



Academia de Științe Agricole și Silvice "Gheorghe Ionescu-Sisești"  
**INSTITUTUL DE CERCETARE - DEZVOLTARE PENTRU ECOLOGIE  
ACVATICĂ, PESCUIT ȘI ACVACULTURĂ - GALAȚI**



CUI: 14785680, Str. Portului nr.54, Cod Poștal 800211, Galați, ROMÂNIA  
Tel 0236 416 914, Fax 0236 414 270  
email: ICDEAPA.Galati@asas.ro / www.asas-icdeapa.ro



## **RAPORT DE MONITORIZARE A IHTIOFAUNEI DIN RÂUL PRUT (ZONA PRUTULUI INFERIOR) - ANUL 2023**



## Colectiv de realizare

CS II conf.univ.dr.ing Floricel Maricel DIMA

CS I prof.univ.dr.ing. Neculai PATRICHE

CS III dr.ing. Magdalena TENCIU

CS III dr.ing. Maria Desimira STROE

CS III dr ing. Mirela CREȚU

CS III dr ing. ec Elena SÎRBU

CS ing. Marilena Florentina LĂCĂTUȘ

CS chimist Elena Ioana COMAN

Mulțumiri d-rei Asistent cercetare dr.ing. Ira Adeline SIMIONOV care a facilitat și a lucrat analizele de metale grele efectuate cu suportul tehnic al proiectului „An Integrated System for the Complex Environmental Research and Monitoring in the Danube River Area”, REXDAN, cod SMIS 127065, co-finantat Fondul de Dezvoltare Regionala al Uniunii Europene, prin programul Operational Competitivitate 2014–2020, contract număr 309/10.07.2021

## Cuprins

1. Introducere.....	1
1.1. Date generale cu privire la râul Prut.....	1
1.2. Considerații generale privind Parcul Natural Lunca Joasă a Prutului Inferior.....	4
2. Materiale și metode de lucru.....	7
2.1. Materiale și metode privind efectuarea pescuitului științific pe râul Prut.....	8
2.1.1. Pescuitul în scop științific.....	8
2.1.2. Metode și tehnici de capturare a peștilor.....	9
2.1.3. Metode de capturare a peștilor în bazine acvatice mici (pârâuri, râuri).....	9
2.1.4. Prelucrarea materialului piscicol colectat.....	13
2.2. Materiale și metode de lucru privind cercetările hidrochimice și hidrobiologice ale probelor de apă.....	15
2.2.1. Materiale și metode privind studiul hidrochimic.....	15
2.2.2. Materiale și metode privind studiul hidrobiologic.....	18
2.3. Materiale și metode privind determinarea conținutului de metale grele.....	21
3. Rezultate și discuții.....	22
3.1. Evaluarea materialului biologic pescuit.....	22
3.2. Analizele fizico-chimice ale apei.....	24
3.3. Analiza hidrobiologică a apei.....	25
3.4. Analiza metalelor grele.....	27
4. Concluzii.....	31
Anexe.....	32

## 1. Introducere

De zeci de ani organismele de mediu și autoritățile de reglementare încearcă să monitorizeze bazinele hidrografice al apelor interioare printr-o gamă largă de parametri. Aceștia includ caracteristici fizice ale apei, cum ar fi turbiditatea, temperatura și debitul apei, precum și componența chimică a acesteia și prezența bacteriilor, toxinelor și a altor contaminanți.

Fiecare dintre acești parametri și poluanți necesită o metodă diferită de monitorizare, ceea ce face ca efortul general să fie unul dificil. De ce este oportună efectuarea acestor teste atât de amănunțite și diverse asupra corpurilor noastre de apă și a pământului din jurul lor? Vom aprofunda mai jos motivele și avantajele monitorizării bazinului hidrografic.

### *Corpurile de apă- sursă de apă potabilă*

Fiind resursa prețioasă de care depinde toată viața, apa este absolut esențială pentru supraviețuirea noastră. Faptul că populația globală crește pe zi ce trece, doar o face mai solicitată, motiv pentru care este absolut imperativ să ne asigurăm că avem o aprovizionare abundentă pentru a ne satisface toate nevoile. Monitorizarea captărilor râurilor ne poate ajuta să ținem cont de volumul de apă care trece prin pământul nostru, precum și să stabilim ce metode de tratare sunt necesare pentru a garanta că este adecvată pentru scopuri potabile.

### *Evaluarea bunăstării ecosistemelor*

Cunoașterea concentrațiilor de toxine, bacterii, substanțe chimice și alți contaminanți dintr-un bazin hidrografic nu este important doar pentru protejarea sănătății vieții umane, ci și a florei și faunei care trăiește în zona înconjurătoare. Ecosisteme întregi depind de căile navigabile, cu nenumărate specii care se bazează pe calitatea apei pentru a supraviețui. Desigur, conservarea acestor râuri, pâraie și alte bazine de captare este oarbă fără monitorizare adecvată, așa că implementarea infrastructurii relevante este o sarcină ecologică cheie.

### *Monitorizarea impactului industrial*

Pe lângă observarea efectelor secundare ale apei contaminate asupra plantelor și animalelor care trăiesc în ea, monitorizarea bazinelor hidrografice ne poate ajuta, de asemenea, să urmărim aceste substanțe până la sursa lor. De cele mai multe ori, acestea provin din activitatea industrială antropică, deoarece metalele grele, substanțele chimice și alți poluanți dăunători se pot scurge în mediu. Înțelegerea modului în care acțiunile antropice influențează zonele de captare a râurilor poate ajuta la informarea strategiilor de planificare pentru a evita repetarea acestui lucru în viitor.

### *Rolul cercetărilor*

Având în vedere că în lume există zeci de mii de substanțe chimice în circulație, este logic să presupunem că despre multe dintre acestea avem foarte puține informații. Substanțele suspectate că ar putea fi dăunătoare pentru sănătatea publică și mediu sunt adesea denumite „contaminanți de îngrijorare emergentă”. Cercetările privind comportamentul lor în timp, descompunerea în atmosferă și interacțiunile cu alte forme de viață pot îmbogăți cunoștințele noastre în continuă dezvoltare despre aceste substanțe. Ca atare, monitorizarea bazinelor hidrografice a râurilor reprezintă premise solide de cercetare.

Prezentul raport rezultă din cercetările proiectului „CROSS ECOSS PRUT”, care, prin lucrarea „Studiu de cercetare transfrontalier de valorificare a ecosistemelor în Lunca Joasă a Prutului

Inferior”, a realizat tablouri sinoptice sezoniere privind starea ihtiologică, hidrochimică și hidrobiologică a râului Prut. De asemenea, lucrarea a prezentat rezultate referitoare la determinarea metalelor grele și pesticidelor din probele de sedimente, apă și pește prelevate din zona cercetată. Această lucrare are rolul de a furniza date actuale despre starea ihtiologică, hidrochimică, hidrobiologică și despre determinarea metalelor grele din probele de apă și pește.

### 1.1. Date generale cu privire la râul Prut

Râul Prut izvorăște de pe versantul nord-est al Carpaților Păduroși și are o lungime de 967 km. De la izvoare pe o distanță de 251 km Prutul traversează teritoriul Ucrainei, apoi pe o lungime de 21 km formează hotarul dintre România și Ucraina și pe o lungime de 695 km formează granița dintre România și Republica Moldova, vărsându-se în fluviul Dunărea la 15 km est de orașul Galați (Figura nr. 1).

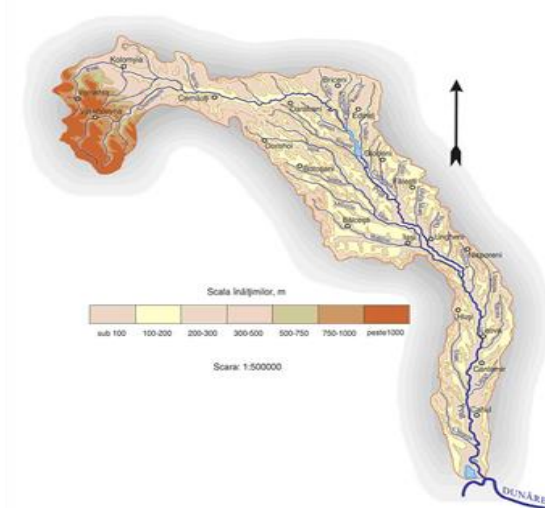


Figura nr. 1. Bazinul hidrografic al râului Prut  
(sursă: [www.ialpug.wordpress.com](http://www.ialpug.wordpress.com))

Suprafața totală a bazinului hidrografic Prut este de 27.540 km<sup>2</sup>, încadrându-l printre bazinele mijlocii. Din această suprafață totală, 8.300 km<sup>2</sup> se află pe teritoriul Republicii Ucraina, 10.900 km<sup>2</sup> pe teritoriul României și 8.250 km<sup>2</sup> pe teritoriul Republicii Moldova. Pe teritoriul românesc suprafața bazinului hidrografic al râului Prut se repartizează după cum urmează:

- în cursul superior 629 km<sup>2</sup>;
- în cursul mijlociu 1.439 km<sup>2</sup>;
- în cursul inferior 8.924 km<sup>2</sup>.

Panta cursului superior a râului este de 3,35%, a celui mijlociu de 1,36%, iar a celui inferior 0,70%. Pe ultima sută de kilometri este de 0,5, înclinația medie 1,63% și coeficientul de sinuozitate a albiei 2,10.

Bazinul hidrografic al râului Prut este situat în partea de est a României, desfășurându-se între 45°23' latitudine nordică și 45°23' latitudine sudică, iar pe longitudine între 26°1' - 28°18'

longitudine estică. Din punct de vedere geomorfologic aparține Podișului Moldovei, fiind extins în toate cele trei mari subdiviziuni ale acestui. El este întins de la nord-est spre sud-est, îngust, asimetric, cu malul drept mai bine dezvoltat în secțiunile de sus și cele mijlocii. Lățimea medie este 51 km, iar lungimea pe teritoriul României este de 724 km.

Debitul mediu anual în cursul inferior este de  $632 \text{ m}^3/\text{s}$ , iar cel multianual la vărsare de  $80\text{--}110 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Temperatura medie anuală a aerului variază de la 8 grade în nord (Avrămești, județul Botoșani) la peste 10 grade în sud (Galați), iar cantitatea medie multianuală de precipitații scade de la 550 mm în nord la 450 mm în partea de sud a bazinului hidrografic.

