produșii de metabolism eliminați în mediul extern intră în contact cu alți indivizi și cu alte specii, relațiile intraspecifice și interspecifice sunt foarte importante. Mediul acvatic conține cele mai diferite produse rezultate din metabolismul hidrobionților, care pot avea fie influență stimulatorie, fie inhibitoare sau chiar letală asupra altor specii, sau uneori chiar asupra indivizilor ce le-au produs.
- *Organismele acvatice au o mai mare diversitate taxonomică decât cele terestre,* dominând cele cu structură morfo-fiziologică mai simplă, ceea ce face ca influența condițiilor de mediu să fie mai puternic resimțită.
- Dimensiunea microscopică a principalilor producători primari (a algelor) face ca biomasa fitoplanctonului să fie mult mai mică față de producția anuală pe de o parte și foarte mică față de biomasa consumatorilor.
 - Astfel, biomasa brută a fitoplanctonului din Oceanul Mondial este de aproximativ $0,9 \times 10^9$ tone în timp ce producția de substanță organică ajunge la $4,3 \cdot 10^{11}$ t/an. Diferența mare dintre producția anuală a fitoplanctonului și biomasa lui la un moment dat arată nivelul ridicat al metabolismului lor și demonstrează eficacitatea participării microalgelor la circuitul substanțelor în interiorul bazinelor acvatice.
 - Astfel, biomasa animalelor ce populează Oceanul Planetar este de cca. 32 miliarde tone iar biomasa plantelor ce populează Oceanul Planetar este de cca. 1,7 miliarde tone, adică de 19 ori mai mică. În ecosistemele terestre biomasa producătorilor (plantelor) este de cca. 1000 ori mai mare față de biomasa consumatorilor. În ecosistemele acvatice, pe baza unei unități de fitomasă, reprezentată de alge își pot duce existența o zoomasă mult mai însemnată de consumatori, comparativ cu ecosistemele terestre. Această disproporție este posibilă datorită faptului că algele ce formează în principal producătorii au o reproducere rapidă, producția anuală fiind cca. 19 ori mai mare față de biomasa de la un moment dat. Pe de altă parte, algele microscopice se folosesc integral în hrana consumatorilor, pe când vegetația terestră, mai cu seamă cea lemnoasă, poate fi utilizată de consumatori doar într-o mică măsură.

9	ECOSISTEME ACVATICE
----------	----------------------------

cursul 9 (15):. Apele curgătoare. (clasificarea apelor curgătoare, factorii fizico-chimici determinanți și evoluția lor amonte-aval)

Apele curgătoare sunt sisteme ecologice deschise la ambele capete, în care fluxul de materie și energie suferă mari oscilații, deci cu un grad foarte redus de autarhie, populate cu o biocenoză nesaturată. Ele sunt alimentate de apă provenită din ploii, din topirea zăpezilor precum și din izvoarele subterane. Răspândirea apelor curgătoare și mărimea debitului lor depinde de distribuția în timp și spațiu a ploilor, zăpezilor și izvoarelor, precum și de volumul lor. La noi în țară apele curgătoare sunt de tip continental, primăvara datorită ploilor mai abundente și topirii zăpezilor au volume mari, în schimb vara debitul lor scade foarte mult.

O apă curgătoare prezintă de la izvor la vărsare trei sectoare, cursul superior, cursul mijlociu și cursul inferior, caracterizate de o anumită evoluție a parametrilor fizico-chimici și biologici, evoluție prezentată în tabelul nr. 2.1 și în figura 2.6.

Tabelul nr.1. Evoluția principalelor caracteristici abiotice și biotice la apele curgătoare

Tipul parametrului	Parametrul	Tipul de apă curgătoare		
		Pârâu	Râu	Fluviu
Abiotic	Panta medie	30 m/km	3 m/km	0,3 m/km
	Viteza medie a apei	5 m/s	1 m/s	0,1 m/s
	Adâncimea medie	x cm	x m	x zeci de m
	Ordinul de mărime al apei curgătoare (vezi fig.2.1)	1÷3	4÷6	>6
	Substratul (vezi fig.2.2)	bolovănos	pietros, nisipos	nisipos mâlos
	Transparența medie	până la fund	medie	mică
	Lățimea medie	1-2 m	20-100 m	500-1000 m
	Temperatura medie anuală a apei	8 °c	16 °c	19 °c
	Variația anuală a temperaturii apei	1 °c ÷ 9 °c	3 °c ÷ 18 °c	6 °c ÷ 23 °c
	Ph-ul apei	acid (3)	neutru (6-7)	alcalin (8)
	Media oxigenului solvit	10 mg O ₂ /l	5 mg O ₂ /l	4 mg O ₂ /l
	Proveniența materiei organice	alohtonă	alohtonă + autohtonă	autohtonă
	Dimensiunile materiei organice moarte	materie organică grosieră	materie organică fină	materie organică ultrafină (aminoacizi, zaharuri)
Tipul de comunitate vegetală dominantă	perifiton	perifiton + macrofite	fitoplancton	

Biotic	Locul de instalare al comunității vegetale	pe bolovani	pe pietre și la malul apei	în masa apei
	Tipul de comunitate bentonică dominantă	organisme trituroare sfărâmătoare	organisme răzuitoare rozătoare	organisme filtratoare
	Media numărului de specii de pești	≤ 10 specii	10-25 specii	25-45 specii
	Tipul de zonă piscicolă	zona păstrăvului și a lipanului	zona mreței	zona crapului
	Tipul dominant al nutriției la pești	nevertebrator	ierbivor	omnivor
	Secțiunea corpului la pești	rotundă	ovală	aplatizată

Cursul superior sau crenonul cuprinde pâraiele din zonele montane, aici fiind incluse apele curgătoare de la ordinul 1 la 3, cursul mijlociu sau rhitronul cuprinde râurile din zona colinară, aici fiind incluse apele curgătoare de la ordinul 4 la 6, cursul inferior sau potamonul cuprinde râurile și fluviile din zona de câmpie, adică apele curgătoare cu ordin mai mare decât 6 (vezi fig. 2.1.)

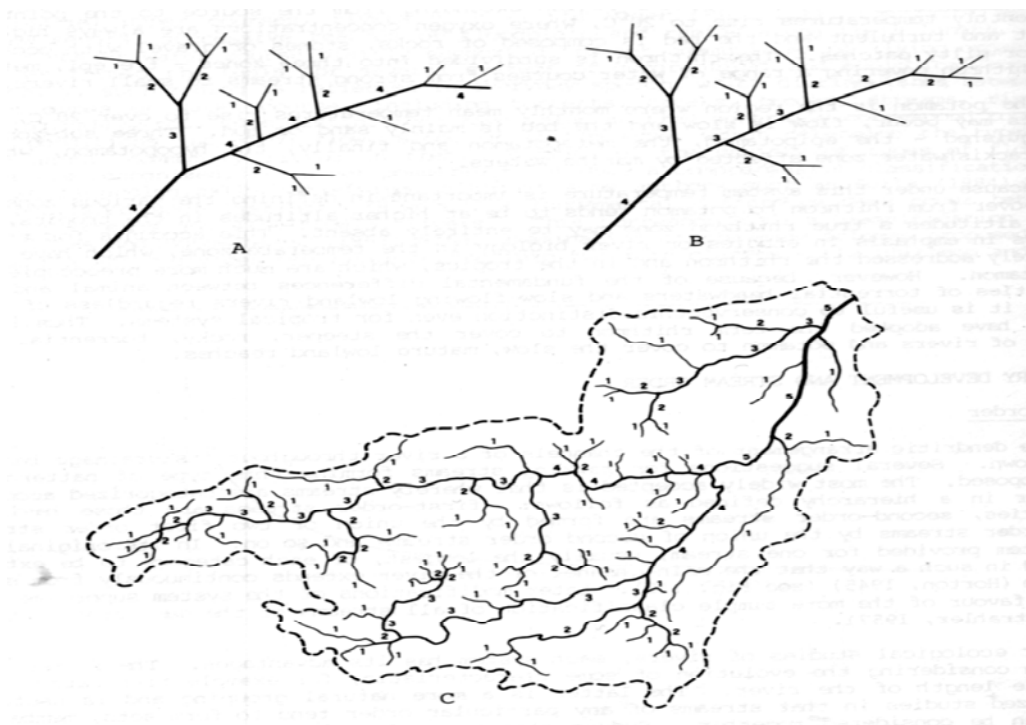


Fig. 1. Diferite sisteme de ordonare a sistemelor curgătoare (după R.L. Welcomme)

Principala caracteristică a ecosistemelor curgătoare este curgerea apei, mișcarea ei în sens unic. De aici derivă o serie de proprietăți, care le deosebesc de ecosistemele cu apă stagnantă și care au o mare influență atât pentru biotipi cât și pentru biocenozele care îi populează. Prin forța de eroziune a curentului, apele curgătoare influențează îndeosebi mecanic substratul, prin tendința de adâncire liniară a albiei, spre deosebire de apele stătătoare care influențează substratul aproape numai chimic.

Datorită energiei hidraulice, apa exercită o acțiune de eroziune, modificând albia atât în plan vertical, ducând la adâncirea ei, cât și în plan orizontal, ducând la lărgirea acesteia. Puterea de

eroziune depinde de viteza de curgere a apei, aceasta, la rândul său, fiind determinată de pantă și de natura rocilor pe care le străbate.

În funcție de viteza de curgere, apa modelează albia prin fenomenele complementare de eroziune și de acumulare, fundul său căpătând o structură ce variază de la izvor spre vărsare (vezi fig.2.6 A). În zona de munte, unde panta este foarte înclinată și viteza apei mare, fundul este stâncos și bolovănos, iar pe măsură ce panta și viteza apei scad substratul este format din facies pietros și nisipos în zona colinară și de facies nisipos, argilos și mălos, sau un amestec al acestora în zona de șes (vezi fig.2.2).

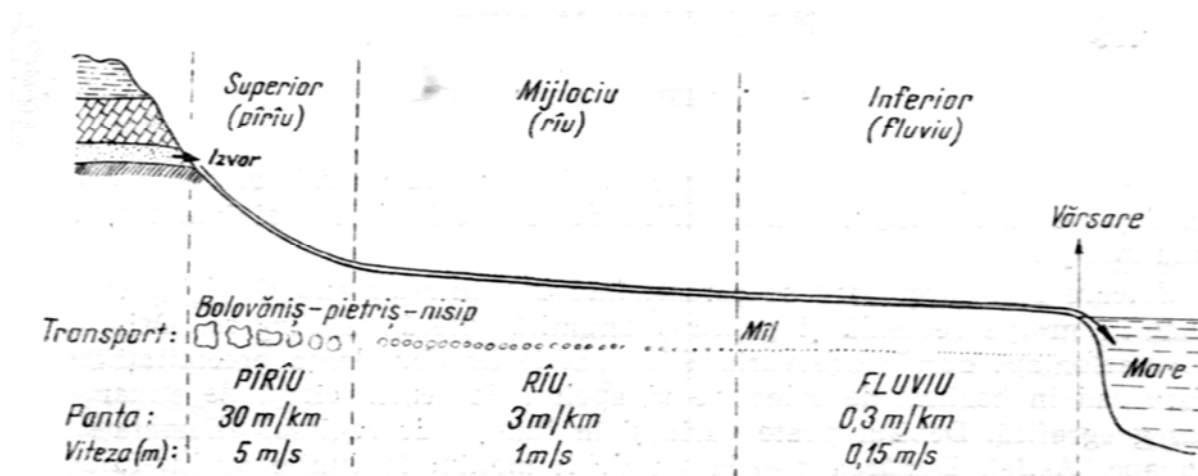


Fig.2. Evoluția substratului, pantei și vitezei apei de-a lungul unei ape curgătoare (după E.A.Pora și L.Oros)

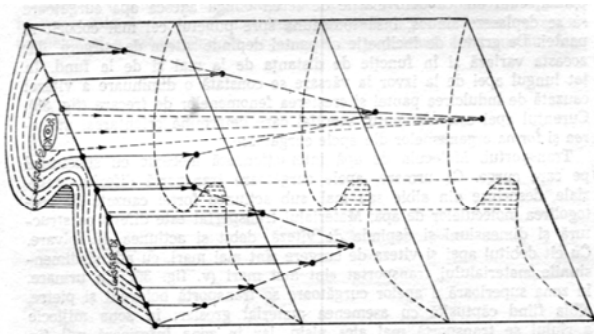
Natura substratului, pe lângă condițiile fizico-chimice și hidrologice ale apei, influențează într-o mare măsură repartiția spațială a organismelor, în special a celor bentonice.

Datorită forțelor de frecare și în funcție de o serie de diferiți factori de mediu, apa are o curgere turbulentă. Viteza scade treptat de la suprafață spre fund, până ce deasupra substratului, în zona de contact, curgerea este de tip laminar. Acesta este așa-numitul "strat-limită" caracterizat printr-o viteză foarte mică. Grosimea acestui strat este de 1-10 mm și variază în raport invers cu viteza apei. Curgerea turbulentă a apei favorizează procesul de amestecare a substanțelor chimice din apă și ușurează schimbul de gaze între aer și apă, îndeosebi difuzarea oxigenului atmosferic până la fund. Stratul limită joacă de asemenea un rol important, deoarece viteza foarte mică a apei face posibilă instalarea pe pietre a unor organisme mici, unele dintre acestea având anumite adaptări morfologice, care le permit să se fixeze sau să se târască pe substrat.

Înapoia pietrelor de pe fund sau a diferitelor neregularități se formează "unghiuri moarte", unde curentul apei este foarte încetinit, constituind medii caracteristice de viață. Aici se depun diferite suspensii și resturi de organisme, alcătuind depozite de detritus organic ce servesc ca hrană animalelor saprofage. Toate aceste caracteristici hidrologice: turbulența, stratul limită, unghiurile moarte, influențează întreaga viață din apele curgătoare. Organismele se cantonează fiecare, potrivit cerințelor și adaptărilor specifice, după intensitatea curentului.

În afara mișcării de înaintare a apei, în lungul apelor curgătoare iau naștere curenți circulari de convecție care ridică de la fundul apei mărul și particulele fine, pe care le împrăștie în masa apei.

Dacă viteza apei este mare, turbulența apei se resimte pe firul acesteia, iar dacă viteza este redusă particulele se depun și astfel procesul de limpezire are loc mai repede, gradul de limpezire depinde și de finețea particulelor dispersate. Cu cât acestea sunt mai fine, cu atât se depun mai încet.



Viteza de curgere a apei în lungul albiei nu este uniformă. O diferență de viteză se remarcă chiar și în diversele puncte ale planului de secțiune transversală (vezi fig.2.3). Astfel, în apropierea țărmului și spre fundul albiei, viteza este mai mică decât în zona centrală. Aceste deosebiri se datorează frecării moleculelor de apă de pereții albiei, datorită neregularităților fundului, prezența unor bolovani putând modifica viteza de deplasare a apei spre aval.

Fig.3. Viteza apei în secțiunea unui râu (după E.A.Pora și L.Oros)

Biotopul în care viteza apei este mare se numește lotic, iar cel în care viteza este mai mică se numește lentic. Dacă cercetăm în lungul albiei unei ape curgătoare ponderea celor doi biotopi se constată că de la izvor la vărsare biotopul lentic se extinde, cu atât mai mult cu cât viteza apei descrește. În zona de vărsare a marilor fluvii biotopul lentic este preponderent.