Pe teritoriul țării, în limitele de suprafață prezentate, Prutul adună apele a circa 13 afluenți de ordinul I și circa 45 afluenți de ordinul II și III.

În bazinul hidrografic Prut se deosebesc râuri cu regim de scurgere permanent, râuri cu regim de scurgere semipermanent (cu frecvența de 80% și 90%, adică cu intervale de secare odată la cinci ani și o dată la zece ani) și râuri temporare. Caracteristic râurilor din bazin este apariția torenților, care provoacă uneori viituri destul de mari, în special la ploi abundente și la topirea zăpezilor.

Din categoria râurilor semipermanente, cu o frecvență de 80%, fac parte râul Jijia, în amonte de Dorohoi, Valea Podriga, Valea Buhai, Pârâul Întors, Valea Reditu, Valea Sitna, Valea Miletin, Valea Jijioara, Valea Lărgii, Valea Bahluț, Valea Costești, Valea Cristești, Valea Sânzieni, Pârâul Nicolina în cursul superior, Pârâul Cacaina, Valea Neagră, Valea Reditu Alb. Cursuri cu regim de scurgere semipermanent, cu o frecvență de 90%, sunt mai puține în bazinul Prut și existența lor este legată de condițiile specifice locale, fie gradul de împădurire, fie alimentarea din pânza freatică, fie o mărime mai mare a bazinelor de recepție. Din această categorie fac parte: Bașeul, Corogea, Nicolina, în cursul inferior, Elan în cursul superior, Covurlui (afluenți ai Prutului), Pârâul Pietrosul și Valea Tiganului (afluenți ai Jijiei), Bărescu și Bahna (afluenți ai Sitnei).

În categoria râurilor temporare intră afluenți de ordinele II și III, cu suprafața bazinului sub  $50 \text{ km}^2$  și unii afluenți ai Prutului. Din această categorie fac parte: Valea Volovăț, Valea Bradului, Valea Sărății, Valea Zahornei, Valea Drislea, Valea Siliștea, Valea Hornești, Valea Tătarului.

Tronsonul Fălciu-Dunăre are o lungime de 160 km, adâncimea medie este de 2-4 m, maximele de 15 m, realizează viteze de 0,4-0,6 m/s. Dintre factorii care influențează secarea râurilor, cei climatici și hidrogeologici sunt hotărâtori în cazul bazinului Prut.

Clima bazinului hidrografic Prut se caracterizează prin precipitații medii anuale în jur de 550 mm, deci deficitară față de valoarea medie anuală pe țară (630 mm). Contribuția cantităților de precipitații înregistrate pe perioada de vară este nesemnificativă în procesul scurgerii, deoarece acestea cad sub formă de ploi torențiale, lăsând între ele perioade de secetă, iar evaporația, extrem de mare, favorizată de temperaturile ridicate ale lunilor de vară este factorul care influențează negativ, regimul scurgerii.

Datele statistice evidențiază că valoarea evapo-transpirației în perioada de vară este mai mare comparativ cu valoarea precipitațiilor căzute. De asemenea, acestea indică o creștere

accentuată din primăvară spre perioada caldă a anului, atingând maximum în lunile iulie sau august, perioadă ce coincide cu epuizarea rezervelor de apă.

Cea mai mare acumulare de apă din cadrul acestui bazin este Stânca-Costești, realizată în comun de cele două state riverane în scopul atenuării viiturilor și prevenirii pagubelor produse de acestea, asigurării apei necesare populației, industriei și pisciculturii și folosințelor neorganizate la un grad de probabilitate a cerințelor cuprins între 80 și 97%.

## **1.2. Considerații generale privind Parcul Natural Lunca Joasă a Prutului Inferior**

**Parcul Natural Lunca Joasă a Prutului Inferior** este o arie naturală protejată, constituită prin Hotărârea de Guvern nr. 2151/30.11.2004, privind instituirea regimului de arie naturală protejată pentru noi zone, poziția V.2. Acesta se află în lungul frontierei României cu Republica Moldova, ocupând o suprafață de 8247 ha și se caracterizează prin prezența a numeroase structuri terestre și acvatice naturale biotice, care prezintă unicitate, reprezentativitate și raritate la nivel național. În plus, îmbinarea elementelor naturale cu cele antropice, precum și continuitatea spațială cu Rezervația Biosferei Delta Dunării amplifică semnificativ valoarea peisagistică a acestui teritoriu. Totodată, acest Parc corespunde zonei inundabile a râului Prut ce străbate granița de est a județului Galați, între bornele hectometrice 6216, 6245, ce marchează granița dintre județele Galați și Vaslui și confluența râului Prut cu Dunărea care se face la hectometrul 7420 (mila fluvială 71+ 750 m), limita sudică a parcului natural fiind traversată de talvegul Dunării între milele fluviale 71 + 400 și 78.

În amonte de Delta Dunării, râul Prut a format pe cursul său inferior numeroase lacuri, meandre și canale naturale, fiind amenajate artificial bazine piscicole, atât pe malul stâng cât și pe malul drept. De asemenea, efectele viiturilor asupra localităților situate în proximitatea cursului Prutului Inferior cât și asupra culturilor agricole erau resimțite pe ambele maluri ale Prutului. Din acest motiv, în anii '60 ai secolului trecut s-a început ridicarea nivelului malurilor râului Prut. Astfel, în anul 1978 s-a finalizat construcția bazinului de acumulare Stânca-Costești, care a permis ameliorarea situației prin captarea surplusului de apă în acest rezervor.

**Parcul Natural Lunca Joasă a Prutului Inferior** este situat pe teritoriul mai multor localități, cum ar fi: Cavadinești, Suceveni, Oancea, Vlădești, Măstăcani, Foltești, Frumușița, Tulucești, Vânători, și Galați.

În zona inferioară a bazinului hidrografic Prut, de-a lungul județului Galați, este încadrată marea unitate geomorfologică a Podișului Moldovei, sub unitatea Platforma Bârladului cu sectorul său Platforma Covurlui, care este subdivizată la rândul ei în Colinele Covurluiului și Câmpia Covurluiului. Lunca Prutului se caracterizează prin altitudini absolute cuprinse între 8 m în partea nordică și 3-4 m în partea sudică.

Relieful luncii se prezintă în general plan, cu o pantă continuă dinspre nord spre sud, asemănător cu cel al unei depresiuni largi. În ceea ce privește microrelieful pot fi observate grinduri, ca forme de acumulare și foste lacuri, gârle, bălți și mlaștini ca forme negative.

Formele de relief fluviatil sunt rezultatul acțiunii proceselor de eroziune, transport și acumulare. În afara văii Prutului, care este largă și meandrată, celelalte sunt înguste și mici, lucru datorat debitelor reduse pe care le vehiculează.

Dintre formele de relief fluviatil se pot deosebi lunci și terase. Luncile sunt de două tipuri: de pe fundul văilor cu rețea hidrografică permanentă (majoritatea afluenților Prutului) și de pe fundul văilor permanente (Prutul, Chineja, Suhurlui, constituite pe depozite aluvionare). Totodată, luncile de pe fundul văilor permanente se caracterizează printr-un profil transversal convex, ca urmare a proceselor intense de aluvionare.

Lunca Prutului tinde să se lărgască spre aval (Vlădești 7 Km, Brănești 6,5 Km, Frumușița 7,5 Km, Tulucești 8 Km), excepție făcând sectorul de îngustare din apropierea localității Oancea (5 Km), iar în zonele de vărsare a Luncii Prutului poate ajunge la 11 Km. Lunca Prutului cuprinde foarte multe microforme de relief (albia minoră actuală, vechi cursuri părăsite, meandre izolate și părăsite, depresiuni lacustre, grinduri longitudinale conuri de dejecție, glacisuri coluvio – proluviale sau deluvio – coluviale). Albia minoră este deosebit de meandrată, având maluri cu o înălțime mică (1,5 – 2,5 m), excepție făcând sectorul de îngustare Oancea, unde Lunca intră în contact cu versantul văii. În lungul albiei minore se desfășoară un grind longitudinal cu o lățime de câteva zeci de metri și înălțime relativă de 2-3 m. Aceasta suportă în prezent digul din lungul Prutului. Între grindul longitudinal al albiei minore și glacisul pe lângă versanți apar numeroase suprafețe lacustre, prutețe și grinduri.

Având ca scop apărarea împotriva inundațiilor unor suprafețe izolate, în anul 1901 s-au realizat primele lucrări de îndiguire, iar din 1948 s-au început vaste lucrări de hidroameliorații, până la definitivarea digului principal de apărare dinspre Prut.

În anul 1949 au început lucrările de desecare, prin construirea unui canal colector central, cu lungimea de 29,6 km, urmând ca sistemul complet de desecare să aibă loc în anul 1963, timp în care a fost adâncit și canalul colector principal.

Lucrările de îndiguire a Luncii Prutului Inferior au fost realizate de asemenea, în scopul creșterii valorii lor economice prin creșterea suprafețelor utilizate pentru agricultură sau piscicultură. În cazul activităților agricole, îndiguirile au fost urmate de realizarea sistemelor de irigație și de desecare, care acompaniază Lunca Joasă a Prutului Inferior și zona Brateș. În prezent, lipsa fondurilor a condus la limitarea lucrărilor de întreținere a terasamentului digurilor din amenajările piscicole situate în cadrul Parcului Național Lunca Joasă a Prutului Inferior, degradarea acestora și fenomenul de colmatare diminuând utilizarea suprafețelor pentru piscicultură cu circa 70 %.

Totodată, influența asupra mediului nu a fost tocmai favorabilă sub aspect ecologic. Astfel, concomitent au apărut o serie de probleme cu efect negativ. Construcțiile hidrotehnice au provocat dereglarea echilibrului ecologic al habitatelor naturale, în unele cazuri chiar distrugerea acestora, viteza curentului de apă și temperatura acestuia s-au schimbat, fiind serios afectate zonele naturale pentru cuibăritul păsărilor acvatice, dar și migrația în scopul reproducerii pentru multe specii de pești din cursul inferior, respectiv populațiile acestora.

Existența zonelor umede din Lunca Prutului și a Dunării a favorizat instalarea vegetației lemnoase higrofile, constituită din păduri de salcie și plop indigeni, tratate în regim liber de

inundație prin tăieri în crâng de jos sau în scaun, la cicluri mici, ceea ce a condus la îmbătrânirea cioatelor și la degradarea arboretelor, mai ales a celor proprietate privată, majoritare.