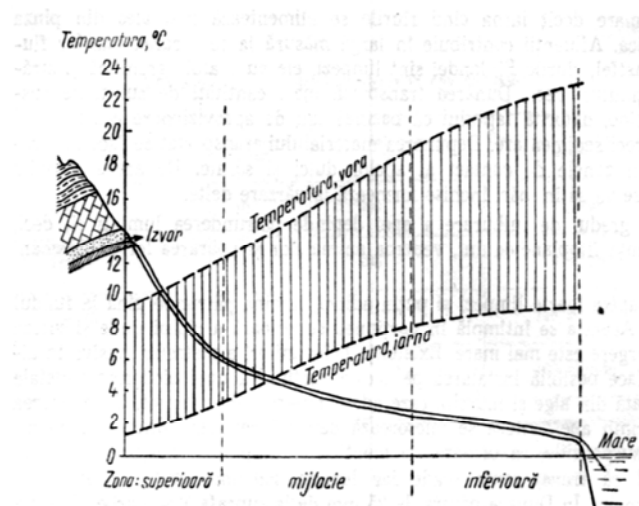


Fig.4. Evoluția temperaturilor de-a lungul apelor curgătoare (după E.A.Pora și L.Oros)

În afară de curent, un alt factor important care influențează repartiția organismelor este concentrația de oxigen dizolvat. Este greu de despărțit acești factori, ei având o acțiune simultană, curentul mare favorizând difuzarea oxigenului. Importantă este și temperatura apei, în general apele curgătoare se încălzesc de la izvor la vărsare, existând diferențe de temperatură de 10°C, sau chiar mai mari, după sezon (vezi fig.2.4).

Desigur că mai sunt și alți factori de mediu care influențează viața în apele curgătoare precum: chimismul apei, lumina, adâncimea apei, etc.

Dar un râu nu este numai firul de apă care curge liniar de la izvor la vărsare, ci un sistem ecologic foarte complex, din care fac parte totalitatea afluenților săi cu întreaga zonă inundabilă presărată cu bălți, japșe, canale, brațe moarte, totalitatea teritoriile învecinate cu care se stabilesc interrelații variate, care influențează în mod hotărâtor componența biocenozelor râului.

Dacă în profil longitudinal o apă curgătoare prezintă trei zone, cursul superior, cursul mijlociu și cursul inferior, în profil transversal o apă curgătoare prezintă albia minoră și albia majoră. Albia minoră, patul, talvegul sau șenelul apei curgătoare este locul prin care curge în mod obișnuit apa, fiind mărginită de maluri înalte sau joase evidente.

Albia majoră, popular numită și luncă, este dezvoltată în special în cursul inferior și desemnează zona în care se revarsă apele în cazul creșterilor regulate sau neregulate ale debitului. Albia majoră cuprinde totalitatea suprafețelor de teren situate între malurile albiei minore și curba de inundație extraordinară, adică toate acele terenuri care, în starea lor naturală și în momentul inundațiilor fluviale de nivel maxim, extraordinar, sunt acoperite de apele de inundație.

După modul de amplasare față de albia minoră există două tipuri de complexe fluviale (vezi fig. 2.5):

- complexe fluviale cu amplasare laterală, situate între albia minoră și terasa continentală;
- complexe fluviale cu amplasare centrală, situate între două brațe ale fluviului (se numesc insule sau ostroave).

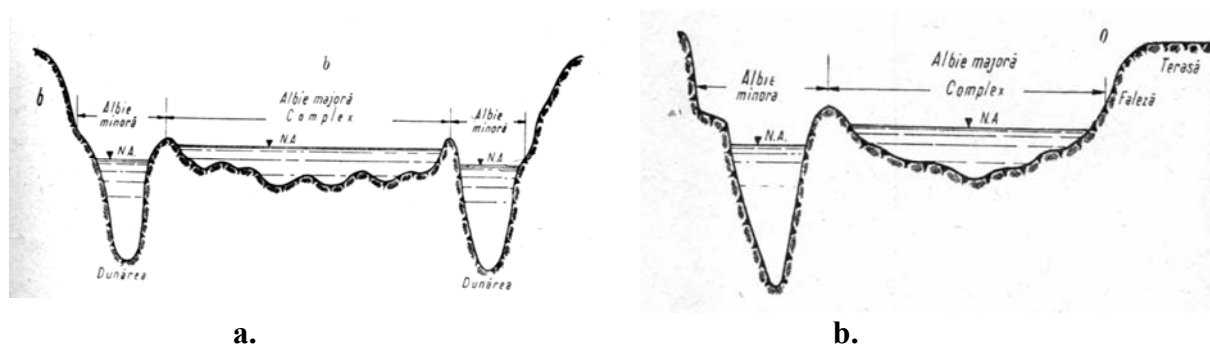
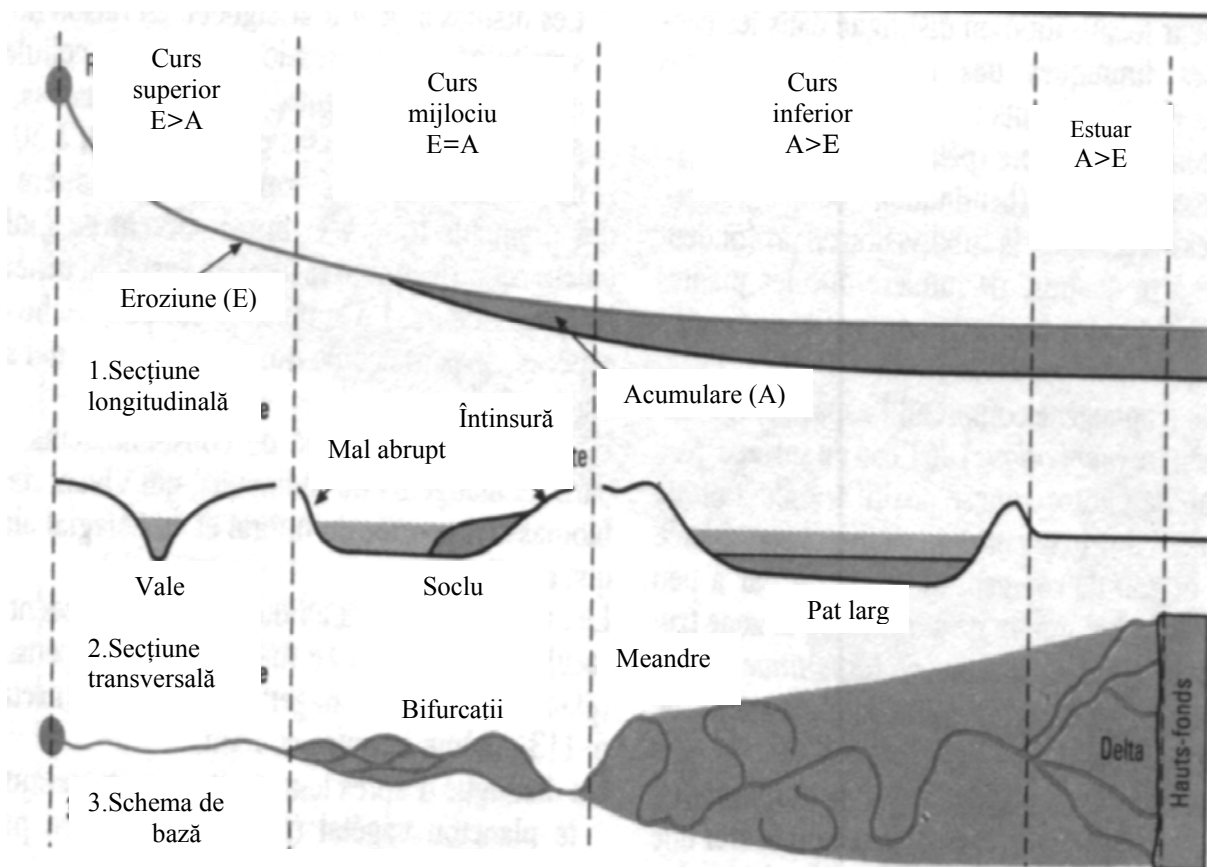


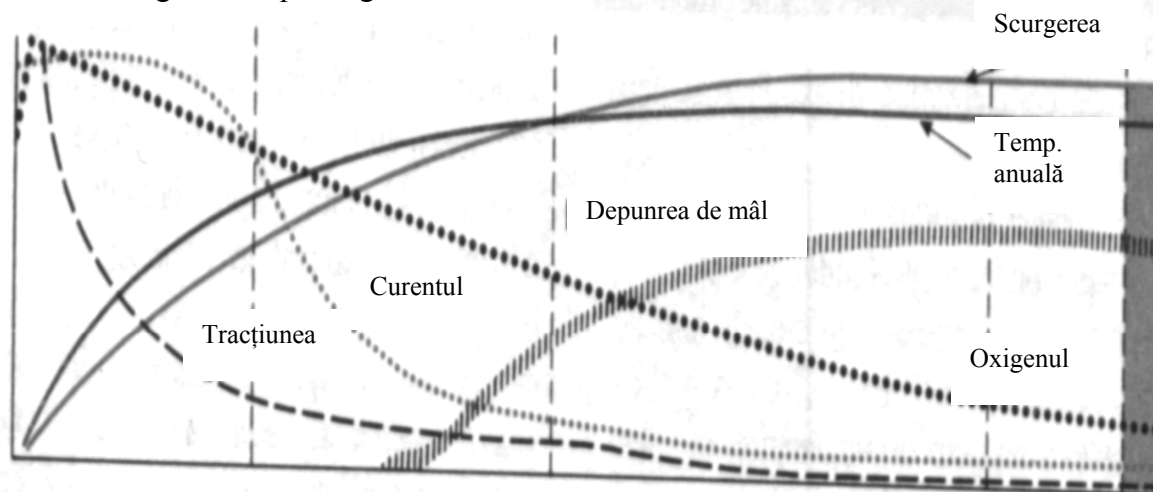
Fig. 5 Complex fluvial cu amplasare:
(după Gh. Bârcă)

a.centrală
b.laterală

Apele curgătoare prezintă între ele deosebiri evidente date în special de mărimea lor și de viteza curentului, existând din punct de vedere hidrobiologic trei tipuri de ape curgătoare: pârâul sau crenonul, râul sau rhitronul și fluviul sau potamonul. Modificările caracteristicilor abiotice și biotice în cele trei tipuri de ape curgătoare sunt prezentate în tabelul nr. 2.1. și în figurile următoare



A. Morfologia unei ape curgătoare naturale



B. Caracteristicile fizico-chimice de-a lungul unei ape curgătoare

Fig.6. Particularitățile abiotice de-a lungul unei ape curgătoare

1	ECOSISTEME ACVATICE
----------	----------------------------

cursul 10 (16): Apele curgătoare - Caracteristici specifice apelor curgătoare (factorii biologici și evoluția lor amonte-aval). (2 ore)

Pentru ecosistemele curgătoare asociațiile de organisme întâlnite sunt în masa apei planctonul și nectonul iar pe substrat bentosul și biotectonul sau perifitonul. Neustonul și pleustonul apar sporadic numai la cotelile cu ape liniștite, ferite de curent.

Planctonul apelor curgătoare este slab reprezentat, spre deosebire de apele stagnante unde este în general foarte bogat. Apele curgătoare sunt cu atât mai sărace în plancton sărace cu cât apa curge mai repede. Se admite că pot exista plancton numai în ape cu o viteză sub 1m/s, în general în zona potamonului, fiind cunoscut sub numele de potamoplancton.

Fitoplanctonul apelor curgătoare se împarte din punct de vedere ecologic în următoarele categorii: specii euplanctonice fluviatile (proprie șenalului), specii euplanctonice lacustre (proprie bălților), specii pseudoplanctonice care aparțin fie perifitonului, fie microfytobentosului. De exemplu, fitoplanctonul din zona inferioară a fluviului Dunărea (vezi fig, 2.7) cuprinde după cercetările efectuate cca. 269 de unități taxonomice (față de cele 602 prezente în lunca inundabilă) ce aparțin următoarelor categorii:

- cianoficee-15 unități taxonomice;
- flagelate-7 unități taxonomice;
- cloroficee- 45 unități taxonomice;
- diatomee-202 unități taxonomice;

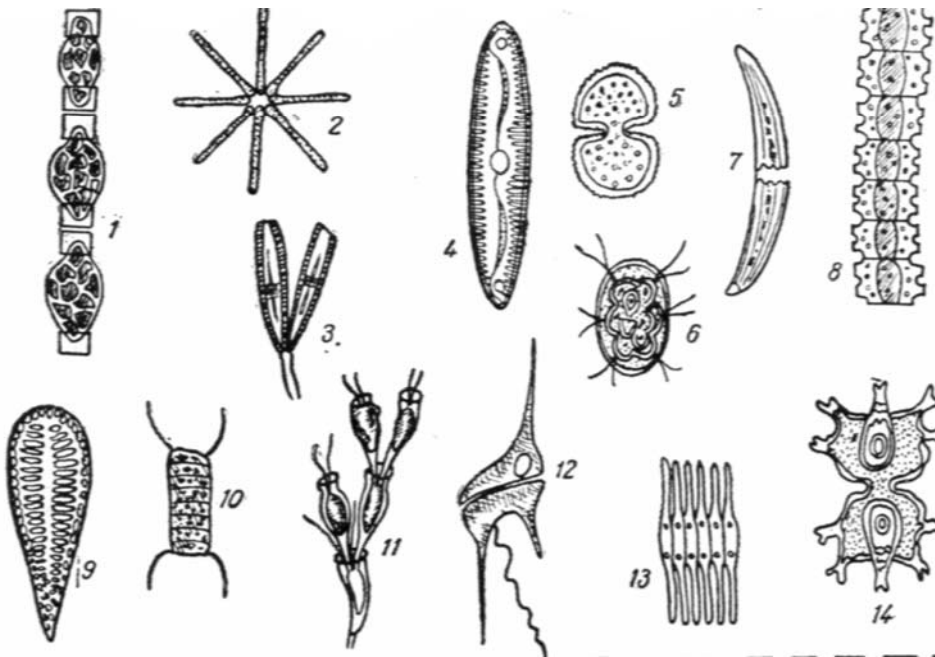
Distribuția fitoplanctonului variază atât temporar cât și spațial:

-în profil transversal are loc o descreștere a cantității de fitoplancton dinspre mal spre centru datorită creșterii vitezei;

-în profil vertical are loc o descreștere de la suprafață spre adânc, uneori însă în orizonturile mai adânci, datorită unei viteze mai mici a apei, și datorită unei transparențe bune există cantități mai mari de fitoplancton comparativ cu orizonturile superficiale;

-în profil longitudinal are loc o creștere progresivă a cantității de fitoplancton datorită micșorării vitezei și cumulării aportului autohton fluvial și aportului alohton din afluenți și din zona inundabilă.

Factorii care influențează cantitatea de fitoplancton sunt numeroși, cei mai importanți fiind viteza apei și turbiditatea apei care limitează fotosinteza. Ceilalți factori precum temperatura, chimismul adâncimea au un efect mai limitat.



1- *Melosira*; 2-*Asterionella*; 3-*Gomphonema*; 4- *Pinnularia*;5-*Cosmarium*; 6-*Pandorina*; 7-*Closterium*; 8-*Desmidiium*, 9-*Suriella*; 10-*Scenedesmus*; 11-*Dinobryon*; 12- *Cetatium*; 13-*Fragillaria*; 14-*Staurastrum*;

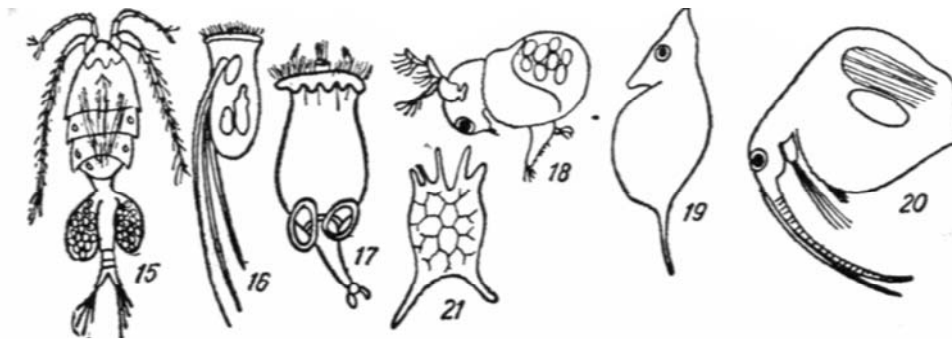
Fig.7. Fitoplanctonul apelor curgătoare (după *E.A.Pora* și *L.Oros*)

Zooplanctonul apelor curgătoare aparține, din punct de vedere ecologic, formelor pseudoplanctonice provenind din vegetația zonelor umede sau din bentos. De exemplu, zooplanctonul din zona inferioară a fluviului Dunărea (vezi fig. 2.8) cuprinde după cercetarile efectuate cca. 155 de unități taxonomice ce aparțin următoarelor categorii:

- protozoare
- rotiferi
- copepode
- cladocere

Cele mai frecvente sunt formele ce aparțin clasei Rotatoria, 2/3 din totalul speciilor, după care urmează copepodele și în număr mai restrâns protozoarele și cladocerele. Factorii care influențează prezența zooplanctonului sunt: viteza de curgere a apei, care menține sau nu zooplanctonul în masa apei, formele zooplanctonice neavând capacitatea să reziste unui curent puternic; prezența hranei, majoritatea zooplanctonierilor sunt consumatori de ordinul I (ierbivori) care depind de prezența fitoplanctonului, temperatura, adâcimea, etc. contribuind și ele la variația și distribuția zooplanctonului.

Mișcarea apelor și alți factori fizici, chimici și biologici ai maselor de apă influențează răspândirea potamoplanctonului pe orizontală și verticală. Pe orizontală este mai abundent, de regulă în zona ripalului decât în zona medială și de multe ori diferă de la un mal la altul, în funcție de aportul afluenților și al ecosistemelor accesorii. Pe verticală, frecvent efectivele sunt mai mici în orizontul superficial al apei, datorită curentului mai puternic. Distribuția potamoplanctonului prezintă o dinamică sezonieră, înregistrând valori minime iarna și valori maxime vara, precum și o diferență de la zi la noapte datorită migrațiilor circadiene.



15-Cyclop; 16-Fillina; 17-Brachionus; 18-Sida; 19-Daphnia; 20-Bosmina; 21-Keratella

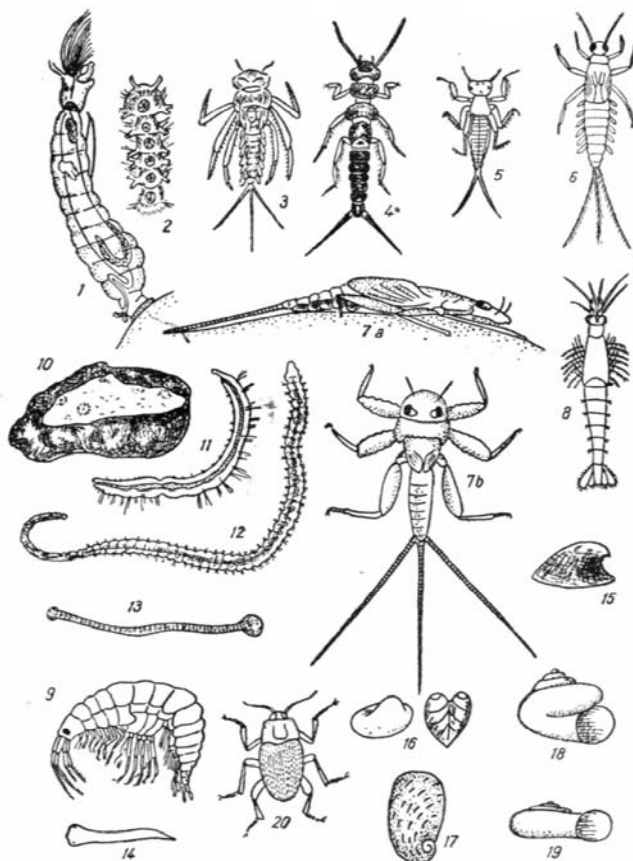
Fig.8. Zooplanctonul apelor curgătoare (după E.A.Pora și L.Oros)

Bentosul apelor curgătoare este constituit dintr-un mozaic de biocenoze. Funcție de natura substratului se deosebesc următoarele tipuri de biocenoze:

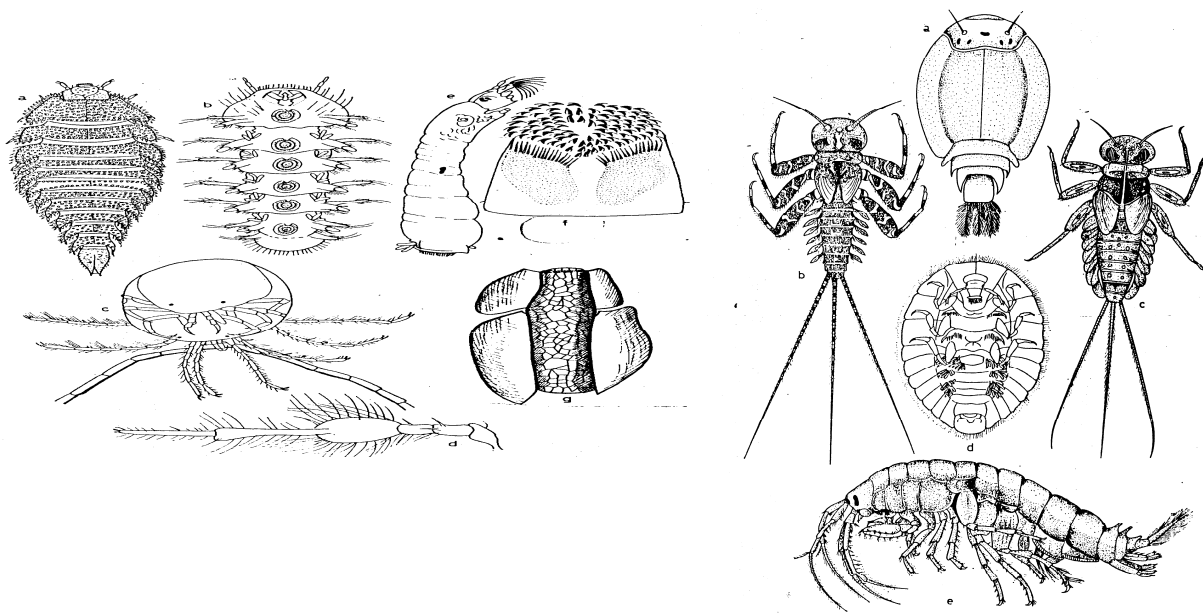
- biocenoze psamoreofile, caracteristice zonelor nisipoase;
- biocenoze peloreofile, caracteristice depozitelor de mâl;
- biocenoze litoreofile, caracteristice substratului format din bolovăniș sau pietriș grosier;
- biocenoze argiloreofile, caracteristice fundurilor argiloase;
- biocenoze fitoreofile, caracteristice malurilor populate cu plante acvatice.

Bentosul crenonului este populat cu specii animale stenoterme criofile, reobionte și polioxifile, cu adaptări morfofizologice la viața în curent, cum ar fi fixarea puternică temporară sau permanentă de substrat, turtirea dorso-ventrală sau laterală a corpului, formă hidrodinamică, etc. Reotactismul și tigmatismul pozitiv, adică orientarea în timpul deplasării împotriva curentului și contactul strâns cu suprafața substratului, reprezintă trăsături de comportament, tipice speciilor litoreofile ale crenonului (vezi tab. 2.2 și fig.2.9)

Plantele superioare lipsesc, este prezent mușchiul de fântână *Fontinalis antipiretica*, care are o înfățișare filiformă și o fixare puternică pe substrat.



- 1-Simulium;
- 2-Bibiocephala; 3-Ecdyurus;
- 4-Perla;
- 5-Iron;
- 6-Baetis;
- 7a-Ecdyurus prins pe piatră,
- 7b-idem, văzută dorsal;
- 8-Metamysis,
- 9-Gammarus,
- 10-Trochospongilla;
- 11-Nais;
- 12-Tubifex;
- 13-Piscicola;
- 14-Planaria;
- 15-Ancylus;
- 16-Pisidium;
- 17-Theodoxus;
- 18-Valvata piscinalis;
- 19-Valvata cristata;
- 20-Helmis.



Adaptări la curentul apei:

Turtire dorsoventrală a corpului:

- a- efemerul *Propistoma*;
- b- efemerul *Heptagenia*
- c- coleopterul *Psephenus*

Turtire laterală a corpului:

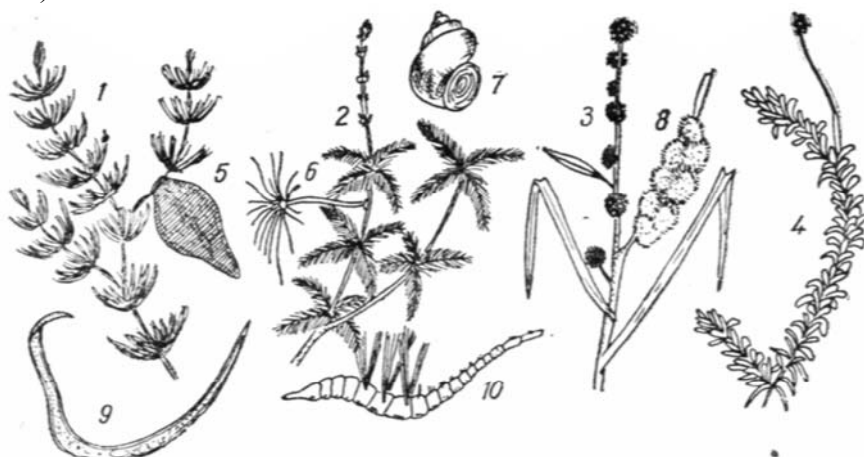
- e- gamaridul *Dikerogammarus*

Fixare prin peri, țepi, ghiare, ventuze, discuri, căsuțe:

- f- coleopterul *Helmis*
- g- blefaroceridul *Bibiocephala*
- h- hidracarianul *Piona*
- k- dipterul *Simulium*
- i- trichopterul *Gorea*

Fig.2.9. Zoobentosul crenonului (după E.A.Pora și L.Oros)

Bentosul potamonului este format din forme euriterme sau termostenoterme și reotolerante. Biocenozele pelofile caracteristice râurilor de câmpie au în compoziție pe lângă microfytobentos și unele macrofite care se fixează în special în zonele liniștite ale malurilor (vezi fig.2.10).



1-*Ceratophyllum*; 2-*Myriophyllum*; 3-*Sparganium*; 4-*Elodea*; 5-*Glossiphonia*; 6-*Hydra*; 7-*Bythynia*; 8-*Plumatella*; 9-*Dorylaimus*; 10-*Chaetogaster*

Fig.2.10. Bentosul potamonului (după E.A.Pora și L.Oros)

Substratul râului prezintă locuri cu vegetație în special în zonele de mal mai liniștite, pentru plantele superioare, problema capitală este găsirea unui loc de fixare, care să le permită să se ancoreze în acel mediu foarte mobil. În vegetația râurilor lipsesc plantele anuale, în general în râu sunt puține specii de plante acvatică, față de sistemul fluvial. Plantele specifice de curent sunt alge, mușchi și foarte puține fanerogame (*Ranunculus fluitans*, *Berula angustifolia* și *Potamogeton fluitans*) care suportă viteze ale apei de 70 -120 cm/s. Alte specii precum *Elodea canadensis*, *Lysimachia nummularia* și diverse specii de *Potamogeton* prosperă la viteze de 13-70 cm/s. Viața în plin curent a imprimat acestor plante câteva modificări morfologice interesante.

Organismele bentonice sunt aduse de anumite împrejurări în zona de turbulență, curentul apei le antrenează la vale, unde cad pradă diferiților răpitori. Acest proces de transportare continuă a organismelor ar aduce la o depopulare faunistică a râului dacă pierderile nu ar fi compensate pe o cale oarecare, de exemplu prin zborul insectelor din aval în spre amonte în perioada de pontă, sau prin alte mecanisme mai puțin studiate. Se poate spune că pentru organismele bentonice din apele curgătoare, sunt importante nu numai adaptările morfologice la viața reofilă, ci mai ales cele etologice.

Clasificarea cursurilor de apă

Cursurile de apă au fost clasificate după diferite criterii geografice (după altitudine), hidrologice (după debite), chimice (după unii anioni, cationi, pH, duritate, etc) și biologice (după componența biocenozelor care le populează.). Dacă primele trei moduri de clasificare sunt relativ simple, având drept criteriu un număr redus de elemente, clasificarea biologică este mult mai dificilă deoarece trebuie să aibă în vedere un număr foarte mare de factori, inclusiv cei fizico-chimici și geografici.

S-au făcut numeroase încercări de zonare a cursurilor de apă după criterii biologice. Unele țin seama de răspândirea unei singure grupe de organisme, macrofitele sau peștii, sau după gradul de troficitate, iar altele au în vedere întreaga biocenoză acvatică.

Ținând seama de raportul numeric dintre diferitele specii de pești și de formele de relief, Thienemann (1925) deosebește: zona păstrăvului, zona lipanului, zona mreței și zona plăticiei.

Huet (1946) aplicând "regula pantei" și deci ținând seama de intensitatea curentului, factorul principal care influențează viața apelor curgătoare, stabilește următoarea zonare:

- zona salmonicolă superioară: panta 0,5% și lățimea albiei sub 25 m, este zona păstrăvului;
- zona salmonicolă medie: panta peste 0,4% și lățimea albiei atinge în mod excepțional 100 m, este zona păstrăvului;
- zona salmonicolă inferioară: panta între 0,1-0,15 % și lățimea variabilă, este zona lipanului;
- zona ciprinicolă superioară: panta sub 0,1 % și lățimea albiei variabilă, este zona mreței;
- zona ciprinicolă inferioară: panta slabă și lățimea variabilă, este zona abramidelor;
- zona estuarelor: în care se resimte influența apelor mării, este zona abramidelor.

Bănărescu (1964), ținând seama de caracteristicile hidrologice ale râurilor din țara noastră, de componența faunei ihtiologice a acestora, face următoarea zonare piscicolă:

- zona păstrăvului (*Salmo trutta labrax*);
- zona lipanului (*Thymallus thymallus*) și a moioagei (*Barbus meridionalis petenyi*)
- zona scobarului (*Condostroma nasus*);

- zona mrenei (*Barbus barbus*);
- zona crapului (*Cyprinus carpio*);

În unele râuri el mai deosebește zona cleanului (*Leuciscus cephalus*) și o zonă a bibanului (*Perca fluviatilis*).