După naționalizare s-a trecut la refacerea sau substituirea arboretelor cu randament scăzut prin plantații de salcie selecționată, iar în Lunca Dunării s-a introdus cultura plopilor euramericani de mare productivitate, dar vulnerabilă la boli și atacurile dăunătorilor. În perioada 1957-1965 suprafața pădurilor a fost diminuată prin extinderea zonelor agricole în toată incinta îndiguită. Pădurile rămase în zona dig-mal au fost expuse inundațiilor frecvente și prelungite, ca urmare o parte din sălcele tăiate în crângul de jos nu au mai lăstărit, cioatele fiind sufocate de apă, ceea ce a impus regenerarea artificială cu puiți de salcie.

Activitățile umane desfășurate în secolul trecut au avut un impact important asupra sistemelor de apă naturale și asupra habitatelor naturale. Necesitatea de siguranță, garantată de alimentarea cu apă și de oportunități mai bune pentru producția agricolă au determinat realizarea de construcții hidrotehnice. În bazinul râului Prut sunt aproximativ 300 de iazuri piscicole, 29 de rezervoare, 4 poldere calamitate, 358 km de diguri și 300 km de râu regularizat. Astfel, rețeaua hidrografică a râului Prut a suportat schimbări semnificative. Pe multe sectoare de luncă a fost organizată o rețea complexă de asanare a bălților și Lunca a început să fie utilizată în scopuri agricole. De asemenea, multe lacuri din Lunca râului au secat temporar sau chiar au dispărut.

Transformările cele mai importante la nivelul ecosistemelor naturale au fost generate de către diguri, cea mai mare parte a sectorului inferior al Prutului și a râurilor afluate care traversează localitățile din zonă fiind îndiguite. Aceste lucrări de îndiguire a Luncii Prutului Inferior au fost realizate în scopul creșterii valorii lor economice prin creșterea suprafețelor utilizate pentru agricultură sau piscicultură. În scop agricol, îndiguirile au fost urmate de realizarea sistemelor de irigație și de desecare care corespund în Lunca Joasă a Prutului și zona Brateș.

Digurile construite au modificat regimul scurgerii apei și a sedimentelor, dar mai ales, relația dintre apele subterane și cele de suprafață. Lucrările de îndiguire executate în acest areal se referă la:

- Dig Brateșul de sus cu o lungime de 34,3 km ± 2,5 km, înălțime de 3 m și lățime de 4 m;
- Dig Brateșul de Jos cu o lungime de 319,6 km ± 1,92 km, înălțime de 4 m și lățime de 5 m;
- Digul Mata Rădeanu cu o lungime de 1,86 km ± 3,55 km, înălțime de 3 m și lățime de 5 m;
- Digul Șovârca cu o lungime de 5.095 km, înălțime de 2 m și lățime de 5 m;
- Digul Cotul Chiului cu o lungime de 4,9 km și lățime de 3 m.

Caracteristicile generale ale Luncii Inferioare a râului Prut, situată pe teritoriul județului Galați, dar mai ales faptul că, reprezintă poarta de intrare în Rezervația Biosferei Delta Dunării, aflându-se pe traseul a trei coridoare majore de migrație a păsărilor care clocesc pe teritoriul Eurasiei (traseul est Elbic, traseul Carpatic și traseul Pontic) au determinat includerea acestei zone în categoria Parcurilor Naturale, dar și în cadrul rețelei ecologice europene Natura 2000.

Rețeaua hidrografică a râului Prut și afluenților lui (Elan, Horincea, Oancea, Seaca, Stoeneasa, Brănești) precum și pâraul Chineja care se varsă în lacul Brateș reprezintă cel mai important curs de apă care străbate regiunea, fiind un factor modelator principal al ariei protejate Parcul Național Lunca Joasă a Prutului Inferior.

Amenajările hidrotehnice din cadrul bazinului inferior al Prutului, precum și a construcției barajului de la Stanca Costești au avut ca scop avantaje economice, dar în același timp au determinat schimbări semnificative la nivelul ecosistemelor naturale. Astfel, principalele consecințe în acest caz, se referă la:

- ◆ Modificarea turbidității apei, modificarea albiei, eroziunea malurilor, modificarea hidrologică a bălților și lacurilor adiacente;
- ◆ Modificarea chimismului apei și sub aspectul biologiei acvatice;
- ◆ Schimbarea regimului inundațiilor naturale, cu impact asupra peștilor migratori și a altor specii din punct de vedere al reproducerii;
- ◆ Riscul unor viituri imprevizibile datorită golirii barajului Stâncă Costești;
- ◆ Modificarea debitului și regimului hidrologic al cursului inferior al râului Prut sub aspectul duratei intensității și al dinamicii inundațiilor;
- ◆ Reducerea depozitului de aluviuni fertile și a productivității ecologice;
- ◆ Impactul negativ datorat productivității reduse a pescăriilor din aval și a siguranței comunităților locale;
- ◆ Modificarea dinamicii sezoniere a salinității apei, în cazul lacurilor și bălților, precum și a dinamicii populațiilor naturale (crustacee, moluște, pești, păsări acvatice, etc.);
- ◆ Modificarea habitatelor și a zonelor de reproducere a populațiilor acvatice specifice.

În aceste condiții, componența biocenozelor este o măsură a evoluției acestora, a conexiunii cu biotopul. Modificările acestor condiții de mediu survenite de-a lungul timpului au marcat o schimbare profundă a structurii și funcțiilor vechilor biocenoze, noilor biocenoze din Lunca Inundabilă a Prutului Inferior, unde există importante specii de floră și faună cu valoare națională și europeană.

## 2. Materiale și metode de lucru

Pentru monitorizarea râului Prut s-a ales zona râului Prut din deplul localității Foltești, zonă alăturată Laboratorului Experimental de Genofonduri Cotu Chiului (Figura 2).



Figura nr. 2.

Pentru studiul parametrilor ihtiologici, hidrochimici și hidrobiologici au fost necesare trei etape:

- colectarea probelor;
- analiza probelor în laborator;
- prelucrarea rezultatelor obținute în urma analizelor.

În zona de cercetare au fost organizate expediții științifice de monitorizare în sezonul vegetativ- lunile august- septembrie 2023.

## **2.1. Materiale și metode privind efectuarea pescuitului științific pe râul Prut.**

### **2.1.1. Pescuitul în scop științific**

Prin definiție, conform OUG 23/2008, cu modificările și completările ulterioare, pescuitul în scop științific reprezintă extragerea resurselor acvatice vii din habitatele piscicole naturale și din amenajările piscicole. Pescuitul se realizează conform planului anual aprobat, în orice perioadă a anului, inclusiv în perioadele de prohibiție, în orice zonă, pentru orice specie acvatică, la orice vârstă și dimensiune, cu utilizarea oricăror metode, unelte, dispozitive și plase de pescuit, atât pe timpul zilei, cât și pe timpul nopții, în baza autorizației speciale de pescuit în scop științific. Pescuitul în scop științific are la bază identificarea, monitorizarea și elaborarea măsurilor necesare protejării habitatelor piscicole, speciilor de pești și a altor viețuitoare acvatice cu vizarea în mod special a zonelor de reproducere și de hrănire.

Ca și măsuri de protejare a resurselor acvatice vii cu ajutorul pescuitului în scop științific desfășurat de entitățile de cercetare – dezvoltare (I.C.D.E.A.P.A. Galați) se stabilesc zonele de cruțare, se identifică toanele de pescuit și sezonalitatea acestora și se stabilește captura totală admisibilă (TAC), fără de care practicarea pescuitului în scop comercial nu se poate realiza.

Totodată, pescuitul în scop științific deține un rol major în realizarea:

- structurii demografice a resurselor acvatice vii;
- structurii cantitative și calitative a resurselor acvatice vii;
- unui model privind exploatarea resursei acvatice vii pentru optimizare în cazul suprapescuitului;
- modificărilor aduse legislației în vigoare privind resursele acvatice vii;
- stării de exploatare a resursei în vederea estimării capturii maxime admisibile/durabile (MSY) și estimarea efortului de pescuit optim (FMSY);
- monitorizării stării de sănătate a resurselor acvatice vii.

Pentru monitorizarea biocenozelor din râul Prut, s-a stabilit un număr de 2 stații cu o lungime aproximativă de 5 km fiecare, amplasate astfel încât să se realizeze un studiu cât mai amănunțit a biotopurilor și biocenozelor existente pe acest tronson.

Termenul biocenoză reprezintă un nivel supraindividual de organizare a materiei vii și descrie totalitatea organismelor vii, vegetale și animale, care interacționează între ele și care conviețuiesc într-o biosferă, formând cu ea un tot unitar și care se află într-un echilibru dinamic dependent de acel mediu.

Biotopul reprezintă un mediu de viață cu caracteristici ecologice relativ omogene pe care se dezvoltă o biocenoză. În structura biotopului sunt incluse substanțele anorganice, factorii geografici, mecanici, fizici, fizico-chimici și relațiile dintre acești factori.

### **2.1.2. Metode și tehnici de capturare a peștilor**

Metodele și tehnicile de capturare a peștelui implică o multitudine de activități pe o bază zilnică. Acestea includ capturarea peștelui, recoltarea, condiționarea, transportul și distribuția acestuia. Această preocupare facilitează, de asemenea, o serie de alte activități, cum ar fi construirea de nave de pescuit, unelte de pescuit, echipamente de refrigerare sau de depozitare la rece și multe altele.

Pescarii capturează peștii, în principal, din râuri, iazuri, canale, mări, oceane, etc. Un număr mare de metode sunt folosite pentru capturarea peștilor, de la pescuitul cu traul, cu plasa, cu sulite, etc.

La nivel global, există, de asemenea, activități de pescuit de agrement sau pescuit sportiv. Se estimează că, în întreaga lume, din 54.8 milioane de persoane, aproximativ un milion dintre acestea sunt angajate în procesul de producție a peștelui. Dimensiunea sectorului de pescuit și acvacultură este enormă, contribuind într-o oarecare măsură la mijloacele de trai ale unui procent aproximativ 10-12% din întreaga populație activă a lumii.