Illies și Botoșăneanu (1963) consideră că o zonare biologică trebuie să țină seama de întreaga biocenoză a ecosistemului respectiv care, prin varietatea speciilor ce o alcătuiesc, oglindește în mod fidel condițiile de mediu și variațiile acestora de-a lungul cursului. Pentru a ilustra caracterul ecologic complex al acestei clasificări, valabilitatea generală a ei, zonele nu mai sunt denumite după specia conducătoare, ci sunt numerotate astfel:

- zonele I și II: corespunzând zonei de izvoare și de pâraie fără pești;
- zonele III-VII: corespunzând râulețelor și râurilor de munte și de câmpie populate cu salmonide și ciprinide;
- zona VIII: corespunzând zonei estuarelor.

Huet împarte peștii apelor curgătoare în cinci grupe și anume:

1. salmonide (păstrăv, lipan);
2. ciprinide de ape "vii" (mreană, scobar, clean);
3. ciprinide de însoțire (porcușor, roșioară);
4. ciprinide de ape calme (crap, lin, plătică);
5. răpitori de însoțire (ghiborț, biban, știucă).

Un fenomen general observat în apele curgătoare este scăderea numărului de specii, în special a numărului de specii de animale, odată cu creșterea vitezei curentului de apă. Spre izvoare numărul de specii este mult mai mic decât la vărsare. Acest fenomen poate fi pus în legătură cu mai mulți factori, între care cel mai important este viteza de curgere, de aceste depinzând în bună parte și temperatura, debitul, oxigenarea și alte proprietăți fizico-chimice.

Viteza curentului influențează și asupra formei corpului peștilor. Profilul transversal al acestora este cu atât mai rotund, cu cât viteza apei în care trăiesc este mai mare. Peștii care trăiesc în apele mai liniștite au corpul puternic turtit lateral, această formă face ca peștii turtiți laterali să fie înlăturați din apele rezezi.

Viteza de înot a peștilor este, de asemenea, dependentă de viteza de curgere a apei. Peștii de ape liniștite nu rezistă acțiunii curentului cu viteză de peste 100 cm/s, animalele puse în astfel de condiții se epuizează repede. Din acest punct de vedere peștii pot fi împărțiți în două grupe: unii care se epuizează repede (plătica, linul, capuzl, știuca) și alții care obosesc greu (păstrăvul, scobarul, cleanul, mreana).

Tabelul nr. 2.4. Particularitățile biotice de-a lungul unei ape curgătoare

	RHITRON			POTAMON		
	Epi-	Meta-	Hypo-	Epi-	Meta-	Hypo-
plancton	Lipsește			Alohton + autohton		
bentos	Număr mic de specii, majoritatea larve de insecte			Varietate mare de specii: Isopode, Amfiode, Anelide, Insecte, Moluște		
necton	Zona superioară a păstrăvului	Zona superioară a păstrăvului	Zona lipanului	Zona scobarului	Zona mrenei	Zona crapului

ECOSISTEME ACVATICE

cursul 11 (17). Apele curgătoare – Productivitatea piscicolă a apelor curgătoare. Teoriile ecologice privind apele curgătoare.

Productivitatea și producția biologică naturală a unui curs de apă

Stabilirea productivității diferitelor ecosisteme acvatice constituie problema centrală a hidrobiologiei. Noțiunile de producție și productivitate a ecosistemelor naturale au fost definite de mai mulți autori și pot fi sintetizate astfel.

Productivitatea biologică naturală reprezintă capacitatea maximă a unui ecosistem de a produce plante și animale în condițiile în care parametrii de mediu ar avea valori optime, iar producția biologică naturală reprezintă cantitatea de plante (producția primară) și animale (producția secundară) care se pot recolta, la un moment dat, de pe o anumită suprafață, sau unitate de volum. Productivitatea bazinelor acvatice este o noțiune mult mai abstractă față de producția lor. Producția biologică constituie un aspect al productivității.

Factorii care influențează productivitatea ecosistemelor acvatice sunt numeroși și greu de cuantificat. Productivitatea apelor curgătoare este influențată de factorii generali fizici, chimici și biologici, o parte din ei având o semnificație mai mare. Astfel, așa-numitul “coeficient al malului”, adică raportul dintre suprafața apei și întinderea malului, sau productivitatea mai ridicată a apelor puțin adânci față de cele mai adânci se bazează pe productivitatea ridicată a zonei de mal. Pe de altă parte, prezența plantelor submerse, cu corpul moale, ușor accesibile ca hrană, sau ușor biodegradabile, este o situație mult mai favorabilă față de prezența florei dure.

Productivitatea piscicolă a cursurilor de apă

a) Leger 1910 – noțiunea de capacitate biogenica

Primele preocupări privind stabilirea productivității piscicole a cursurilor de apă au aparținut profesorului Leger din Grenoble și se referă la râurile de munte, din zona salmonidelor. Leger a introdus noțiunea de capacitate biogenică (B) a unei ape, ca fiind “expresia valorii nutritive a unui curs de apă”, analizat din punct de vedere al bogăției lui în componente vegetale și animale ce constituie hrană pentru peștii ce populează apa respectivă. Formula de calcul a productivității piscicole include nota capacității biogenice, care a fost apreciată pornind de la o serie de observații și măsurători (abundența nevertebratelor, vegetația acvatică, vegetația malurilor, natura fundului, caracteristicile fizice și chimice ale apei, regimul de curgere, ..). Ca rezultat al acestui examen și după formularele ce trebuiau completate și interpretate, se conferea o nota pentru capacitatea biogenica, de la 0 pentru cele mai sarace, până la 10 pentru cele mai bogate.

Aprecierea capacității biogene a unei ape curgătoare din zona montană se bazează pe un examen "clinic" al cursului de apă de către un specialist ce are o anumită experiență. Acest examen se referă la:

- bogăția cursului de apă în pești în momentul studiului;
- abundența nevertebratelor acvatice (mai ales a grupelor căutate în mod deosebit de pești);
- vegetația acvatică;

- vegetația malurilor, orientarea cursului de apă în raport cu vânturile dominante și abundența aportului de insecte terestre;
- natura fundului;
- caracteristicile fizice (mai ales temperatura) și chimice ale apei;
- alura curentului și în general regimul general de curgere;
- factorii negativi, eventual (intervenții umane asupra albiei sau asupra calității sau cantității apei).

Ca rezultat al acestui examen și după modelele formulate de autor, se conferă o notă pentru capacitatea biogenă B pornind de la 0 pentru cursurile de apă cele mai sărace, până la 10 pentru cele mai bogate.

Studiul apelor montane a dus la stabilirea a trei mari categorii de râuri montane:

- râuri sărace, cu fundul pietros sau stâncos, mereu în transformare datorită curentului prea puternic, care nu permite instalarea unei vieți vegetale bogate. Au o vegetație extrem de redusă. Capacitatea biogenică are valoarea de I, II, și III.
- râuri mijlocii, cu fundul stabilizat și acoperit pe alocuri cu vegetație criptogamică (alge, mușchi), cu faună formată din larve de efemere, diptere, lătăuși (*Gammarus sp.*). Capacitatea biogenică are valoarea de IV, V, și VI.
- râuri bogate, cu fundul acoperit pe alocuri de aluviuni pe care se fixează plantele superioare, în desişul cărora se adăpostește o faună bogată și foarte variată formată din foarte mulți lătăuși, larve de insecte, îndeosebi efemeroptere, plecoptere și trichoptere. Capacitatea biogenică are valoarea de VII, VIII, și IX.

Estimarea lui B permitea să se aprecieze cu aproximație productivitatea piscicola anuală astfel:

- pentru cursurile de apă cu salmonide:

$$P(\text{kg/ha}) = 10B \text{ sau } P(\text{kg/km}) = B \times L \text{ unde } L = \text{latimea medie in m}$$

- pentru cursurile de apă cu ciprinide:

$$P(\text{kg/ha}) = 20B \text{ sau } P(\text{kg/km}) = 2B \times L \text{ unde } L = \text{latimea medie in m}$$

b) Huet (1964) – coeficientul de productivitate

Aprecierea capacității biogenice la apele cu ciprinide este mai complicată ca la apele cu salmonide, deoarece acțiunea câtorva factori fizici (temperatura, viteza apei, natura fundului) este mult mai însemnată. Temperatura determină reproducerea și nutriția peștilor precum și dezvoltarea planctonului. Cu cât apa este mai caldă pe o perioadă mai mare de timp, cu atât producția este mai mare. Împreună cu temperatura și viteza are o importanță ecologică mare. Cea mai bună viteză este cea până la 20 cm/c, râul fiind atunci bogat în plancton și faună de fund. Conformația malurilor și a fundurilor sunt foarte importante pentru productivitatea râului. Un râu cu meande, brațe moarte, cu posibilități de inundare a malurilor este mult mai productiv față de un râu rectificat sau îndiguit.

Având în vedere dificultățile aplicării formulei lui Leger pentru unele tipuri de ape curgătoare, Huet a propus introducerea în formula precedentă a unui coeficient k astfel încât:

$$P(\text{kg/km}) = 10 B k$$

Acest coeficient k este produsul a 3 coeficienți k₁, k₂, k₃ care se referă la:

- k1-temperatură temp. apei

10 grade C	k1= 1
16 grade C	k1= 2
22 grade C	k1= 3
28 grade C	k1= 4
- k2 -aciditatea sau alcalinitatea apei

ape acide	k2 =1
ape alcaline	k2 =1,5
- k3 -tipul peștilor

salmonide	k3 =1
ciprinide de ape curgătoare	k3 =1,5
ciprinide de ape calme	k3 =2

Teoriile ecologice ale unui curs de apă

În cadrul ecologiei apelor curgătoare au apărut, în ultimul timp unele teorii, care sintetizează de fapt cunoștințele acumulate de numeroși oameni de știință care au lucrat pe diferite ape curgătoare. Este vorba despre The River Continuum Concept - RCC (Teoria râului continuu) și despre The Flood Pulse Concept - FCP (Teoria inundațiilor ritmice).

1. Teoria râului continuu

Teoria râului continuu, introdusă de către Vannote și alții (1980) încearcă să adune variatele schimbări morfologice și biologice existente de-a lungul râului, într-o descriere coerentă. Această teorie presupune că variabilele geo-fizice din cadrul sistemului reprezentat de râu prezintă un gradient continuu (o schimbare continuă) de la izvor la vărsare. Structura și funcționarea comunităților biologice ce trăiesc în apele curgătoare este dependentă de procesele fizico-chimice și biologice ce se derulează în amonte, dar și de nivelul aportului energetic alohton, care vine de pe malurile râului. Mediul terestru exercită o influență profundă mai ales la nivelul aportului energetic alohton precum și în ceea ce privește talia particulelor organice.

Astfel, în râulețele din amonte vegetația malurilor este responsabilă de intrările masive de nutrienți alohtoni (frunze, ramuri, trunchiuri de arbori, insecte, etc) și limitează în același timp producția primară autohtonă datorită umbririi apelor de către pădurile învecinate. Activitatea fotosintetică din apă este foarte redusă, resursele nutritive fiind în mare parte exogene sistemul poate fi considerat heterotrof.

În râurile de talie medie luminozitatea devine importantă, producția primară autohtonă este maximă, sistemul trece astfel la un stadiu autrof, resursele nutritive fiind în principal endogene.

În râurile de talie mare crește cantitatea particulelor în suspensie care provin din descompunerea materiei organice adusă de curent din amonte, acest fapt duce la o creștere a turbidității apei ceea ce limitează activitatea fotosintetică din apă, resursele nutritive fiind în majoritate exogene sistemul este considerat heterotrof.

Odată cu mărirea dimensiunilor apelor curgătoare intrările de material alohton devin mai puțin importante, în râurile de talie medie procesele de producție autohtonă devin dominante ele bazându-se pe nutrienții transportați din zona amonte. De-a lungul unui râu materialul organic alohton transportat suferă modificări în cea ce privește mărimea lui. Astfel, de la particulele de materie organică grosiere existente în zonele amonte se trece progresiv la particule fine, ultrafine de materie organică și eventual chiar la componenți moleculari, aminoacizi, zaharuri, etc. în zonele de aval.

Comunitățile riverane au fost separate în trei grupe principale: comunitatea izvoarelor existentă în apele curgătoare de la ordinul 1 la 3, comunitatea râurilor de mărime mijlocie cuprinsă în apele curgătoare de ordin de la 4 la 6, comunitatea marilor râuri ce se găsește în apele curgătoare cu ordin mai mare de 6. Mai operativ putem numi aceste comunități cu denumirile de crenon (în porțiunea de izvor), rithron (în porțiunea de râu) și potamon (în porțiunea de fluviu).

Compoziția comunităților acvatice existente de-a lungul unui râu reflectă aceste schimbări referitoare la natura nutrienților și la natura ecosistemelor. Plantele sunt prezente de-a lungul gradientului amonte aval în diferite locuri și orizonturi ale mediului acvatic. În zona amonte, bine ancorate pe lângă maluri stau macrofitele submerse, în zona mijlocie pe diferite corpuri submerse foarte bine dezvoltat este perifitonul iar în zona aval plantele sunt bine reprezentate în masa apei sub formă de fitoplancton.

Schimbările din cadrul comunității bentonice de-a lungul gradientului amonte aval sunt bine reflectate de modul de hrănire a organismelor componente. Astfel de la organismele trituratoare- sfărâmătoare din crenon se trece la organismele răzuitoare- rozătoare din rithron, ajundându-se în final la organismele colectoare din potamon. În zona de rithron, acolo unde materia organică utilizabilă se compune în principal din foi moarte și alte resturi vegetale grosiere, domină nevertebratele care au sistemul bucal adaptat la rupt, însoțite de organismele colectoare care filtrează biomasa microbială asociată acestei pături de frunze. În zona de crenon se instalează cel mai adesea nevertebratele răzuitoare ce profită de producția vegetală autohtonă. În sfârșit, în zona cea mai de aval abundența și talia din ce în ce mai mică a particulelor organice favorizează dominanța organismelor filtratoare. Nevertebratele prădătoare sunt prezente pe tot parcursul gradientului longitudinal, fără a putea spune că domină într-unul din acestea.

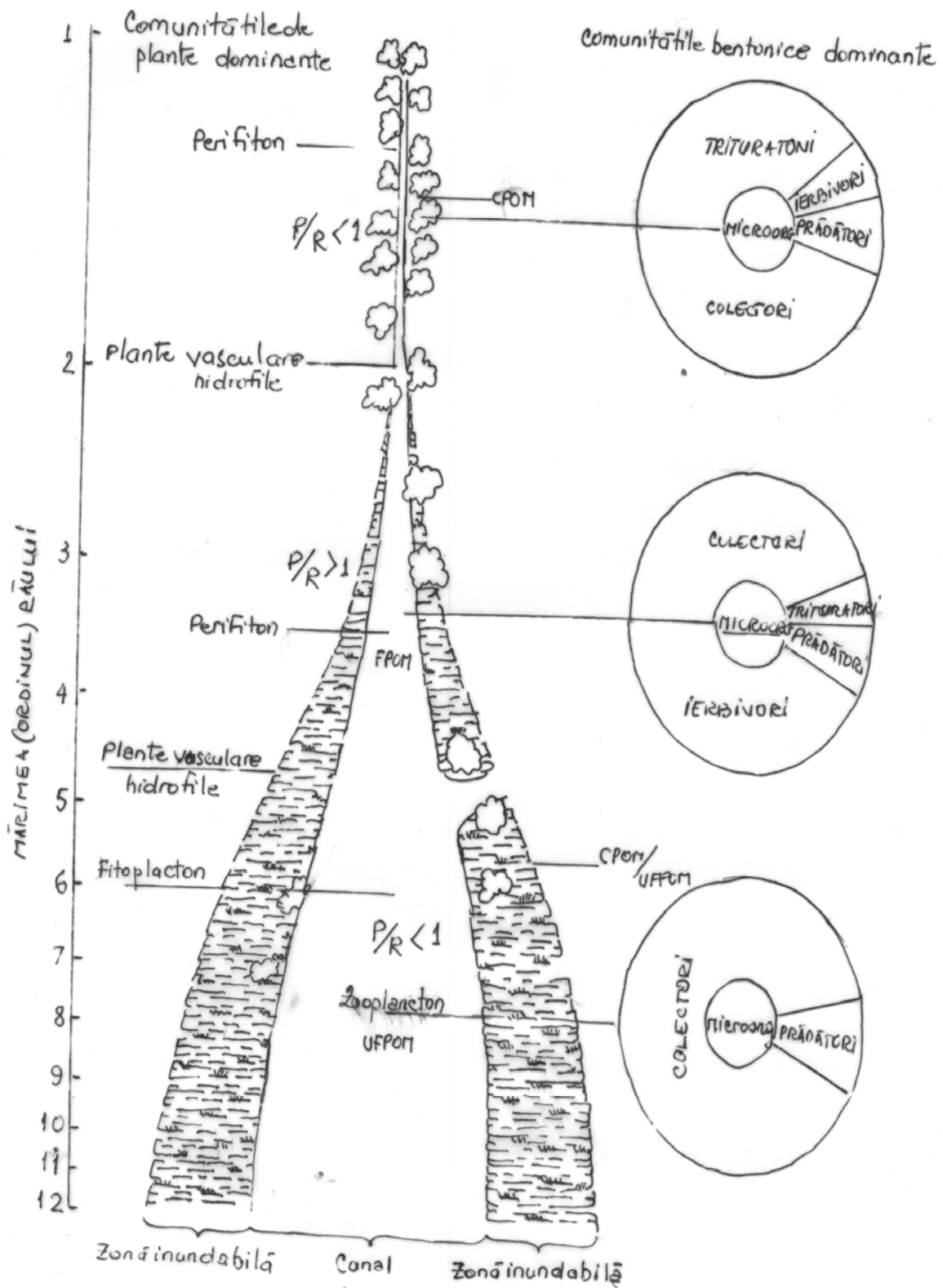


Fig. 2.11. Schimbările progresive ale atributelor structurale și funcționale ale comunităților lotice (după Vannote, ș.a., 1980)

Comunitatea piscicolă trece și ea printr-o tranziție asemănătoare de-a lungul unui râu. De la o dominare a consumatorilor de nevertebrate din zona amonte, la o dominare a speciilor ierbivore în zona mijlocie, la abundența speciilor omnivore în zona aval. Rithronul se caracterizează prin populări de o bogăție specifică slabă și dominată de specii insectivore și/sau care se hrănesc prin aport exogen. Crenonul se caracterizează prin populări ce ating o bogăție maximă în specii, cu o proporție importantă a speciilor omnivore cu tendințe planctonofage sau erbivore-detritivore. În zonele de aval bogăția specifică descrește din nou existând populări în principal reprezentate de specii omnivore și/sau care se hrănesc cu aporturi exogene. Cât despre speciile ihtiofage, ele ar trebui să fie prezente pe tot parcursul gradientului longitudinal.

Schimbările ecologice arătate de teoria râului continuu sunt derulate în acest mod mai ales pentru râurile de ordin mic (până la ordinul 6), în care schimbările comunităților de organisme pot fi previzibile. Această teorie se poate aplica pe parcursul primilor 200 de km, sau până în zona de tranziție de la rithron la potamon. Dar, odată instalată faza de potamon micile schimbări produse de-a lungul râului nu mai pot fi anticipate pentru câteva mii de kilometri. Pe deasupra, în cadrul potamonului, zonă inundabilă reprezintă un caz special care este descris în cea de-a doua teorie.

2. Teoria inundațiilor ritmice

Teoria inundațiilor ritmice (FPC) în cadrul sistemului fluviu - zonă inundabilă a fost elaborată în 1989 de către W. Junk , P. Bayley și R. Sparks. Acest concept, complementar teoriei RCC, încearcă să explice relația între hidrobionți și mediu într-un sistem larg fluviu - zonă inundabilă, nemodificat. Inundațiile ocazionate de creșterile de apă în sistemele curs de apă - zone inundabile, constituie principalul factor care determină natura și productivitatea ecosistemului dominant.. Aceste creșteri pasagere a căror durată și previzibilitate sunt variabile, sunt produse de un ansamblu de factori geomorfologici și hidrologici. În general inundațiile din râurile de ordin mic sunt scurte și imprevedibile din cauză că sunt influențate de precipitațiile locale, pe când cele din rețelele superioare sunt previzibile și de lungă durată.

Teoria FPC este specifică sistemelor fluviale în care inundațiile sunt regulate și de lungă durată. Inundațiile neprevăzute împiedică , în general, adaptarea organismelor și sunt neproductive pentru multe dintre ele. În schimb, inundațiile regulate permit organismelor să-și dezvolte adaptări și strategii pentru utilizarea eficientă a habitatelor și a resurselor.

Pentru formularea acestui concept s-au introdus termeni noi, diferiți de termenii folosiți în limnologia clasică și sistemele terestre. Astfel zona în care există o alternanță între faza terestră și acvatică și care leagă șenalul fluviului de apele permanente a fost denumită ca “ zonă de tranziție între acvatic și terestru” - ATTZ, cu proprietăți specifice, fiind considerată un ecosistem specific (Junk 1980, Odum 1981).

Varietatea structurii habitatelor de pe cuprinsul ATTZ, peste care se suprapune efectele inundațiilor ritmice favorizează o mare diversitate de animale și plante acvatice și terestre, care în ciuda considerabilului efort de adaptare pe care îl fac, asigură biomase foarte mari.

Acesta deoarece “litoralul mișcător” al ATTZ împiedică stagnarea apei permițând o reciclare rapidă a nutrienților, rezultatul fiind o productivitate cu mult mai mare față de cea care ar fi fost dacă această zonă ar fi fost ocupată de ape permanente sau terenuri uscate.

Producția acvatică și terestră din ATTZ depinde în principal de compoziția în nutrienți a apei și sedimentelor, de climat și de ritmul inundațiilor. Circuitele specifice din ATTZ sunt într-o oarecare măsură decuplate de compoziția în nutrienți din canalul principal. Transportul carbonului organic din amonte este în mică măsură importantă pentru productivitatea ATTZ. Aceste ecosisteme constituie un caz particular deoarece ele nu sunt tributare transformărilor ineficace a materiilor organice din amonte, cu toate că rezerva lor de elemente nutritive depinde în parte de schimburile laterale periodice de apă și sedimente cu canalul principal. Schimburile laterale între ATTZ și fluviu și reciclarea nutrienților în cadrul ATTZ au cel mai direct impact asupra hidrobionților din fluviu. S-a postulat că în sistemul fluviilor mari, nealterate, cu zone inundabile din zonele temperate, subtropicale și tropicale, cantitatea dominantă din biomasa animală din fluviu derivă direct sau indirect din producția din interiorul ATTZ și nu din transportul din amonte al materiilor organice produse altundeva în bazin. (34)

Producția primară și secundară din ATTZ este esențială pentru fauna din canalul principal. Producția biologică și producția de pește sunt, în cea mai mare parte, realizate în cuprinsul ATTZ, în timp ce cursul normal al fluviului este utilizat precum cale de migrație pentru cea mai mare parte a peștilor.

12	ECOSISTEME ACVATICE
----	----------------------------

cursul 12. Apele stătătoare – clasificare. Lacul –definitie, clasificare.

Ecosistemele acvatice stătătoare se împart în două mari categorii ecosisteme naturale și ecosisteme artificiale. Din prima categorie fac parte lacurile, bălțile, japsele, mlaștinile, iar din a doua categorie fac parte iazurile, heleșteele, lacurile de acumulare și lacurile de baraj.

Unitatea hidrografică reprezentativă pentru apele stătătoare este lacul. Comparativ cu apele curgătoare, cele stătătoare se caracterizează prin:

- bazin determinat și puțin variabil;
- constanță relativă a nivelului apei;
- tendința de colmatare, care se desăvârșește în timp;
- dinamică redusă, datorită dimensiunilor relativ mici;
- echilibru chimic, datorită circuitului specific intern al substanțelor etc.

Existența bazinelor de apă stătătoare se datorează unei surse permanente de aprovizionare, fie din pânza freatică, fie din apele curgătoare care se varsă în ele. Regimul precipitațiilor are un important rol pentru menținerea nivelului apei în lacuri. Un anumit echilibru se stabilește și între cantitatea de apă care intră în bazin și aceea care iese din bazin prin scurgere și evaporație. Dacă din bazinul de apă stătătoare se pierde o cantitate mai mare de apă decât intră, cu timpul el dispare.

Lacul. Constituie formațiunea cea mai stabilă de ape stătătoare. Întinderea și adâncimea lui îi conferă un oarecare grad de dezvoltare de sine stătător. La noi în țară doar câteva bazine pot fi încadrate în categoria de lac propriu-zis (lacurile Snagov, Bucura). În alte țări ca Finlanda, Polonia, Germania ș.a. densitatea lacurilor este destul de mare, ele ocupând adesea o bună parte teritoriul țării.

Balta. Este o întindere de apă stagnantă, a cărei adâncime mică permite instalarea florei pe aproape întreaga zonă de fund. Bălțile, în general, nu au nivelul constant, acesta fiind dependent de debitul sursei care o alimentează. Bălțile din luncile inundabile ale fluviilor pot seca în timpul când fundul lor ajunge deasupra nivelului minim al apei curgătoare. În verile secetoase regimul chimic și biologic al bălții se modifică mult în raport cu acțiunea factorilor meteorologici. Bălțile din apropierea marilor fluvii constituie rezerve importante de materii organice pentru acestea. Spre deosebire de lacuri, bălțile au adâncimi și suprafețe mult mai mici astfel încât la bălți nu există deosebiri foarte mari între zona de ripal zona de profundal. În bălți nu există o stratificare termică, termica este omogenă și dependentă de variațiile sezoniere și diurne. În bălți nu există o stratificare fotică, lumina pătrunzând până la fund, pe tot substratul bălții există o vegetație submersă și emersă bogată.

Mlaștina. Este o formațiune cu caracter permanent reprezentând adesea stadiul final al evoluției unei formațiuni lacustre. Vegetația caracteristică pentru mlaștini este reprezentată de flora dură, care treptat este înlocuită cu plante de sol umed și în special cu mușchi de turbă (*Sphagnum*). Putrezirea parțială a resturilor organice de vegetație dură și carbonizarea lor duce la acumularea de turbă. Mlaștinile naturale de turbă sunt cele mai tipice. Reacția apei la mlaștinile cu *Sphagnum* este acidă, datorită acizilor humici ce se acumulează în cantități mari, pe când cea din mlaștinile stuficole este alcalină. Mlaștina provine adesea și din colmatarea și secarea lacurilor și a bălților naturale. Uneori se poate forma o mlaștină și în urma unor lucrări de irigații executate nerațional. Posedă sedimente bogate în nămoluri terapeutice. În practică se caută reducerea în măsura posibilului a suprafețelor înmlăștinate.

Iazul. Rezultă din instalarea unui baraj pe cursul unui râu mic, executat de obicei de către om în scopul utilizării apei în exploatarea unor instalații mecanice simple (mori, ferăstraie, piue). Regimul hidric și fizico-chimic al iazului se aseamănă mult cu cel al râului, dar din cauza stărnării relative a apei, se pot instala aici și unele forme de organisme tipic limnocol.

Heleșteul. Este o formațiune artificială cu caracter permanent, cu posibilități de reglare a nivelului și chiar de desecare completă în raport de necesități. Heleșteul se folosește în general pentru cultura intensiva a peștelui. Prezintă avantajul controlului și dirijării proceselor hidrologice, chimice și biologice de către om.

Lacul de baraj. Este o întindere de ape care se formează în spatele unui baraj natural sau artificial, de-a curmezișul unei văi ce cuprinde un curs de apă mai important. Oamenii au construit baraje pentru reținerea apei și utilizarea ei în scopul alimentării cu apă potabilă a orașelor mari, pentru nevoi energetice sau agricole. Majoritatea lor se situează în zona de munte; aici stăvilirea apelor se face cu cheltuieli mai mici iar randamentul este mare, datorită diferențelor de nivel. Din punct de vedere biologic, această formațiune prezintă caracteristici aparte datorită influenței exercitate de apa curgătoare care îi schimbă mereu nivelul și datorită noilor condiții care conferă formațiunii caracteristici de apă stagnantă spre fund.

Lacurile artificiale sunt în marea lor majoritate lacuri de acumulare create prin bararea văilor cu baraje de beton sau anrocamente, creând în spatele lor lacuri de acumulare. Primul baraj se pare că a fost construit în Egipt acum peste 5000 de ani. La nivelul anului 1982, numărul de mari lacuri de acumulare era de: peste 18.500 în China, peste 5300 în SUA; peste 2100 în Japonia, peste 1000 în India, peste 690 în Spania, peste 600 în Coreea, peste 580 în Canada, peste 520 în Marea Britanie, peste 490 în Brazilia, 432 în Franța, 408 în Italia, 219 în Norvegia, 184 Germania, 142 Cehoslovacia, 134 Suedia, 130 Elveția, 114 Yugoslavia, 112 Austria, 108 Bulgaria.

Știința care se ocupă cu studiul lacurilor se numește Limnologie (de la latin. *limnei*= lac). Inițial (Forel, 1892), Limnologia a fost definită ca știința care se ocupă cu studiul complex al lacurilor, însă astăzi obiectul de studiu al Limnologiei este reprezentat de totalitatea apelor continentale. Cantitativ, aceste ape dulci, în totalitatea lor, nu reprezintă decât circa 0,2 % din cele marine. Cu toate că după aceste evaluări apele interioare nu reprezintă procentual prea mult, ele au pentru om o foarte mare importanță, deoarece, pe lângă bogăția naturală, ele ne furnizează apa potabilă, apa industrială, apa de irigații, adică apa pe care o folosesc toate plantele și animalele terestre cât și omul. Fără aceste ape interioare nu ar putea exista plante și animale la suprafața uscatului.

Cantitativ, apele interioare dulci se găsesc mai ales în lacuri (naturale sau artificiale). Acestea au o anumită stabilitate, pe când apele curgătoare sunt mobile și au un debit care variază mult cu locul, sezonul, condițiile climatice etc.

Lacul – definiție, caracterizare

Lacul este volumul de apă, relativ stagnantă, cantonat într-o depresiune a uscatului, reprezentând deci asocierea a două componente a mediului geografic –depresiunea lacustră ca formă de relief și apa ca element climatic (Gâștescu, 1971). Aceste două componente formează un tot unitar ce constituie suportul material al vieții, prezente aici prin numeroase populații de plante și animale, grupate în biocenozele specifice lacului.

Lacurile se împart în naturale și artificiale. Cele naturale sunt majoritatea situate într-o depresiune naturală închisă a scoarței pământului, dar există și lacuri de altă origine, cum sunt cele de baraj natural, sau în cratere vulcanice etc. Majoritatea sunt lacuri cu apă dulce, însă există multe cu apă sărată, mai ales în zone aride, dar și în alte împrejurări cum sunt foste saline inundate, golfuri marine ce au fost separate de mare etc. Unele lacuri sunt alimentate de râuri sau pâraie / izvoare, altele aparent numai de precipitații și eventual izvoare submerse. Unele au scurgere prin râuri sau chiar fluvii, altele sunt lipsite de scurgere. Majoritatea lacurilor sunt permanente, dar există și numeroase lacuri temporare în zone carstice sau aride, unele de foarte mari dimensiuni cum sunt lacul Erie din Australia, pe care geograful voiau să îl șteargă de pe hărți căci nu avusese apă multe decenii dar brusc s-a reumplut după ploi puternice.