Majoritatea metodelor se bazează pe utilizarea uneltelor confecționate din plasa din materiale sintetice multifilare și uneori monofilare.

### **2.1.3. Metode de capturare a peștilor în bazine acvatice mici (pârâuri, râuri)**

Conform SR EN149662, metodele de prelevare se împart în metode de prelevare prin capturare și metode de colectare de date fără capturare a ihtiofaunei. Prelevarea/Capturarea ihtiofaunei se face prin mecanisme active de prelevare/capturare sau prin mecanisme pasive de prelevare/capturare. Mecanismele active de prelevare/capturare sunt caracterizate printr-o perioadă relativ scurtă de utilizare, în timp ce mecanismele pasive de prelevare/capturare sunt utilizate în mod normal pe o perioadă mai lungă de timp. Utilizarea mecanismelor de prelevare/capturare a ihtiofaunei se face în funcție de categoriile diferite de apă, de habitatele existente cât și de speciile investigate/interogate științific.

#### *Pescuitul electric*

Utilizarea pe scară largă a pescuitului electric în vederea prelevării/capturării ihtiofaunei a debutat în a doua jumătate a secolului XX. Metoda de lucru prezintă avantajul că prelevarea/capturarea este aproape totală și nu omoară peștii, dar unele studii evidențiază faptul că electronarcoza induce, de obicei, efecte negative.

Principiul de funcționare constă într-un câmp electric care trece prin apă între anod (+) și catod (-), producându-se astfel un răspuns muscular al peștilor care îi obligă să se deplaseze spre anod. Intensitatea acestui câmp este atent reglată la aparatele standardizate, astfel încât să determine doar o paralizie temporară a peștilor, care încetează la întreruperea circuitului. Acțiunea

curentului electric asupra peștilor depinde de tipul curentului și de mărimea câmpului electric generat.

Eficiența echipamentului utilizat pentru prelevarea ihtiofaunei este condiționată în cadrul natural de conductivitatea corpului peștelui în raport cu cea a apei. Manifestările comportamentale exprimate în prezența curentului electric produs de un aparat de pescuit electric sunt diferite de la specie la specie. În acest context, cunoașterea manifestărilor comportamentale induse de câmpul electric este utilă pentru că astfel se poate verifica dacă puterea câmpului electric este bine setată. Pentru a diminua efectele negative induse de aparatul de pescuit electric se recomandă utilizarea aparatelor de pescuit electric care produc curent continuu pulsator. Aparatele de pescuit electric utilizate pentru prelevarea/capturarea ihtiofaunei trebuie să se încadreze în standardele CENELEC, IEC, respectiv standardul IEC 60335-2-86 și să respecte legislația națională/europeană în vigoare. Acestea trebuie să fie capabile să emită un voltaj (max. 600-700 V) și un amperaj (max. 15-20 A) necesar pentru toată perioada de interogare științifică.

Pescuitul electric poate fi realizat mergând prin apă (A) sau dintr-o ambarcațiune (B) din aval în amonte, astfel încât să acopere o suprafață minimă de 100 m<sup>2</sup>/punct de prelevare/capturare. Suprafața de prelevare a probelor de pește la nivelul unui râu depinde de lățimea și adâncimea acestuia, precum și de variabilitatea habitatului.

În studiul de față s-a realizat prelevarea probelor biologice prin intermediul metodei pescuitului electric din ambarcațiune.

#### *Pescuitul electric din ambarcațiune*

Principiul metodei constă în faptul că un generator electric în combinație cu un echipament specific sunt amplasate într-o ambarcațiune, iar membrii echipajului (echipa de lucru) pescuiesc din ambarcațiune. Pescuitul electric din ambarcațiune este posibil în râurile care nu depășesc adâncimea de 2 m și în apele relativ adânci din apropierea țărmurilor râurilor, lacurilor și apelor de tranziție cu viteză medie.

Eficiența metodei poate fi crescută prin utilizarea plaselor de delimitare; metoda este potrivită pentru habitatele din zona litorală ale apelor și lacurilor până la o adâncime maximă de 2-3 m. Numărul și mărimea suprafețelor de pescuit sunt condiționate de scopul urmărit astfel (Bates et. al. 2005; SR EN 14011:2003):

- evaluarea abundenței și a structurii pe vârste a unei populații dintr-un ecosistem acvatic;
- evaluarea compoziției pe specii, abundenței și structurii pe vârste a unei populații într-un anumit loc. Numărul minim de stații de pescuit/prelevărilor de probe este cuprins între 3-16 (coeficient de variație 0,2-0,8)/habitat pentru a trage concluzii pertinente privind abundența, respectiv structura pe vârste.

În pâraie și râuri mici prelevarea probelor poate fi făcută prin pescuit electric de la mal sau în vad, utilizând curent continuu direct sau curent continuu propulsor. În râurile mari și adânci pescuitul electric trebuie combinat cu alte tehnici de pescuit, prelevarea probelor făcându-se din zona litorală a râului. Pescuitul cu unelte filtratoare (SR EN 14757; SR EN 14962:2006), reprezintă o categorie importantă de unelte de pescuit folosite în ape continentale stătătoare și curgătoare, în mări și oceane. Prelevarea/capturarea se face prin restrângerea suprafeței înconjurate de unele ce filtrează apa, reținând fie aglomerarea de pește, fie exemplarele din perimetrul înconjurat. Pentru

aceasta, se impune evitarea agățării/încurcării peștelui în plasă și eliminarea posibilităților de evadare. Uneltele înconjurătoare reprezintă, în general, plase verticale care înconjoară o anumită suprafață a apei și o delimitează până la un anumit nivel sau până la fundul bazinului. Restrângerea suprafeței se face prin scurtarea perimetrului înconjurat, recuperându-se extremitățile uneltei fie pe mal, fie în/pe ambarcațiunile ce deservește unele.

#### *Colectarea probelor de pește prin electronarcoză*

Colectarea probelor de pești este direct legată de densitatea populației din stația de colectare. Strategia de colectare a probelor trebuie să țină cont de suprafața de colectare, echipamentul de pescuit, măsurile de siguranță, calificarea personalului și scopul estimărilor pe care dorim să le efectuăm (abundența numerică, compoziția specifică, structura populației pe vârstă și mărime, etc.)

Peștii au un sistem nervos asemănător cu celelalte vertebrate. În partea dorsală nervii, ieșind din măduva spinării, urmează miomerele și pătrund în mușchi. În partea anterioară a capului sub efectul curentului electric apare o sarcină negativă prin care s-ar explica de ce peștii sunt atrași către anod.

Lungimea și orientarea filetelor nervoase au rol determinant, efectul curentului fiind cu atât mai puternic cu cât aceste fibre sunt mai lungi și străbătute transversal de liniile câmpului electric. Orientarea peștelui în câmp electric determină modul în care acesta este afectat, efectul cel mai puternic fiind atunci când peștele este plasat perpendicular pe liniile de câmp și cu capul orientat spre anod.

Pescuitul electric urmărește să interfereze calea de transmisie neurală dintre sistemul nervos central și musculatura peștilor. Prin blocarea semnalului intern și depășirea acestuia de către semnalul artificial, pescuitul electric redirecționează semnalul neural și reacția musculară. Peștii pot să străbată nederanjați bariera electrică dacă sunt orientați în poziția adecvată. Odată intrat în câmpul electric comportamentul peștelui va depinde de poziționarea spațială la momentul inițial. Reacția care se așteaptă este de înot involuntar într-o direcție predictibilă (spre anod). Dacă forța contracțiilor musculare este prea mare pot apărea leziuni vertebrale.

Pescuitul electric este selectiv în funcție de talie. Peștii mari tind să fie mai vulnerabili, datorită gradientului electric cap-coadă deoarece un pește mare intersectează mai multe linii de câmp decât unul mic.

Există o diferență importantă între selectivitatea dimensională, eficiența capturii și mortalitate. În timp ce eficiența capturii crește odată cu lungimea peștilor, mortalitatea depinde mai ales de răspunsul la lungimea și frecvența impulsurilor.

Principala metodă de studiu pe care o utilizăm este pescuitul științific prin electronarcoză (cunoscut drept electrofishing). Acesta nu este nociv pentru mediul acvatic, întrucât se utilizează aparate speciale cu ajutorul cărora se folosește un curent continuu pulsatoriu, având intensități mici (de obicei până în 5 amperi).

Peștii care intră în raza aparatului (aprox 1-1.5 m) sunt amețiți timp de 1 minut, timp suficient pentru a fi studiați. Apoi, aceștia își revin din narcoză.

Pentru râurile mici, metoda cea mai des utilizată și cu rezultate corespunzătoare referitor la eficiența capturii, este *electronarcoza*. Aceasta presupune folosirea curentului electric pentru

capturarea peștilor. Rezultatele pescuitului electric și implicit siguranța acestor rezultate sunt influențate de trei grupe de factori:

- a. biotici – evoluția structurii populației piscicole, structura acesteia și de caracteristicile speciilor;
- b. abiotici – calitatea apei, habitat, sezon, condiții meteorologice;
- c. tehnici, referitor la personal, echipament de pescuit și organizarea pescuitului.

Pentru pescuitul electric s-a utilizat atât curentul continuu – care se deplasează într-o singură direcție, cât și curentul alternativ – care se deplasează alternativ, în ambele direcții, prin anod și catod.

Sursa uzuală de curent este un generator portabil având în mod normal o frecvență cuprinsă între 5 - 100 Hz.

Atât curentul alternativ cât și cel continuu pot fi modificați pentru a produce variate forme de curent, cu efecte diferite asupra peștilor. Tipul preferat de curent este cel intermitent (impulsuri de curent continuu cu forma rectangulară).

Dispozitivul de electronarcoză folosit la pescuit este alcătuit din:

- o sursă de curent (acumulator 12 V);
- aparatul SAMUS MP 1000 producătorul de impulsuri electrice;
- doi electrozi (anodul și catodul).

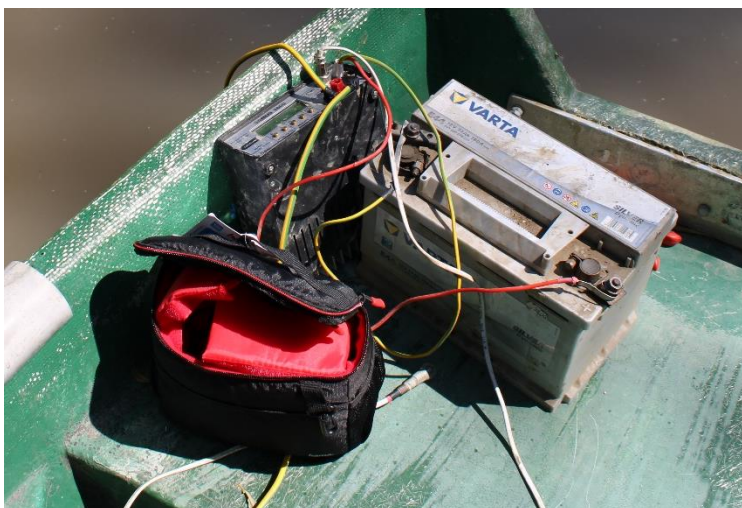


Figura nr. 2.5 Aparatul de electronarcoză (foto original ICDEAPA, Galați)

La pescuitul electric s-au folosit ca materiale anexe mincioguri, vase de colectare a peștelui și materiale de protecție (cizme și mănuși izolatoare).

Sistemul de electrozi trebuie ales ținând seama de anumite cerințe. În scopul asigurării unui câmp electric corespunzător pentru prinderea peștelui, sistemul de electrozi trebuie să minimalizeze regiunile cu gradient mare de tensiune pentru a elimina pierderile de putere. Electrozii trebuie să fie reglabili în funcție de conductivitatea apei, pentru o mai bună observare. Din aceste puncte de vedere, cei mai buni electrozi sunt cei cilindrici sau inelari, realizați din oțel inoxidabil sau cupru. Dimensiunea lor trebuie corelată cu conductivitatea apei: în ape cu

conductivitate mare se recomandă folosirea electrozilor cu dimensiuni mai mici. La folosirea unui curent alternativ, electrozii nu trebuie scufundați mai mult de 1-7 m, iar când se folosește curentul continuu, adâncimea optimă pentru producerea galvanotaxiei este de 0,5 m.

De regulă, se utilizează două seturi de echipamente, pescuitul realizându-se dinspre mal spre centrul râului.

Estimările densității și biomasei peștilor în râuri se bazează în special pe rezultatele unor activități de pescuit repetate (2-7 repetiții), pe sectoare de râu îngrădite cu plase, pentru a menține peștii în zona de pescuit și pentru a captura și exemplarele “amețite”. Pe baza regulii lui Penczak, 1989, în funcție de caracteristicile râului, se stabilesc durata pescuitului și lungimea unei stații. Regula prevede ca lungimea unei stații este corespunzătoare, dacă numărul speciilor, nu crește odată cu creșterea lungimii zonei eșantionate.

Pe parcursul anului 2021, materialul ihtiologic s-a colectat prin efectuarea pescuitului științific pe ambele maluri ale râului Prut, cu plase și ave staționare și în derivă cu mărimea ochiului pe latură 32-40-45-50-55-70-100 mm, cu lungimea de 25 m și 50 m, năvodul pentru puiet lungimea (L) 5 – 20 – 50 m, înălțimea (h) - 1,5 – 2 m, Ø 10x10 - 20x20 mm, plasă ihtioplanctonică și minciogul cursă. Determinarea și analiza materialului ihtiologic s-a efectuat prin utilizarea metodelor clasice ecologice și ihtiologice.

#### **2.1.4. Prelucrarea materialului piscicol colectat.**

Procedura de identificare a speciilor de pești constă în observarea formei, dimensiunii și culorii corpului, a numărului înotătoarelor, vertebrelor și solzilor, a numărului și felului radiilor etc. Pentru o determinare cât mai exactă a peștilor colectați, aceștia se vor compara cu desene și fotografii sau cu exemplare din colecțiile științifice determinate în prealabil de către specialiști.

##### *Determinarea speciilor*

Determinarea speciilor s-a realizat pe baza unor caractere morfologice ale speciilor colectate, folosind chei de determinare pentru fiecare unitate sistematică și descrierea (caracterizarea) speciilor respective din literatura de specialitate.

Identificarea speciilor presupune cunoașterea particularităților morfo-anatomice ale individului: forma, culoarea, număr de înotătoare, numărul și felul radiilor, prezența (și numărul) sau absența solzilor pe linia laterală, diversele raporturi între parametrii biometrici, prezența de excrescențe particulare cum sunt spinii. Pentru determinarea subspeciilor, hibridilor și a raselor geografice care din speciile respective, se apelează la metode speciale de determinare (după preparate de schelet sau alte organe).

##### *Prelucrarea biometrică*

Prelucrarea biometrică a peștilor presupune determinarea variabilității caracterelor la indivizi izolați sau la grupe de indivizi, pe baza măsurării, cântăririi și prelucrării datelor (figura nr. 2.6).

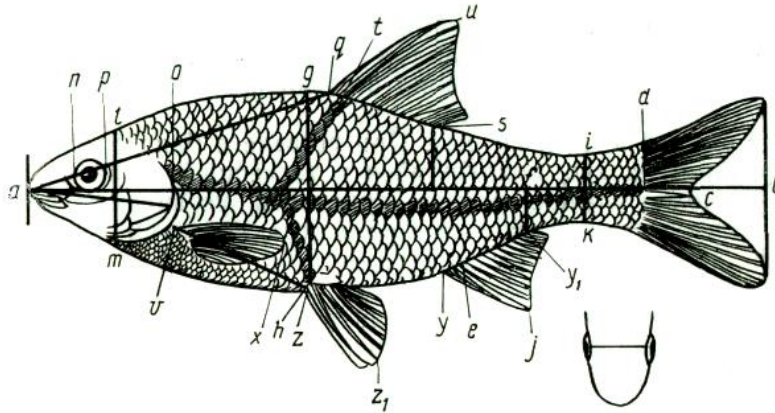


Figura nr. 2.6 Schema măsurătorilor pentru exemplarele de ciprinide  
(sursa: Nomozov S. și colaboratorii, 2021)

Caracterele determinate prin studii de biometrie sunt: *caractere plastice* (lungime, masă, grosime) și *caractere meristice* – care presupun numărarea de radii, solzi, spini branhiali.

Datele biometrice uzuale, care servesc la determinarea creșterii în lungime a peștilor și la determinarea condiției fiziologice generale, se obțin prin măsurători realizate cu ajutorul unor instrumente speciale (ihtiometre) sau alte instrumente de măsură (riglă, șubler). Principalele măsurători efectuate asupra exemplarelor de pești capturate au fost următoarele:

- (L-ab) – lungimea totală a peștelui – care se măsoară de la vârful botului la vârful lobului superior al înotătoarei caudale;
- (l-ad) – lungimea corpului care se măsoară de la vârful botului la baza înotătoarei caudale;
- (H-gh) – înălțimea maximă a corpului – care se măsoară în regiunea cea mai înaltă a corpului, de la linia ventrală la linia dorsală.

În determinările sistematice se mai realizează o serie de măsurători specifice (biometrie taxonomică) care ajută la clasificarea peștilor (specii, subspecii, linii, populații).

Caracterele gravimetrice se determină cu ajutorul balanțelor. Greutatea individuală se determină pe exemplarele vii (normale sau anesteziate) sau pe exemplarele congelate sau conservate. Precizia determinărilor de lungime și greutate trebuie să fie ridicată, cu abateri sub 1-3 %.

Caracterele meristice sunt:

- numărul solzilor pe linia laterală;
- rândurile transversale de solzi – care se numără în regiunea cea mai înaltă a corpului;
- numărul radiilor din înotătoare;
- formula dinților faringieni;
- numărul spinilor branhiali de pe primul arc branhial.

*Conservarea și păstrarea probelor de pește*

Conservarea exemplarelor de pește s-a realizat pentru speciile care nu au putut fi identificate cu precizie în teren.

Peștii s-au fixat pentru cel puțin 24 ore în formol 10%. Volumul de formol a fost de aproximativ 10 ori mai mare decât cel al exemplarelor. Peștii s-au conservat întregi, dar pentru o pătrundere mai bună a fixatorului în țesuturi, cavitatea abdominală se deschide printr-o incizie ventrală de la oficiul anal până la arcurile branhiale. După câteva zile de la formolizare exemplarele se transferă în etanol 70-80%. Pentru păstrarea exemplarelor conservate s-au folosit recipiente de sticlă bine etanșate.

Probele prelevate se etichetează, fiind consemnate: numărul de identificare a probei, data, ora și locul recoltării, tipul de unealtă cu care s-a făcut colectarea, numele celui care a efectuat recoltarea, precum și alte date relevante.

## **2.2. Materiale și metode de lucru privind cercetările hidrochimice și hidrobiologice ale probelor de apă**

Probele de apă au fost colectate din râul Prut (Lunca Joasă a Prutului Inferior) din zonele: Vădeni-Oancea (S1), Oancea-Brănești (S2), Brănești-Frumușița (S3), Frumușița-Giurgiuiești (S4), conform sectorizării inițiale descrise în subcapitolul anterior.

Pentru studiul parametrilor hidrochimici, hidrobiologici și ihtiologici, au fost necesare trei etape, și anume:

- colectarea probelor;
- analiza probelor în laborator;
- prelucrarea și interpretarea rezultatelor obținute în urma analizelor.

### **2.2.1. Materiale și metode privind studiul hidrochimic**

Apa reprezintă cea mai importantă, limitată și vulnerabilă resursă naturală fiind cea mai răspândită substanță de pe planeta noastră.

Viața animalelor acvatice este condiționată de calitatea mediului de cultură, drept urmare pentru existența lor este nevoie de un mediu adecvat necesităților biologice.

Calitatea apei din orice ecosistem acvatic reprezintă rezultatul unei complexe interacțiuni între o serie de procese de natură fizică, biologică, chimică și geologică. În majoritatea cazurilor, animalele acvatice se pot adapta numai la un anumit interval de variație a parametrilor de calitate a apei.

Calitatea apei este apreciată prin determinarea unor indicatori fizici, chimici și biologici. Condițiile fizico-chimice ale apei joacă un rol important în evoluția organismelor acvatice din punct de vedere cantitativ și calitativ.

Parametrii critici sunt reprezentați de temperatură, solidele în suspensie, pH, concentrația oxigenului dizolvat, amoniac, nitriți, CO<sub>2</sub>, alcalinitate, concentrația ionilor de Ca<sub>2+</sub> și Mg<sub>2+</sub>.