Suprafața totală a lacurilor este de circa 2,7 milioane km², adică aproximativ 1,8% din suprafața uscatului). Cel mai mare lac este Marea Caspică, cu 400.000 km² (dar cu apă sărată și considerată de unii ca fiind o mare, chiar dacă nu are legătură cu oceanul planetar) Urmează ca mărime lacul Superior (80.000 km²), apoi lacul Victoria și alte circa 30 de lacuri cu peste 5000 km². Cel mai adânc lac este lacul Baikal, ce atinge 1620 metri profunzime, fiind cel mai mare rezervor de apă dulce lichidă de pe Terra.

O teorie clasică susținea că un lac este o formațiune efemeră la scara erelor geologice, că evoluția lui naturală este din punct de vedere biologic spre eutrofizare iar din punct de vedere hidrografic spre colmatare și dispariție, prin aflusul de sedimente (râuri, vânt, erodarea malurilor) și prin depunerea de substanțe organice din "ploaia biologică". Totuși se constată că într-adevăr lacurile eutrofe, politrofe sau hipertrofe merg rapid spre colmatare, pe când cele oligotrofe nu au depuneri semnificative pe fund de la procesele biologice. Și nu în toate lacurile există aport exogen ridicat de material care să se sedimenteze, astfel că unele lacuri sunt practic nemodificate de milioane de ani.

Caracteristicile principale a biotopului acestor ecosisteme acvatice sunt următoarele:

- faptul că adâncimea medie fiind destul de mare lumina nu pătrunde până la fund, existând două zone distincte:
 - zona fotică, în care lumina pătrunde favorizând procesele de fotosinteză, de neoformare
 - zona afotică, caracterizată de lipsa luminii și de prezența numai a proceselor de distrucție de materie organică.
- lipsa unui curent permanent de apă. În aceste bazine acvatice există o mișcare a apei generată fie vânturi sub formă de valuri, fie de alimentarea și evacuarea apei, fie de fenomenele de viitură, etc.

Lacul constituie formațiunea cea mai stabilă de ape stătătoare. Întinderea și adâncimea lui îi conferă un oarecare grad de dezvoltare de sine stătător. La noi în țară doar câteva bazine pot fi încadrate în categoria de lac propriu-zis (lacurile Snagov, Bucura). În alte țări ca Finlanda, Polonia, Germania ș.a. densitatea lacurilor este destul de mare, ele ocupând adesea o bună parte teritoriul țării.

Biotopul lacurilor este foarte variat și diversificat funcție de latitudinea și altitudinea la care se găsește lacul, de natura substratului și de modul de formare a lacului, de natura sursei de alimentare cu apă, funcție de suprafață și adâncime, de calitatea și dinamica factorilor fizico-chimici.

Principalele caracteristici ale biotopilor sunt suprafața (ha), adâncimea (m), transparența (cm), temperatura medie anuală, prezența sau absența fluctuațiile de nivel, chimismul. Suprafața luciului de apă poate varia în limite foarte largi, de la câteva zeci de hectare până la mii de hectare. Funcție de suprafață și adâncime există un volum, un spațiu de viață diferit de la un lac la altul. Mărimea acestui spațiu influențează natura biocenozelor, mărimea indivizilor și migrațiile acestora, formarea cârdurilor, cantitatea de produse sexuale, etc.

Modificările de nivel la lacuri se produc fie datorită evaporăției intense din timpul verii, fie datorită aportului sporit de ape din emisari în perioada viiturilor, în perioadele ploioase, de topire a zăpezilor, fie datorită unor folosințe umane. Aceste fluctuații de nivel au o serie de consecințe importante, în special asupra zonei litorale a lacului. Astfel, creșterea nivelului duce la mărirea suprafeței luciului de apă și a volumului lacului, precum și la îmbogățirea apei cu substanță organică și minerală de pe maluri. În schimb, scăderea nivelului apei duce la micșorarea suprafeței și volumului lacului, la creșterea concentrației unor săruri, la rămânerea pe uscat a unei mari cantități de plante acvatice, uneori chiar a pontelor de animale acvatice.

Chimismul lacurilor, care poate fi diferit de la un bazin la altul sau de la un anotimp la altul, este influențat pe de o parte de natura substratului, iar pe de altă parte de apele din izvoare, apele de șiroire, apele de alimentare dar și de o serie de procese fizice, ca de exemplu evaporarea în timpul verii, sau de procesele biochimice, ca de exemplu procesul de mineralizare a organismelor moarte, etc. Apa lacurilor este bogată în special în carbonați și bicarbonați de Ca și Mg., concentrația în săruri solvite oscilează între 0,5 – 1g/l.

Pe orizontală la un lac se disting două zone:

- *zona litorală* (de ripal sau de mal) acoperită de vegetație de mal și subacvatică, este acea porțiune a apelor în care cantitatea de oxigen furnizată de vegetația planctonică și bentonică satisface în mod optim nevoile de respirație ale organismelor de aici. Zona litorală a lacurilor foarte adesea poate fi considerată ca o porțiune în care se întrepătrunde acțiunea factorilor din mediul terestru cu cei din mediul acvatic.
- *zona pelagială* sau de larg lipsită de vegetație macrofită bentonică, careia pe verticală îi corespunde o zonă cu adâncimi mari, lipsită de lumină,

Pe verticala lacul poate fi împărțit după mai mulți factori în următoarele straturi. Sub raport biologic, în lac se disting cel puțin două zone și anume:

- După factorul temperatură:
 1. *epilimnion* –zona în care temperatura apei variază în funcție de temperatura aerului, se răcește sau se încălzește odată cu variațiile sezoniere;

2. *metalimnion* –zona saltului termic în care temperatura scade brusc; Este o pătură de apă de o grosime mai mică în care saltul termic este foarte brusc și care dă zonei de adâncime (hipolimnion) o constanță a condițiilor de mediu destul de mare.
3. *hipolimnion* –zona în care temperatura apei rămâne constantă tot timpul anului, fiind în jur de 4 °C.

În lacurile din zona temperată, situate la altitudini joase, epilimnionul lacurilor prezintă vara o stratificare termică directă, temperatura descrește odată cu adâncimea, în schimb iarna există o stratificare termică inversă. Primăvara și toamna există așa numita circulație, când temperatura se omogenizează în tot volumul de apă, atingând valoarea de 4 °C.

➤ După factorul lumină:

1. *zona eufotică*
2. *zona mezofotică*
3. *zona oligofotică*
4. *zona afotică*

Lumina pătrunde în apă până la diferite adâncimi funcție de intensitatea luminii, unghiul de incidență a razelor luminoase cu suprafața apei, de sezon, de altitudine, de nebulozitate, de transparentă. Intensitatea luminii scade odată cu adâncimea, astfel în lacuri, la 1 m adâncime intensitatea luminii scade cu 50%, la 4,5 m adâncime scade cu 66% față de suprafață. Radiațiile verzi-albastre pătrund în păturile cele mai adânci ale apei.

➤ După prezența producătorilor primari

1. *zona trofogenă* – corespunzătoare zonei de suprafață, în care sunt prezenți producătorii primari (plantele fotosintetizante). Aici au loc procese de sinteză care determină producerea hranei organice;
2. *zona trofolitică* – corespunzătoare zonei de fund, afotice, în care nu sunt prezenți producătorii primari. Aici au loc doar procese de consum și descompunere a materiei organice. In zona de fund, denumită profundal, acoperită de mâl, trăiesc numeroase bacterii și animale care consumă materia organică produsă în zona superioară.

Lacul –clasificare

Problema clasificării lacurilor nu este nouă; ea a stat în atenția cercetătorilor încă de la primele investigații făcute asupra acestora existând clasificări după diferite criterii, făcute de diversi specialiști:

- originea depresiunii lacustre - de geologi și geografi;
- regimul hidric (permanente și temporare, sau cu scurgere și fără scurgere – închise) – de geografi și ingineri;
- regimul termic (lacuri polare, temperate și tropicale după F. A. Forel)- de biologi și geografi;
- gradul de mineralizare și compoziția chimică (dulci, salmastre și sărate sau hidrocarbonatate, sulfatate și clorurate) – de chimiști și geografi;
- potențialul trofic (oligotrofe și eotrofe) – de biologi;
- poziția geografică în diferite unități de relief (de munte, podis, câmpie, litorale etc.) – de geografi

Necesitatea unei ordonări a informațiilor adunate asupra lacurilor s-a impus de la începutul apariției limnologiei. Clasificările unilaterale sunt utile atunci când se analizează un anumit

aspect al lacurilor, dar găsirea unor criterii pentru tipizarea, pentru stabilirea tipurilor lacustre complexe, limnologice, a preocupat nu numai pe limnologi dar și pe geografi cu o viziune globală asupra fenomenelor ce se petrec pe planeta noastră

Formarea depresiunii sau cuvetei lacustre se datorează proceselor de transformare endogenă sau exogenă a scoarței terestre. Lacurile formate prin procese de origine endogenă sunt lacurile tectonice, vulcanice, cele din sinclinale, cele din bazinele intramontane, cele de baraj natural, etc. Lacurile formate prin procese de origine exogenă sunt lacurile care au luat naștere din acțiunea factorilor fizico-mecanici (ghețari, vânt, meteoriți, etc.) chimici (dizolvarea carsturilor) sau a unor factori asociați (eroziune, dizolvare, depunere, etc.).

- După origine lacurile pot fi:
 - Lacuri tectonice: Ciad, Taiganica, Baikal, etc
 - Lacuri vulcanice: Sf. Ana, etc
 - Lacuri de baraj natural: Lacul Roșu, etc
 - Lacuri glaciare: Urlea, Zănoaga, Bucura,
 - Lacuri carstice: Slănic Prahova, Ursu, Peța, etc
 - Lacuri de origine fluvială: Brateș, Somova- Parcheș, Snagov, Căldărușani, Lacul Sarărat-Brăila, etc
 - Lacuri de origine marină: Razelm, Sinoe, Tașaul, Techirghiol, Mangalia, etc

Clasificarea lacurilor se poate face și după alte criterii, astfel:

- După mineralizarea apei:
 - Lacuri dulci, cu salinitatea sub 0,5 g/l
 - Lacuri salmastre, cu salinitatea între 0,5 g/l – 30 g/l
 - Lacuri sărate, cu salinitatea între 30 g/l – 40 g/l
 - Lacuri hipersărate, cu salinitatea peste 40 g/l
- După încărcă organică și biologică:
 - Lacuri oligotrofe: încărcare redusă cu nutrienți, producție scăzută de alge, lacuri limpezi cu transparență mare, grad mare de saturație în oxigen, până la fundul lacului, pe toată perioada anului. La sfârșitul perioadei de stagnare apele sunt încă saturate cu oxigen peste 70%.
 - Lacuri mezotrofe: încărcare medie cu nutrienți, producție moderată de alge, temporar posibilă explozia algelor, transparență medie, de peste 2 m, oxigenul este absent în mică măsură în apele de pe fundul lacului, apele de adâncime fiind saturate în oxigen, la sfârșitul perioadei de stagnare în proporție de 30%-70%.
 - Lacuri eutrofe: încărcare puternică cu nutrienți, producție ridicată de alge, temporar explozia algelor, transparență mai mică de 2m. Periodic se manifestă dispariția totală a oxigenului în apele de adâncime, la sfârșitul perioadei de stagnare saturația în oxigen este de 0%-30%, în schimb apele de suprafață sunt suprasaturate în oxigen.
 - Lacuri politrofe: încărcare extremă de puternică cu nutrienți permanent disponibili, dezvoltarea masivă a algelor predominând adesea algele albastre, transparență foarte mică de ordinul centimetrilor, consum extrem de ridicat de oxigen care cuprinde cea mai mare parte a volumului de apă, temporar în apele de adâncime apare hidrogenul sulfurat.

În tabelul de mai jos sunt date caracteristicile ale celor trei tipuri principale de lacuri (lacurile mezotrofe au caracteristici intermediare între lacurile oligotrofe și eutrofe). Trebuie adăugat că această grupare a lacurilor nu este rigidă, deoarece aspectul lor biologic se poate schimba în timp, uneori mai repede, alteori mai încet. Datorită în special poluării apelor, viteza cu care un lac eutrof devine distrof este foarte mare.

Caracteristicile lacurilor	Oligotrof	Eutrof	Distrof
Răspândire	regiuni alpine	generală	regiuni mlăstinoase
Aspectul apei Transparență Culoarea	curată mare albastră-verzuie	limpede reducă verzuie, galbenă, brună	turbid variabilă galbenă-cafenie
Temperatura	rece	variabilă, stratificată, vara și iarna	variabilă
Adâncimea Coeficientul malului	mare mic	variabilă mare	variabilă variabil
Săruri nutritive	reduse	abundente	foarte puține
Duritatea	reducă	variabilă	variabilă
Materii humice	lipsesc	puține	abundente
Reacția	variabilă	neutru alcalin	acidă
Substanțe organice în ml	foarte puține	foarte multe	acizi humici
Putrescibilitatea	reducă	crescută	variabilă
Depozite de fund	gyttia cu ca și sau mărne	gyttia (sapropel)	gy sau gyttia
Oxigenul în hipolimnion	mult	puțin	variabil
Plancton	puțin și uniform	bogată și variată	sărac
Flora macrofită	săraca	bogată	foarte redusă
Pesti	salmonide	ciprinide	nevalorosi
Biomasa bentoică în indiv. / m ² În g/m ²	300-1.000 1-4	2.000-10.000 20-100	10-20 0,1
Stadiul evolutiv	tinerete	maturitate	îmbătrânire
Evoluție viitoare	spre eutrof	prin colmatare spre balta	turbare cu <i>Sphagnum</i>

13	ECOSISTEME ACVATICE
-----------	----------------------------

cursul 13. Lacul - Caracteristicile fizico-chimice și biologice ale lacului

Caracteristicile fizico-chimice ale lacului

Totalitatea factorilor fizici, chimici și biologici care acționează într-un lac constituie cadrul în care își desfășoară viața organismele vii ale bazinului.

Factorii fizici

Masa de apă reprezintă spațiul în care se dezvoltă viața. De mărimea acestui spațiu depinde natura biocenozelor, mărimea indivizilor, deplasarea organismelor (gradul de mobilitate), formarea cardurilor (posibilitatea de asociere), cantitatea de produse sexuale etc. Se cunosc cazuri când indivizii aceleiași specii în bazine mici au o talie mai mică decât în bazine mai mari (*Astacus*). Un bazin mic (un lac de munte) permite o dezvoltare limitată de forme acvatice, de talie relativ mică, ce trăiesc mai mult individual, iar cantitatea produselor sexuale nu este prea mare. Un bazin mare (de exemplu lacul Baikal) permite dezvoltarea a foarte multe asociații de organisme, creșterea unor indivizi de talie mică care se asociază în carduri și care depun cantități foarte mari de produse sexuale.

Adâncimea lacurilor este numai excepțional foarte mare. Baikalul are 1 706m; Tanganika, 1 435m; lacul Crater din Oregon (S.U.A.) are 608m; lacul Superior (S.U.A.) are 393m; lacul Ontario (Canada) are 237m; Ladoga are 250 m și Issikul are 702m (U.R.S.S.); Huron 236m; Titikaka 304m etc. În aceste lacuri adânci se poate vorbi și de o *presiune hidrostatică*, a cărei acțiune se exercită în spre adâncuri (la fiecare 10,5m presiunea crește cu o atmosferă). Ca urmare și densitatea apelor crește cu adâncimea, astfel:

-la suprafață →→densitatea=1,0000 g/l;	presiunea= 1 atm;
-la 100m →→ densitatea =1,0005 g/l;	presiunea=10 atm;
-la 200m →→densitatea =1,0010 g/l;	presiunea=20 atm;
-la 300m →→densitatea =1,0015 g/l;	presiunea=30 atm;
-la 500m →→densitatea =1,0024 g/l;	presiunea=50 atm;
-la 1000m →→densitatea =1,0044 g/l;	presiunea=100atm;
-la 1500m →→densitatea =1,0080 g/l;	presiunea=150atm.

Modificările de nivel care pot surveni la diferite lacuri, fie ca urmare a evaporatției intense, fie a aportului redus de ape externe au consecințe importante asupra zonei litorale, trofogene. Ca urmare, o mare cantitate de materie organică (plante) rămâne emersă, se usucă sau putrezeste. În bună parte ea se mineralizează sub acțiunea soarelui. Dar lipsa unor plante din economia lacului duce și la diminuarea oxigenului produs prin asimilatia clorofiliană; acestea contribuie în largă

masura la cresterea volumului util de ape. Astfel de modificari de nivel se produc mai ales la lacurile cu zona litorala foarte putin inclinata. De exemplu, un lac poate avea o suprafata de circa 100 000 km², iar in perioada secetoasa suprafata se reduce aproape la jumatate, avand o diferenta de nivel abia de 2 m.

Greutatea specifica a apei este de 775 ori mai mare decat a aerului. Ca urmare, corpurile sunt scoase spre suprafata cu o forta cu atat mai mare cu cat greutatea lor specifica este mai apropiata de aceea a aerului. Corpurile se vor mentine cu atat mai usor in stare de plutire, cu cat inglobeaza un volum mai mare de aer in interiorul lor.

Vascozitatea apei lacurilor variaza destul de mult, dupa cantitatea de materii organice si anorganice aflate in suspensie. In general vascozitatea scade cu cresterea temperaturii. Rezistenta pe care o opune apa miscarilor de inot depinde si de vascozitatea si de densitatea acesteia. Ca urmare, organismele acvatice au capatat o forma alungita (fusiforma), care intampina cea mai mica rezistenta de inaintare. Dat fiind ca rezistenta la inaintare este, totusi, de aproximativ 100 ori mai mare ca in aer, toate animalele acvatice superioare au muschi puternici. Forma alungita ca un fus este un rezultat al adaptarii. Calculele matematice si fizice arata ca ea prezinta cea mai mica rezistenta in apa si creeaza cea mai putin curenti de convecție posteriori, care se opun inaintarii prin aspiratia ce o exercita asupra corpului respectiv. Variatia temperaturii lacurilor determina variatii ale densitatii si vascozitatii apei. Ca urmare, o serie de organisme (*Daphnia*) isi schimba forma vara sau iarna, ca rezultat al schimbarilor privind frecarea si greutatea corpului. Principiul care sta la baza acestui fenomen este: suprafata variaza cu patratul dimensiunii, pe cand volumul variaza cu cubul dimensiunii. Suprafata corpului este determinată de densitatea si vascozitatea apei iar volumul de cantitatea de hrana si valoarea metabolismului.

Tensiunea superficiala este o forta care execita la suprafata de separatie a apei cu aerul. Datorita fortelor de tensiune superficiala (*T.S.*) gasim in lacuri doua asociatii de suprafata:
epineustonul, spre aer
hiponeustonul, spre apa.

In *epineuston* se intalnesc insecte (geride, veliide, gyridine, colembule, paianjeni) ale caror picioare sunt induse cu substante hidrofuge astfel ca nu se "inmoaie" in apa si pot folosi stratul de apa de la suprafata ca un support pe care se deplaseaza. Daca se pun substante hidrofuge (eter, benzene, acetona) pe suprafata apei, insectele se scufunda si mor inecate.

In *hiponeuston* adesea traiesc hydre, planarii, ostracode, cladocere, larve de tantari sau de alte insecte, melci etc. Ele "atarna" de patura de apa de la suprafata si inainteaza sustinadu-se de ea. Unele gasteropode si planarii secreta la suprafata apei o pelicula intinsa de mucus de care "se atarna" si inainteaza sub oglinda apei ca si când ar fi legate de o parasuta plutitoare. Pe un fir subtire de mucus se pot lasa in jos sau se pot ridica in sus. Unele insecte *Argyroneta* pastreaza in jurul corpului lor paros, indus cu substante puternic hipotensive o bula de aer, care le serveste drept "plaman artificial" ptr respiratie. Multe plante elibereaza la nivelul frunzelor substante hipotensive ce impiedica apropierea micilor crustacei sau a altor organisme mici care le-ar putea consuma. In sfarsit, sunt frecvente cazurile cand mici animale nectonice, ajungand in contact cu stratul de molecule de la suprafata apei raman lipite de aceasta si expuse uscaciunii mor.

Lumina Apa lacurilor continentale este, in general, transparenta. Patrunderea luminii in lac depinde insa de foarte multi factori: de unghiul de incidenta al razelor luminoase, de suprafata lacului, de intensitatea luminii, de latitudinea lacului, de sezon si gradul de acoperire al cerului cu nori, de substantele solvate sau aflate in suspensie in apa.

Ca urmare a absorbției și reflectiei de radiații diferite, apele lacurilor pot prezenta diverse culori. Astfel, culoarea apelor adânci ale lacurilor curate (oligotrofe) este albastruie. O parte a luminii incidente este reflectată și numai o parte patrunde în apă, unde suferă fenomenul de refracție. Suprafața apei joacă rolul unei oglinzi pentru fenomenele luminoase din masa apei lacului. Culoarea apei lacurilor poate fi însă datorată nu numai absorbției selective a radiației luminoase ci și unor organisme, suspensii și chiar a unor substanțe colorate solvate. Lacul Tovel din Italia are ape roșii, datorită prezentei în cantități mari a algei *Gloennodinium sanguineum*.

Pentru biologia lacului este important să se cunoască adâncimea la care patrunde lumina și diferitele ei radiații, deoarece lumina are acțiune importantă asupra vieții. Astfel, asimilatia clorofiliană depinde de lumina; intensitatea și durata fotosintezei este proporțională cu intensitatea și durata luminii, dar ca valoare ea depinde de specie. De patrunderea luminii în adâncuri depinde distribuția algelor și, deci, zona trofogenă a lacurilor. În apele curate zona trofogenă poate avea o grosime de câțiva zeci de metri, pe când în apele turburi algele sunt cantonate în primii 2-3 m de la suprafață. Plantele verzi se găsesc spre suprafață, algele brune mai adânc iar algele roșii și mai la adâncime. Această distribuție este pusă în legătură cu radiațiile luminoase care patrund la diferitele adâncimi.

Temperatura apei constituie unul dintre factorii cei mai importanți pentru viața organismelor hidrobionte. Studiul termic al lacurilor poate fi privit fie din punct de vedere al intensității termice, când valorile se măsoară în °C, fie al capacității termice, când valorile se măsoară în calorii. Temperatura unei ape măsurată în °C nu depinde numai de aportul și pierderea de căldură, ci și de capacitatea ei termică: cu cât aceasta este mai mare, cu atât temperatura apei este mai constantă; iar de constanta termică depinde metabolismul organismelor.

Temperatura unui lac depinde în primul rând de situarea lui geografică (altitudine și latitudine), putând primi mai mult sau mai puțină căldură solară. Valoarea temperaturii variază însă cu adâncimea. Apa care se răcește noaptea coboară spre fund până la adâncimea determinate de valoarea temperaturii ei și de densitate. În regiunile nordice diferențele de temperatură între zi și noapte sunt mici și de valori scăzute, din care cauza variațiile termice cu adâncimea sunt și ele mai mici. În regiunile tropicale diferențele de temperatură sunt de asemenea mici, dar de valori ridicate, astfel ca nu se produc salturi pe verticală. Numai în regiunile temperate diferențele de temperatură între zi și noapte sunt mai mari astfel apei noaptea coboară până la adâncimi 10-20 m, formând aici o zonă termoclină specifică (metalimnion) în care pe o distanță de câțiva metri se produce un salt termic de 10-15°C. Această zonă începe de obicei la adâncimea până la care se resimt variațiile zilnice ale temperaturii apelor pe o suprafață; dar cu cât adâncimea lacului este mai mare cu atât și zona termoclinei este mai joasă.

După regimul lor termic, lacurile pot fi diferențiate în:

- *lacuri polare*, a caror temperatură de suprafață este în tot anul sub 4°C, adică în majoritatea vremii sunt înghețate. Apa de la fundul lacului este întotdeauna de 4°C, dar spre suprafață temperatura poate urca până la 0°C. Ele au, deci, o mică circulație verticală și o stratificare inversă tot timpul anului;
- *lacuri temperate*, a caror temperatură la suprafață poate fi sub sau peste 4°C. Apa de la fund poate avea 4°C sau mult mai ridicată, constatându-se două circulații, de primăvară și de toamnă;
- *lacuri tropicale*, a caror temperatură la suprafață este întotdeauna mai mare de 4°C. La acestea se observă circulații termice diurne continue tot timpul anului.

Intre cantitatea de caldura primita de la un lac si cea pierduta anual se stabileste un echilibru sau o diferenta care masoara bugetul sau termic. Prezentam mai jos cateva date:

Lacul si situarea lui	Cat primeste (g/cal)	Cat pierde(g/cal)	Diferenta
Cayuga (New York)	37 450	27 750	-9 600
Green (Wisconsin)	34 000	26 200	-7 800
Bourget(Franta)	31 900	34 600	+2 300
Trauna(Austria)	33 400	32 100	-1 300
Wörn(R.F.Germania)	23 800	20 700	-3 100
Vettern(Suedia)	32 000	16 200	-15 800
Ladoga(U.R.S.S.)	33 300	18 000	-15 300
Karluk(Alaska)	33 500	18 900	-14 600

De excedentul termic al unui lac depinde si valoarea temperaturii sale si a relativei constante. O parte a caldurii unui lac se transfera fundului(8-10%). In alte cazuri insasi caldura de fund poate sa se adauge la cea primita de la soare.

Valoarea termica a unui lac este mult mai scazuta atunci cand prin el trece un rau care antreneaza mai ales apele de suprafata care se incalzesc mai mult sub actiunea soarelui. Acesta este cazul lacului Geneva prin care trece Rhonul; ca urmare temperatura lacului este in tot timpul anului foarte scazuta . O situatie asemanatoare se petrece si in lacurile de baraj.

Partea de apa de deasupra saltului termic se numeste *epilimnion* iar cea de sub ea se numeste *hipolimnion*; partea termocline i s-a dat numele de *metalimnion*. Fiecare din aceste zone are o serie de caracteristici foarte insemnate pentru viata lacului. Din cauza variatiilor termice externe si a proprietatilor termice si calorice ale apei, regimul termic al lacurilor din zona temperate prezinta o serie de caractere extreme de importanta pentru viata.

I n t r a -lacul ingheata la suprafata având temperatura de 0°C, chiar daca in atmosfera sunt geruri mult mai mari. Apele de sub gheata se incalzesc spre fund, unde se acumuleaza apa cu densitatea ce mai mare (4°C). Aceasta situatie determina o stratificatie negativă care se pastreaza ca atare tot timpul iernii (*stagnatia de iarna*).

P r i m a v a - gheata se topeste sub actiunea caldurii solare. Apa care rezulta ia temperaturi pozitive de 1°,2°,3°, si in final de 4°C, astfel ca la un anumit moment tot bazinul are ape cu temperatura de 4°C. Dar pentru a ajunge la aceasta stare apele de la suprafata, mai calde si cu densitate mai mare, circula spre fund antrenand cu ele si oxigenul pe care il au solvat. Astfel, aceasta miscare a apelor prin care se uniformizeaza regimul termic si continutul in oxigen al apei lacului se numeste *circulația de primăvară*.

V a r a – apele se incalzesc ziua la suprafata, iar noaptea acestea se racesc si cobora spre fund, valorile termice ridicandu-se mereu astfel obtinandu-se o *stratificatie de vara* a lacurilor, care se pastreaza ca atare pana la toamna.

T o a m n a - apele se racesc din nou, cele de suprafata coboara spre fund antrenand si oxigenul solvat. Este o noua uniformizare termica si de oxigen a apei lacului, care se numeste *circulația de toamnă*.

Lacurile adanci afecteaza negativ calitatea apei, deoarece apare fenomenul de stratificatie cu consecinte negative pentru stratul inferior:

- stratul superior se încălzește și apa fiind mai ușoară stă la suprafață. Lumina favorizează dezvoltarea algelor care produc oxigen, iar vântul produce curenți care asigură amestecul apei din stratul superficial și deci o bună distribuire a oxigenului dizolvat.
- stratul inferior, cu temperatură constantă de 4°C, fără curenți verticali, fără lumină este lipsit de aportul de oxigen. În schimb în stratul inferior ajung, din straturile superficiale ale lacului, substanțe organice ("ploaia biologică") ce coboară lent, în ore sau zile, spre fundul lacului. Viața în aceste straturi adânci este reprezentată la forme simple de organisme cu metabolism anaerob, ceea ce la rândul lor duc la reducerea calității apei. Acest fenomen nu este foarte grav în zona temperată, deoarece apare fenomenul de "turnover" bazat pe variația sezonieră de temperatură și pe faptul că apa are cea mai mare densitate la 4, atât cea mai rece cât și cea mai caldă fiind mai ușoare. Dacă lacul îngheață iarna la suprafață, turnoverul se produce de două ori pe an iar lacul se numește dimictic. Dacă nu apare îngheț la suprafață, amestecul e o dată pe an și lacul e numit monomictic. Lacurile puțin adânci pot fi polimictice, iar cele adânci din zona tropicală sunt amictice, adică nu se produce amestec. Distingem și lacuri mecomictice, adică cu amestec vertical incomplet.

Mecanismul de turnover este următorul: Apa din epilimnion se răcește toamna treptat și când ajunge să aibă densitate mai mare ca cea din hipolimnion se lasă spre fund și deci apa se amestecă. Dacă lacul îngheață, apa de la fund se menține la 4°C și nu îngheață, iar stratul superficial e mai rece, sub stratul de gheață. Primăvara, dacă lacul a fost înghețat, după topirea gheții stratul superficial se încălzește și atinge nivelul de densitate maximă, ceea ce produce lăsarea spre fund și deci o a doua amestecare.

Aparent un lac care îngheață, prin cele două turnoveruri, ar fi mai favorabil vieții. În realitate stratul de gheață are și efecte negative, reducând sau anulând aerarea și cantitatea de lumină solară ce pătrunde în lac deci implicit producția de oxigen prin fotosinteză, încât există riscul de apariție a condițiilor anoxice și reducătoare.

În lacurile adânci tropicale, unde stratificația e netă și continuă, nu se produce turnover. Acolo apa de fund e anoxică, încărcată de produși toxici cum e hidrogenul sulfurat, săruri de mangan și fier și alte substanțe ce modifică negativ culoarea, gustul și mirosul apei. De exemplu marile lacuri din riftul african (Tanganyka, Malawi etc.) sunt lacuri anoxice și cea mai mare parte a apei nu are o calitate bună.