Temperatura apei reprezintă un factor de mediu limitativ, manifestat în general în zonele temperate umede unde, pe lângă variația sezonieră normală, pot exista abateri perturbatoare (ierni cu temperaturi extrem de scăzute) care implică modificări spectaculoase ale condițiilor de mediu specifice populațiilor acvatice.

În mediul acvatic, temperatura echilibrează reacțiile chimice ce au loc, prin favorizarea lor și prin acțiunea sa energetică, declanșând la începutul momentului de hrănire, fenomenele biologice. Aceste fenomene se desfășoară după o evoluție proprie fiecărui organism. În mod general, temperatura acționează și ca element de intensificare sau estompere a fenomenelor vitale, având influență directă asupra proceselor de digestie și asimilare a hranei.

*Nitriții și nitrații* sunt produși intermediari ai proceselor bacteriologice precum nitrificarea aerobă, în urma căreia amoniacul este transformat în nitriți și denitrificarea anaerobă incompletă, având ca rezultat convertirea nitraților în nitriți. Nitriții sunt compuși foarte toxici pentru organismele acvatice și pot fi prezenți în apă sub forma de ioni  $\text{NO}_2^-$  sau sub forma de acid azotos.

Nitrații sunt produși relativ stabili, rezultați în urma procesului de nitrificare. În general, sunt considerați produși cu o toxicitate redusă, deși multe organisme acvatice pot deveni sensibile în situația expunerii la concentrații mari de nitrați.

*Substanțele organice dizolvate (SOD)* reprezintă formele organice ale elementelor biogene. Acest grup include diferiți compuși organici: acizi, alcoolii, aldehide, cetone, eteri, esteri ai acizilor alifatici (lipide), fenoli, substanțe humice, compuși aromatici, hidrați de carbon, compuși cu azot (proteine, acizi aminați, amine).

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

*Substanța organică autohtonă* provine din moartea organismelor vegetale și animale fie pe perioada verii, în cazul temperaturilor foarte ridicate, fie toamna, la sfârșitul perioadei vegetative.

*Substanța organică alohtonă* provine din apele reziduale industriale, agricole și municipale și ajunge în apă.

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.

Valoarea concentrației ionilor de hidrogen ( $\text{H}^+$ ), sau pH-ul, indică măsura în care o apă este acidă sau bazică. Reacția apei influențează o multitudine de parametri, precum viteza majorității proceselor biologice și chimice. De aceea, pH-ul este considerat un parametru important ce trebuie atent monitorizat.

*pH-ul apelor naturale* este cuprins între 6,5 – 8 unități de pH, abaterea de la aceste valori dând indicații asupra poluării cu compuși anorganici.

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.

Viața peștilor este posibilă în ape cu un pH cuprins între 5 și 8,5, însă cel mai bine peștii au un ritm de creștere optim în ape cu pH-ul cuprins între 7,2 - 7,8. Atât scăderile cât și creșterile de pH sunt stresante 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 pot 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.

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

Importanța calciului derivă 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.

Calciul este un element de bază care determină productivitatea unei ape fiind totodată un element indispensabil pentru stabilirea puterii de tamponare a apei.

Raportul  $Ca^{2+}/Mg^{2+}$  este un indicator important care contribuie la evaluarea calității apei, iar valorile acestui raportul  $Ca^{2+}/Mg^{2+}$  se recomandă 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 animalelor acvatice.

Acțiunea dăunătoare a magneziului, aflat în concentrații mari, poate fi combătută prin adăugarea sărurilor de calciu, ionul  $Ca^{2+}$  fiind antagonist ionului de  $Mg^{2+}$ , astfel ca raportul să se păstreze în limitele de 5:1. În aceste situații, pe terenurile nisipoase se adaugă pulbere de  $CO_3Ca$ , de mai multe ori, iar pe terenurile argiloase sau humice se adaugă  $CaO$ .

*Clorurile (Cl<sup>-</sup>)*. În apele de suprafață 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 sărăturate.

*Duritatea apei* a fost inclusă la capacitatea de tamponare a apei datorită ponderii carbonaților de calciu și magneziu în apele naturale.

Duritatea totală ( $^0DT$ ) a unei ape corespunde sumei concentrațiilor cationilor de  $Ca^{2+}$  și  $Mg^{2+}$  care se găsesc în sărurile de carbonați, bicarbonați, sulfatați, fosfați, cloruri, etc. prezente în apă.

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 ( $Dt$ ) 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 (8-12 $^0G$ ) este foarte productivă.

Pentru studiul hidrochimic s-au prelevat probe de apă conform normelor naționale în vigoare, utilizându-se vase din material plastic cu capacitatea de un litru.

Interpretarea rezultatelor obținute în urma analizelor efectuate în laborator s-a realizat în conformitate cu prevederile Normativului privind clasificarea calității apelor de suprafață în vederea stabilirii stării ecologice a corpurilor de apă Ord. MMGA nr. 161/2006), corelat cu literatura de specialitate pentru apele cu folosință piscicolă, astfel:

- pH-ul apei s-a determinat în upH, utilizând metoda electrochimică;
- substanța organică a fost determinată prin volumetrie redox, utilizând metoda consumului chimic de oxigen la permanganat de potasiu ( $\text{KMnO}_4$ ), rezultatul exprimându-se în mg  $\text{KMnO}_4$  la litru apă analizată;
- calciul (exprimat în mg  $\text{Ca}^{2+}/\text{l}$ ) a fost determinat prin volumetrie de complexare, utilizând ca agent de titrare EDTA în prezență de murexid și hidroxid de sodiu 0,5 m;
- magneziul ( $\text{Mg}^{2+}$ ) a fost determinat volumetric utilizând ca agent de titrare EDTA în prezența indicatorului negru eriocrom T și a soluției tampon de calciu și magneziu, determinând astfel suma indicatorilor  $\text{Ca}^{2+}$  și  $\text{Mg}^{2+}$ , ulterior exprimând rezultatul în mg  $\text{Mg}^{2+}/\text{l}$  apă analizată;
- clorurile ( $\text{Cl}^-$ ) au fost determinate prin volumetrie de precipitare rezultatul fiind exprimat în mg/l;
- nitriții ( $\text{NO}_2^-$ ) au fost determinați utilizând spectrofotometrul DR 2800;
- nitrații ( $\text{NO}_3^-$ ) au fost determinați utilizând spectrofotometrul DR 2800;
- duritatea totală a fost determinată complexometric, folosind ca agent de titrare EDTA în prezență de negru eriocrom T, rezultatul fiind exprimat în °D.

### 2.2.2. Materiale și metode privind studiul hidrobiologic

Pentru existența lor, organismele au nevoie de un mediu adecvat necesităților biologice. Acest mediu care le determină existența și pentru care toate formele de viață dobândesc adaptări specifice, poartă denumirea de biotop. Asociațiile de organisme ce populează un biotop formează o biocenoză.

Componența biocenozelor determină existența mai multor biotopuri și în mediile unde ar fi de așteptat să întâlnim un biotop unic.

Principalele biotopuri ale ecosistemelor acvatice, reprezentate de masa de apă, ce poartă denumirea de pelagial, și de substrat bental, sunt populații de o serie de asociații de organisme. Cele întâlnite în masa apei sunt: planctonul, neustonul, neustonul și fauna din vegetație, iar cele întâlnite pe substrat sunt bentosul și perifitonul.

Studiu hidrobiologic presupune analiza cantitativă și calitativă a principalelor biocenoze acvatice precum planctonul și bentosul.

Controlul hidrobiologic al calității apelor de suprafață oferă posibilitatea de a observa procesele de schimbare de lungă durată în ecosistemele acvatice asupra organismelor existente, precum și de a determina tot complexul impactului antropic.

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.

*Analiza hidrobiologică* se bazează pe indicatori biologici ai calității apei, deoarece organismele acvatice acționează ca „monitori” naturali ai ecosistemelor, răspunzând modificărilor mediului ambiant.

Un ecosistem acvatic se caracterizează prin particularități unice ale biocenozei, care determină echilibrul acestuia prin menținerea vitezei și eficienței autoepurării corpului de apă. Hidrobiocenozele acvatice conservă în structura sa, pe o perioadă lungă de timp, cea mai puțin favorabilă și în consecință cea mai utilă de semnalat condiție a calității apei.

Analizele biologice furnizează informații care nu pot fi obținute prin alte metode.

### *Fitoplanctonul*

Fitoplanctonul reprezintă pentru ecosistemele acvatice principalul producător primar de substanță organică. Comunitatea fitoplanctonică include algele din stratul planctonic al bazinului acvatic. Creșterea fitoplanctonului depinde de disponibilitatea dioxidului de carbon, a luminii solare și a nutrienților. Fitoplanctonul, la fel ca plantele terestre, necesită astfel de nutrienți ca: nitrații, fosfații, silicații, calciu, fier în diverse cantități, în funcție de specie.

Unele specii au capacitatea de a fixa azotul și pot crește în zone unde concentrațiile de nitrați sunt mici. Alți factori care influențează creșterea fitoplanctonului includ temperatura apei și salinitatea, adâncimea apei, vântul și prădători care îl consumă.

Fitoplanctonul participă la formarea calității apelor, îndeosebi se aplica la determinarea calității apelor de suprafață.

Compoziția fitoplanctonului variază în funcție de sezon și de condițiile fizico-chimice ale apei. Pentru o bună caracterizare a algoflorei dintr-un ecosistem acvatic este necesară o alegere judicioasă a stațiilor de colectare a probelor, stabilirea perioadelor de recoltare a acestora și respectarea unei metodologii de recoltare.

Analiza calitativă a fitoplanctonului are drept scop identificarea speciilor de alge din proba prelucrată și întocmirea listei speciilor pe grupe sistematice.

Determinarea cantitativă stabilește densitatea numerică a algelor dintr-un volum de apă, exprimată în număr de celule/litru sau biomasei fitoplanctonului exprimată în mg/l sau g/m<sup>3</sup>.

Algele din componența fitoplanctonului având dimensiuni foarte mici (sub 100 μ) nu pot fi reținute prin sitele fileelor, motiv pentru care se colectează un volum de apă direct în flacoane de sticlă etichetate corespunzător.

Pentru determinarea structurii taxonomice a fitoplanctonului din sectoarele studiate, probele s-au recoltat cu ajutorul flacoanelor de sticlă cu volumul de 300 ml, din orizontul de suprafață al apei (0 m).

*Fixarea probelor* are ca scop conservarea organismelor planctonice în stare morfologică aflată în momentul recoltării și se realizează cu reactivul iod în iodură de potasiu (reactiv Utermöhl). Această soluție conduce la sedimentarea pe fundul vasului a tuturor algelor planctonice și totodată asigură o bună concentrare ulterioară a probei.

*Concentrarea probelor* s-a efectuat mai rapid prin metoda centrifugării, în centrifugă specială cu cupe de 15 ml la o turație de 1200 rpm.

*Analiza microscopică* constă în examinarea unor câmpuri microscopice succesive de pe preparat, identificarea speciilor și a numărului de exemplare din fiecare specie. Pe o lamă de microscop se pune o picătură de probă, se acoperă cu o lamelă astfel încât să nu pătrundă bule de aer între lamă și lamelă. Se lucrează cu obiectivul ×40, ocularul ×10 și sistemul de iluminare în

contrast de fază. Se identifică speciile, se numără organismele algale din 4-6 câmpuri microscopice și se trec în fișa de analiză.

### *Zooplanctonul*

Zooplanctonul reprezintă o verigă importantă în rețelele trofice dintr-un ecosistem acvatic constituind cea mai valoroasă sursă de hrană pentru speciile de pești planctonofage și pentru speciile carnivore în primele stadii ontogenetice.

Prin poziția lor de consumatori primari, organismele planctonice au rol important în circuitul materiei și energiei în ecosistemele acvatice.

În ecosistemele acvatice organismele zooplanctonice filtratoare sunt principalii consumatori de detritus vegetal și animal aflat în masa apei și pe fundul bazinelor, transformând direct materia organică moartă în biomasă pentru veriga trofică superioară, scurtând astfel lanțurile trofice și accelerând circuitul materiei în ecosisteme.

Modificarea calității mediului acvatic reprezintă o premiză a modificării ulterioare a componenței speciilor, a indicatorilor calitativi, a raporturilor grupelor taxonomice și a structurii populațiilor zooplanctonice. Astfel zooplanctonul poate servi drept indicator al calității mediului acvatic.

În cadrul ecosistemelor acvatice zooplanctonul deține o poziție cheie în rețelele trofice. Datorită dezvoltării lor partenogenetice, rotiferele, copepodele și cladocerele devin la un moment dat dominante în ecosistem atât numeric cât și gravimetric.

Aprecierea producției zooplanctonului în cele 4 zone investigate din Lunca Joasă a Prutului Inferior a constat în evaluarea densității numerice (ex./l) și a biomasei (g/mc).

O primă etapă în determinarea structurii zoocenozei planctonice a constat în colectarea probelor din orizontul de suprafață (0 m) din stațiile stabilite. După prelevare, volumul de probă (10 litri), a fost concentrat prin filtrare, folosind fileul planctonic confecționat din sită de mătase nr. 25 (dimensiunea ochiului fiind de 40-50  $\mu$ /latură). Concentratul de zooplancton a fost transferat în flacoane de sticlă de 100-150 ml.

Pentru eliminarea pierderilor de organisme, fileul se clătește prin introducerea în apă până în apropierea inelului metalic, se agită puternic și noul concentrat se adaugă celui recoltat anterior. Proba astfel obținută se conservă cu formol 4% și se analizează la microscop utilizând o cameră de numărare tip Kolkwitz, cu capacitatea de 1 ml.

Analiza calitativă a comunităților zooplanctonice se face în scopul determinării principalelor grupe taxonomice (protozoare, rotifere, copepode, cladocere) și a întocmirii conspectului faunistic pe grupe taxonomice.

Pentru analiza cantitativă a structurii zoocenozei planctonice din zonele luate în studiu a fost necesar să se calculeze o serie de indici biocenotici precum densitatea numerică și biomasa zooplanctonică.

Densitatea numerică reprezintă numărul de indivizi raportat la unitatea de volum.

Se numără toți indivizii aparținând fiecărei specii, se însumează numărul de indivizi din fiecare grup taxonomic, din adunarea cărora rezultă numărul total de indivizi din proba analizată. Rezultatul se exprimă în număr de exemplare la litru, ținând cont de cantitatea de apă filtrată inițial.

Biomasa zooplanctonică se calculează pe baza greutateii medii specifice ( $\mu\text{g}$ ), preluate din tabelele sintetizate în literatura de specialitate, în funcție de specie, sex, vârstă. Se calculează raportând procentual numărul de indivizi al unui grup taxonomic la numărul total de indivizi dintr-o probă.

Atât pentru fitoplancton cât și pentru zooplancton pentru evidențierea frecvenței de întâlnire a speciilor s-a utilizat următoarea scară de frecvență:

- + exemplare izolate;
- ++ exemplare rare;
- +++ exemplare cu frecvență mare.

Investigațiile hidrobiologice au avut drept scop determinarea calitativă și cantitativă a fitoplanctonului și zooplanctonului.

### **2.3. Materiale și metode privind determinarea conținutului de metale grele**

Analizele au fost efectuate cu suportul tehnic al proiectului „An Integrated System for the Complex Environmental Research and Monitoring in the Danube River Area”, REXDAN, cod SMIS 127065, co-finantat Fondul de Dezvoltare Regionala al Uniunii Europene, prin programul Operational Competitivitate 2014–2020, contract număr 309/10.07.2021.

Probele biologice de țesut au fost supuse procesului de digestie asistată cu microunde și ulterior analizate utilizând metoda spectrometriei de masă cu plasmă cuplată inductiv (ICP-MS), conform Simionov et al., 2023 (<https://doi.org/10.1016/j.etap.2023.104307>). Astfel, toate probele au fost supuse procesului de digestie pentru a obține dezagregarea PTE-urilor într-o soluție apoasă acidă. În rezumat, aproximativ 0,5 g de probă au fost cântărite și amestecate cu acid azotic Suprapur® (HNO<sub>3</sub> 65%, 1,00441,1000) și perhydrol® (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30% EMESURE®, 1,07210,1000) în vase PTFE-TFM. Vasele au fost plasate în sistemul avansat de digestie cu microunde Milestone Ethos Easy și a fost aplicat un program de digestie în trei etape (temperatura 210 °C și putere energetică 1800 MW). După digestie, toate probele au fost filtrate, apoi transferate în tuburi Falcon spălate anterior și diluate cu apă ultrapură până la atingerea unui volum de 50 ml. Tehnica analitică utilizată pentru cuantificarea Al (LOD=0,00001  $\mu\text{g/L}$ ), As (LOD=0,0003  $\mu\text{g/L}$ ), Cd (LOD=0,00006  $\mu\text{g/L}$ ), Cr (LOD=0,00005  $\mu\text{g/L}$ ), Cu (LOD=0,00003  $\mu\text{g/L}$ ), Ni (LOD=0,00006  $\mu\text{g/L}$ ), Pb (LOD=0,00001  $\mu\text{g/L}$ ) și respectiv Zn (LOD=0,0001  $\mu\text{g/L}$ ), în probele finale prelucrate a fost masa plasmatică cuplată inductiv tehnica de spectrometrie (ICP-MS), prin utilizarea instrumentului Perkin Elmer NexION 2000. Înainte de analiză, verificarea standard a performanței instrumentului a fost realizată prin utilizarea NexION Setup Solution (Lotul nr. 39–83GSX1). Curba de calibrare a fost elaborată înainte de fiecare sesiune de lucru utilizând soluția standard multi-element ICP-MS IV 23 elemente în acid azotic diluat (1.11355.0100). Pentru cuantificarea Hg (LOD=0,01  $\mu\text{g/kg}$  într-o probă de 100 mg) în probe proaspete, s-au aplicat tehnici de descompunere termică, amalgamare și spectrofotometrie de absorbție atomică, cu ajutorul analizorului direct de mercur DMA-80 evo de la Milestone. Material de referință certificat de către Centrul Comun de Cercetare a fost folosit pentru a asigura acuratețea rezultatelor. Astfel, probe de

ERM® - BB422 (mușchi de pește) și ERM® - CE278k (țesut de midii) au fost preparate urmând aceeași procedură de digestie și analiză ca cea prezentată mai sus.

Au fost determinate din probe biologice și apă următoarele metale grele : Cd; Co; Cr; Cu; Fe; Mn; Ni; Pb; Zn. Probele biologice au constat din: CPI - caras Prut intestin, CPF - caras Prut ficat, CPM - caras Prut muschi, CPB - caras Prut branhii, SPI - somn Prut intestin, SPF - somn Prut ficat, SPB - somn Prut branhii, SPM - somn Prut muschi, CRPB - crap Prut branhii, CRPF - crap Prut ficat, CRPI - crap Prut intestin, CRPM - crap Prut muschi

### 3. Rezultate și discuții

#### 3.1. Evaluarea materialului biologic pescuit

Ca urmare a realizării activităților de pescuit științific, rezultatele obținute în zona cercetată a râului Prut indică prezența speciilor răpitoare *Silurus glanis* (somnul) și *Sander lucioperca* (șalăul) într-o proporție însemnată, urmată de identificarea specii cu o frecvență mai redusă precum: *Carassius gibelio* (carasul) și *Cyprinus carpio* (crap). Rezultatele obținute sunt prezentate în tabelul de mai jos:

Tabelul nr.1.