În cazul lacurilor de acumulare artificiale, din aceleași motive, adâncimea ridicată este un dezavantaj, din cauza acestui fenomen de stratificație ce afectează negativ calitatea apei. Prin urmare lacurile prea adânci nu sunt de dorit. La acumulări se poate combate stratificația, de exemplu prin amplasarea de prize de apă la înălțimi diferite în baraj, astfel că prizând de la diferite nivele se produce amestec și nu iese apă neoxigenată de fund de lac cum adesea se întâmplă acum când la multe baraje se uzinează și restituie în râu aval de baraj apă prizată la fund și deci cu calitate mai redusă.

În afara mamiferelor acvatice toate celelalte animale din lacuri sunt *poikiloterme* și au un metabolism ce depinde de valoarea termică a apei. Valoarea metabolismului crește odată cu temperatura, cu circa 10% pentru o diferență în plus de 1°C. Un plus de 10°C mărește valoarea Q de 2-3 ori. De mărirea metabolismului depind valorile alimentare ale animalelor.

În general, organismele acvatice sunt adaptate unei temperaturi medii, având limitele minime sau maxime care variază după specie, sex, vârsta etc. Cele la care limitele de variație termică sunt foarte restrânse sunt *stenoterme*, iar cele care pot suporta mari variații de temperatură sunt

euriterme (mai ales organismele care fac migratii mari pe verticala sunt euriterme). In multe lacuri polare s-a constatat ca o serie de organisme pot ingheta si la topirea ghetii pot reveni la viata acvatica. Problema nu este definitiv lamurita si necesita studii noi.

Variatiile termice ale lacurilor determina schimbari sezoniere, cantitative si calitative ale organismelor. Primavara, in majoritatea lacurilor din zona temperata se dezvolta puternic diatomeele (*Melosira*, *Asterionella*), care adesea ajung la un numar atat de mare ca produc "inflorirea" apei. Odata cu incalzirea apei si cresterea continutului de substante organice solvate, se dezvolta protococcaceele, iar in timpul verii, odata cu incalzirea apelor, predomina algele verzi: *Microcystis*, *Oscillatoria*. Multe din acestea mor si apa se imbogateste in substante organice care sufera procese de mineralizare; spre toamna se dezvolta din nou diatomeele. Zooplanctonul este cel mai bogat in timpul verii.

Ciclomorfoza este un fenomen in cea mai mare parte determinat de variatiile termice care, la randul lor, cauzeaza schimbari ale altor factori de mediu (vascozitatea, densitatea apei). Formele de vara ale multor specii (cloroficee monocelulare, crustacei) sunt mai ascutite, mai fragile decat formele de iarna. La *Daphnia*, la *Bosmia* etc, modificarile sunt foarte evidente si s-a crezut la inceput ca ar fi vorba chiar de specii diferite.

De temperatura mediului depinde si marimea corpului. In apele mai reci dezvoltarea se face mai incet si dureaza mai mult, animalele cu crestere continua putand ajunge la talii mai mari decat aceleasi specii in apele mai calde:

Temperatura	<i>Stylonichia mytilus</i>	<i>Rana esculenta</i>
10 °C.	705 microni cubi	50g/medie
25 °C.	289 microni cubi	30g/medie

Un alt fenomen biologic dependent de temperatura este *heterogonia* adica alternarea de generatii sexuate si asexuate. Unele specii sunt monociclice, adica au o singura generatie sexuata; altele sunt diciclice sau policiclice (2 sau mai multe generatii sexuate). Dar sunt si specii aciclice, care se inmultesc asexuat. *Daphnia* in Europa este monociclica, dar in regiunile de ape tropicale este policiclica.

Cand temperaturile apelor lacustre scad puternic, multe organisme isi formeaza organe de rezistenta la frig sau in intregime se transforma in forme rezistente la frig (gemule, chisti, podocisti, oua). *Daphnia* traieste si creste in limite de la 2° la 8° C, dar nu se reproduce in acest interval de temperatura. Inmultirea sexuata se face la peste 12°C, iar peste 15°C incepe inmultirea partenogenetica.

Agentii atmosferici. Vanturile pot determina miscari ale apei lacurilor, mai ales daca au o anumita viteza si constanta. Ele determina valuri care devin evidente in lacurile mari, de ex. in Baikal ajung pana la 3 m inaltime, dar se observa pe orice lac sub forma unor ondulatii de diferite marimi la suprafata apei.

Miscarea într-o singura directie a vanturilor pe un lac determina curentii orizontali care, la un vant de 3m/s, se deplaseaza cu viteza de 10cm/s. Aceste miscari de ape pot rupe si sfarma tarmul

iar atunci când sunt puternice provoacă, indirect, și circulația apei pe verticala lacului. Relieful din jurul lacului poate determina ca vântul să capete o mișcare circulară și, astfel, să se antreneze în acest sens și apele lacului. Vântul care provoacă mișcarea apelor are un rol important în amestecarea lor. Aceste mișcări ale apei pot ridica materialul depus pe fundul lacului provocând tulburarea apelor, transporta animale, produse sexuale. Lacurile în general, nu prezintă fenomene de maree. În unele cazuri se constată fenomene numite *seize*, care constituie o denivelare temporară a nivelului apei într-o parte a lacului în sus și în alta parte în jos. Ele se datorează unei acțiuni locale ale atmosferei, consecutiv creșterii presiunii atmosferice în partea opusă.

Factorii chimici

Sărurile minerale din apa lacurilor provin fie din substratul propriu, fie din apele care se varsă în lac, din precipitații, din apele de șiroire, din praful adus de vânt. În general în apa lacurilor sărurile nu depășesc 0,5 g/l, dominanți fiind carbonații și bicarbonații de Ca și Mg, înă în condiții de climat arid domină sulfatii.

Calciul este necesar dezvoltării algelor, ciupercilor, crustei și scheletului multor organisme acvatice, magneziul este indispensabil la formarea clorofilei, fierul pentru pigmentii respiratori, etc.. O cantitate sub anumite cerințe din fiecare cation este în general un factor limitativ al dezvoltării tuturor organismelor acvatice.

Bioelementele se găsesc într-o circulație permanentă și în concordanță cu producția primară a bazinului. Ele își au originea în materiile organice care se găsesc atât dizolvate cât și sub formă coloidală.

Oxigenul din lacuri provine mai ales din procesele de fotosinteză și din difuziunea gazului din atmosferă. Pătrunderea oxigenului din aer în apă este în general foarte lentă, însă mișcarea apei amplifică mult procesul de difuziune. Solubilitatea oxigenului în apă este invers proporțională cu temperatura, apele reci conțin mai mult oxigen decât cele calde. De obicei, în fiecare lac cauzele care măresc și cele care micșorează cantitatea de oxigen din apă variază în limite destul de largi, astfel că întâlnim saturații destul de diferite de la un lac la altul. Uneori în apa lacurilor se constată fenomenul de “zamor”, adică de mortalitate în masă a organismelor din cauza lipsei oxigenului. Acest fenomen se produce adesea vara, după o înflorire puternică a apelor. În urma dezvoltării excesive mai ales a unor specii de alge, se ajunge la o insuficiență de oxigen, care provoacă în cascadă o lipsă totală a acestui gaz, mai ales că indivizii morți, intră în procesul de descompunere bacteriană, prin procese oxidative, care accentuează dispariția oxigenului dizolvat din apă. Fenomenul de “zamor” se poate produce și iarna sub gheață, când asimilația clorofiliană este încetinită, iar din aer nu mai pătrunde oxigen în apă.

Bioxidul de carbon se găsește în apă mai mult decât în aer (1,7 % în apă față de 0,003% în aer) sursele de proveniență fiind atmosfera, apele subterane, respirația, reacții de oxidare. Scăderea CO₂ din apă se datorează în primul rând fotosintezei și utilizării lui în producerea de substanță organică, în producerea de cruste, dar și datorită difuzării lui în atmosferă atunci când presiunea sa parțială în atmosferă scade foarte mult. Raportul dintre CO₂ liber și cel legat depinde întotdeauna de valoarea tensiunii sale parțiale în apă. Acumularea de CO₂ în hipolimnion (de unde se eliberează mai greu), alături de alte gaze (metan) și substanțe (azotiți) toxice, determină o intoxicare progresivă a animalelor de aici.

pH-ul lacurilor este în general cuprins între 6,5 – 8,5, acesta având o variație atât sezonieră cât și diurnă. Aceste variații sunt mai ample în lacurile mici și bine populate deoarece activitatea organismelor influențează pH-ul, mai ales în zona de suprafață a lacurilor. Plantele, utilizând CO₂-ul, în procesul de fotosinteză, determină alcalinizarea apei. În schimb, diminuarea procesului de fotosinteză și amplificarea celui de respirație, determină o acidifiere a apei. Astfel, în lacurile și bălțile bogate în fitoplancton, pH-ul poate avea dimineața, înainte de răsăritul soarelui, valoarea de 5,6, iar după amiază valoarea de 9,5. Aceste variații ample sunt dăunătoare pentru organismele acvatice, de aceea, dacă apa are destui bicarbonați și carbonați de calciu și magneziu, aceștia acționează ca soluție tampon și fac ca pH-ul să varieze în limite restrânse, în jurul valorii neutre de 7.

Caracteristicile biologice ale lacului

Lacul este un ecosistem cu un mare grad de autonomie și complexitate, cu organisme din foarte multe grupe sistematice care se găsesc în asociații caracteristice și dependente unele de altele. Rolul principal în viața lacurilor îl joacă aceste asociații (*biocenoză*) și numai în mod excepțional prezenta unor indivizi (de o anumită specie și talie) poate influența ansamblul fenomenelor biologice din lac.

La fel ca în toate ecosistemele, într-un lac există (ca în oricare bazin acvatic) cele trei mari grupe funcționale de organisme:

-*producătorii de substanță organică*, care pe seama sărurilor minerale din apă și a energiei solare pot sintetiza în corpul lor substanțe proteice, glucidice, lipidice, enzime etc.; ei dau așa-numita “producție primară” a bazinului acvatic pe seama căreia se hrănesc toate organismele animale;

-*consumatorii* sunt în special animalele care nu pot realiza sinteza de substanță organică și trebuie să se hrănească cu produse organice sintetizate de producători;

-*reducătorii*, adică bacteriile, care descompun materia organică moartă (cu ajutorul enzimelor) o degradează prin fenomene de oxidare sau de reducere până la stadiul de elemente minerale solubile, pe care le redau apoi apei.

Raporturile între aceste trei mari grupe de organisme sunt integrate aparent într-un circuit perfect închis, care se menține ca atare numai pe seama transformărilor ce au loc în ecosistemul lacustru. În realitate, lucrurile sunt mai complexe. Din lac iese anual o serie de materii: metan (care conține o parte din carbonul organic), se depun calcare sau marne (iese o parte din carbonați și din compuși cu calciu), se scoate o anumită cantitate de pește (care uneori poate duce chiar la dezechilibrarea circuitului biologic dacă se face în mod necontrolat). De asemenea, în bazin poate intra mai mult sau mai puțin material organic (detritus, cadavre de la exterior).

La fel ca în majoritatea ecosistemelor acvatice, într-un lac există următoarele biocenoză și cenoze importante: planctonul, bentosul și nectonul.

Planctonul lacului, numit în și *limnoplanton*, este în general sărac ca număr de specii, dar poate să prezinte uneori înmulțiri extraordinare a numărului de indivizi ai unei specii, din această cauză tot bazinul este invadat de o singură specie. Planctonul este alcătuit din organisme bine adaptate la plutirea în apă, având un conținut mare de apă, adesea chiar picături de grăsime în protoplasmă, cu părțile scheletice foarte subțiri și cu destul de multe apendice.

Distribuția formelor planctonice în masa apei nu este regulată. Astfel, pe orizontală, vântul poate acumula cantități mari de plancton în direcția în care bate, în special în zonele de golf se adună mari cantități de zooplancton, trecerea unui curent de apă prin lac crează în jurul acestuia un gol planctonic. Mult mai complexă este distribuția planctonului pe verticală, ea depinzând de o serie de factori de mediu precum: lumină, temperatură, (variația diurnă și variația sezonieră) prezența hranei, oxigen, etc.

O serie de studii efectuate în diferite lacuri arată următoarea distribuție a planctonului în funcție de adâncime:

- fitoplanctonul este pasiv în ceea ce privește migrația pe verticală, el se localizează exclusiv în zona fotică (luminată) a lacului
- cele mai numeroase alge sunt diatomeele al căror număr de indivizi este mai mare primăvara și toamna. Diatomeele se găsesc răspândite până la adâncimi de 10 – 15 m . Distribuția lor pe verticală nu este uniformă, numărul maxim de diatomee găsindu-se întotdeauna în paturile de apă a căror temperatură este mai scăzută
- cloroficeele sunt dominante vara, ele localizându-se în primii 10 m adâncime, spre toamnă, când apele de la suprafață se mai răcesc și ele se retrag spre adânc;
- zooplanctonul este activ în ceea ce privește migrația pe orizontală, dar mai ales pe verticală.
- Migrația pe verticală, în special a unor specii de cladocere și copepode, determină modificări cantitative și calitative ale planctonului chiar în decursul aceleiași zile, între noapte și zi.
- Amplitudinea migrațiilor pe verticală la unele specii poate atinge 50 m/zi, viteza de coborâre/urcare fiind diferită.
- Noaptea zooplanctonul urcă în pătura superioară a apei pentru a se hrăni prin filtrarea apei încărcate cu alge și rotiferi. Probabil că în această perioadă sunt mai ferite de prădători, care pe timp de zi i-ar vedea și i-ar ataca. Adesea și temperatura poate interveni în declanșarea sau modificarea migrațiilor pe verticală.

Biomasa planctonică variază de la un lac la altul, de la un sezon la altul, fiind determinată de factorii fizico-chimici și biologici, dintre aceștia disponibilitatea sărurilor biogene pentru fitoplancton fiind unul din factorii determinanți

Bentosul lacului se diferențiază într-un:

- bentos litoral, ce se găsește la țărmul lacului, unde aproape întotdeauna se găsește o zonă de nisip (psamon). În regiunea litorală natura substratului poate varia, putem întâlni substrat pietros, nisipos, argilos și vegetație.
- bentos profundal, ce se găsește în zonele de adâncime ale lacului, care este în general de natură măloasă.

Distribuția bentosului pe o secțiune radiară a unui lac este neuniformă, în general se întâlnesc următoarele grupe de organisme:

- în bentosul litoral se întâlnesc ambele componente ale biocenozei și fitobentosul și zoobentosul. Fitobentosul este alcătuit din plante superioare ce se eșalonează de la mal spre larg astfel: flora dură, flora emersă, flora submersă. Zoobentosul este dominant de larvele de insecte și moluște. Populațiile cele mai dese se găsesc în primii 10 m adâncime.

- bentosul profundal este reprezentat numai de zoobentos, aici găsiindu-se: sponieri, briozoare, plathelminți, anelizi, nematozi, bivalve, iar în regiunea de fund, săracă în oxigen, se întâlnesc mai ales chironomide. În dreptul stratului în care se realizează saltul termic (metalimnion) numărul și biomasa bentosului scade puternic, pentru a crește din nou spre adâncimea de 20 – 30 m. Densitatea maximă a bentosului profundal se găsește la o adâncime care depinde de adâncimea maximă a lacului și de mărimea acestuia.

Nectonul lacului este alcătuit din animale bune înotătoare care înoată pe toată întinderea și adâncimea lacului. El este reprezentat în special de pești, pe lângă care se mai adaugă broaștele țestoase, șerpii de apă și chiar unele păsări și mamifere care traiesc pe lângă lacuri care pentru capturarea hranei înoată în masa apei pentru câteva minute.