**Biometria exemplarelor pescuite**

Nr.Crt	Specie	Lungime totală (cm)	Ls (cm)	H (cm)	Masă corporală (Kg)
1	Crap	60,0	54,0	18,0	1,2
2	Crap	42,0	40,0	11,0	3,0
3	Crap	89,0	85,0	22,0	6,0
4	Crap	56,0	50,0	15,0	3,2
5	Crap	50,0	45,0	15,0	2,9
6	Crap	64,0	60,0	19,0	5,1
7	Crap	42,0	38,0	12,0	3,2
8	Crap	54,0	50,0	14,0	3,4
9	Crap	47,0	40,0	13,5	2,9
10	Crap	52,0	49,0	15,0	3,3
11	Șalău	38,0	33,0	8,0	0,9
12	Șalău	41,0	38,0	10,0	1,2
13	Șalău	38,0	33,0	8,0	0,7
14	Șalău	40,0	35,0	8,0	1,5
15	Șalău	39,0	35,0	9,0	1,0
16	Somn	38,0	33,0	7,5	0,8
17	Somn	41,0	38,0	7,5	1,0

<b>Nr.Crt</b>	<b>Specie</b>	<b>Lungime totală (cm)</b>	<b>Ls (cm)</b>	<b>H (cm)</b>	<b>Masă corporală (Kg)</b>
18	Somn	30,0	26,0	4,0	0,7
19	Somn	41,0	37,0	7,0	1,0
20	Somn	45,0	41,0	7,0	1,2
21	Somn	41,0	37,0	7,0	1,0
22	Somn	45,0	41,0	6,5	1,2
23	Somn	52,0	48,0	8,0	2,0
24	Somn	52,0	48,0	8,0	1,9
25	Somn	52,0	48,0	8,5	1,9
26	Somn	45,0	41,0	7,0	1,2
27	Somn	52,0	48,0	7,5	1,3
28	Somn	50,0	46,0	8,0	0,9
29	Somn	50,0	46,0	8,3	0,9
30	Somn	52,0	48,0	8,9	1,3
31	Somn	52,0	48,0	7,8	1,9
32	Caras	27,0	22,0	9,7	0,4
33	Caras	26,8	21,7	8,6	0,3
34	Caras	24,0	20,0	8,3	0,3
35	Caras	29,7	25,0	10,0	0,5
36	Caras	25,5	23,4	8,0	0,3
37	Caras	27,0	24,9	8,2	0,5
38	Caras	26,3	24,2	8,1	0,4
39	Caras	25,4	23,3	7,3	0,4
40	Caras	28,7	26,6	8,5	0,5
41	Caras	29,4	27,3	8,0	0,5
42	Caras	26,5	24,4	7,9	0,4
43	Caras	24,8	22,7	6,8	0,3
44	Caras	25,6	23,5	7,5	0,4
45	Caras	24,6	22,5	6,9	0,3
46	Caras	28,7	26,6	9,1	0,5
47	Caras	29,3	27,2	9,8	0,4
48	Caras	25,4	23,3	8,3	0,4
49	Caras	25,5	23,4	8,7	0,4
50	Caras	26,8	24,7	9,4	0,4
51	Caras	29,4	27,3	10,1	0,4

### 3.2. Analizele fizico chimice ale apei

Valorile parametrilor fizico chimici analizați sunt redate în tabelul de mai jos:

Tabelul nr.2.

Valorile parametrilor fizico chimici analizați

Determinări fizico-chimice / U.M.		Locul prelevării probei:	Val. max. adm. de Ord.nr. 161/2006 ptr. cls a II-a de calitate	Valori maxime admise de literat. de specialitate
		Vădeni-Oancea		
pH	upH	7,11	6,5-8,5	
Substanță organică	mg KMnO <sub>4</sub> /l	24,24	-	60
CCO-Mn	mg O <sub>2</sub> /l	6,13	10	15
Calciu Ca <sup>2+</sup>	mg/l	56,11	100	160
Magneziu Mg <sup>2+</sup>	mg/l	26,73	50	50
Ca <sup>2+</sup> /Mg <sup>2+</sup>	raport	2,10	-	5
Duritate totală	°D	14,03	-	20
Azotiți NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mgN/l	0,014	-	0,2
Azotați NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mgN/l	0,889	3	4-5
Cloruri Cl <sup>-</sup>	mg/l	9,57	50	40
Amoniu NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mgN/l	0,2549	-	2
Amoniac NH <sub>3</sub>	mgN/l	0,0024	-	0,2

- *pH-ul apei*, exprimat în upH, a prezentat o reacție alcalină și nu a depășit valoarea maximă admisă de Ord. MMGA nr. 161/2006 (8,5 upH) în proba analizată.

- *Conținutul de substanțe organice oxidabile*, exprimat în mg KMnO<sub>4</sub>/l, are valori ce nu depășesc limitele admise de literatura de specialitate pentru apele piscicole (5-60 mg KMnO<sub>4</sub>/l), în toate probele analizate.

În corelație cu aceasta consumul chimic de oxigen la permanganat de potasiu (CCO-Mn) are valori ce situează calitatea apei analizate în clasa II de calitate conform Ord. MMGA nr. 161/2006.

- *Azotiții (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)*, exprimați în mgN/l, au fost determinați în cantități sub limitele maxime admise pentru apele piscicole.

- *Azotații (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)*, exprimați în mgN/l, au fost determinați în cantități sub limitele maxime admise pentru apele piscicole.

- **Ionul amoniu ( $\text{NH}_4^+$ )**, exprimat în mgN/l, nu depășește cantitățile admise pentru apele piscicole.

- **Ionii de calciu ( $\text{Ca}^{2+}$ )**, exprimați în mg/l, au valori ce încadrează apa conform Ord. MMGA nr. 161/2006 în clasa a II-a de calitate; însă conform literaturii de specialitate este o valoare situată sub limitele optime pentru apele piscicole, calciul având rol hotărâtor în producția piscicolă.

- **Ionii de magneziu ( $\text{Mg}^{2+}$ )**, exprimați în mg/l, în probele analizate nu depășește limitele optime (10-40 mg/l) admise de literatura e specialitate. Conform Ord. MMGA nr. 161/2006, ionii de magneziu din probele de apă analizate se încadrează în clasa a II-a de calitate.

- **Raportul ionilor de  $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$**  este mai mic decât valoarea optimă care este 5:1 pentru o apă considerată productivă.

În relație cu cele arătate mai sus **duritatea totală** are valori ce nu depășesc limitele admise de literatura de specialitate (8-20 °D), în proba analizată.

- **Clorurile ( $\text{Cl}^-$ )**, exprimate în mg/l, nu depășesc valoarea maximă admisă de literatura de specialitate în toate probele de apă, iar conform Ord. MMGA nr. 161/2006 apa se încadrează în clasa a II-a de calitate în toate probele de apă analizate.

### 3.3. Analiza hidrobiologică a apei

#### Analiză fitoplancton:

În urma analizei microscopice a probelor de apă prelevate din râul Prut, s-au evidențiat în componența fitoplanctonului, reprezentanți ai diatomeelor (alge silicioase). Speciile întâlnite în probele analizate sunt următoarele: *Gyrosigma attenuatum*, *Amphipleura pellucida*, *Synedra acus*, *Synedra ulna*, *Nitzschia fonticola*, *Nitzschia acicularis* (**Bacillariophyceae**) clorofite (alge verzi), *Scenedesmus opoliensis*, *Crucigenia quadrata*, *Ankistrodesmus falcatus* (**Chlorophyceae**).

Tabelul nr. 3.

**Densitatea exemplarelor fitoplanctonice din probele de apă analizate**

Denumire stație	Densitate exp./l	Grup sistematic		
		Chlorophyta %	Cyanophyta %	Bacillariophyta %
Stația 1	970,64	30,76	-	69,24

În Stația 1, s-a înregistrat din punct de vedere cantitativ o densitate de 1570,64 exp/l. În probele analizate în stația 1 ponderea numerică o dețin diatomeele cu o pondere de 69,24% urmate de cloroficee care au înregistrat un procent de 30,76%. (Tabelul nr.3).

Tabelul nr.4.

**Biomasa fitoplanctonului din probele de apă analizate**

Denumire stație	Biomasa g/mc	Grup sistematic		
		Chlorophyta	Cyanophyta	Bacillariophyta

		%	%	%
Stația 1	5,05	10,98	-	89,02

Biomasa algală înregistrează valori de 7,05 g/mc. Diatomeele au înregistrat valori ale biomasei mai ridicate în proba analizată – 89,02 %, în timp ce biomasa înregistrată de cloroficee a fost mai scăzută. (Tabelul nr.4.).

### Analiză zooplancton:

Zooplanctonul este reprezentat de un număr de specii grupate în două grupe sistematice: *Rotatoria*, *Copepoda*.

Analizând grupele componente ale zooplanctonului, copepodele sunt reprezentate de speciile: *Macrocyclops albidus*, *Cyclops strenuus*.

Din grupa **rotiferilor** în probele analizate s-au identificat speciile: *Brachionus calyciflorus*, *Brachionus diversicornis*, *Brachionus urceolaris*, *Brachionus quadridentata*, *Lecane quadridentata*, *Trichocerca longiseta*, *Keratella quadrata*, *Keratella cochlearis*.

Tabelul nr. 5.

#### Densitatea exemplarelor zooplanctonice din probele de apă analizate

Denumire stație	Densitate exp./l	Grup sistematic		
		Rotatoria %	Copepoda %	Cladocera %
Stația 1	92	69,57	30,43	-

Analiza zooplanctonului din punct de vedere cantitativ, arată că s-a înregistrat o densitate numerică de 92 exp/l, (Tabelul nr. 5.).

Ponderea numerică o dețin rotiferii cu un procent de 69,57 % urmată de reprezentanți ai copepodelor. Cladocerele au lipsit în proba analizată.

Tabelul nr. 6.

#### Biomasa zooplanctonului din probele de apă analizate

Denumire stație	Biomasa g/mc	Grup sistematic		
		Rotatoria %	Copepoda %	Cladocera %
Stația 1	0,59	29,27	70,73	-

Biomasa zooplanctonică a înregistrat o valoare de 0,59 g/mc.

Din punct de vedere al biomasei în proba analizată se observă că predomină copepodele cu o pondere de 70,73% urmate de reprezentanți rotiferilor cu un procent de 29,73%. (Tabelul nr. 6).

### 3.4. Analiza metalelor grele

Metalele grele reprezintă un grup de elemente chimice cu densități relativ mari și toxicitate semnificativă chiar și la concentrații reduse. Printre cele mai comune metale grele se numără plumbul (Pb), mercurul (Hg), cadmiul (Cd) și arsenicul (As).

Bioacumularea metalelor grele în organismele acvatice, reprezintă o problemă majoră de sănătate publică și de mediu. Cu toate acestea, un potențial ridicat de bioacumulare nu înseamnă neapărat și un potențial ridicat de toxicitate.

Contaminanții pot fi absorbiți direct din mediul înconjurător sau prin ingerarea de particule, precum și prin consumul de hrană de-a lungul lanțului trofic.

Peștii sunt un indicator important al calității apei și constituie o sursă esențială de hrană pentru populațiile umane, astfel încât contaminarea acestora cu metale grele poate avea consecințe grave asupra sănătății umane.

După efectul pe care îl au asupra peștilor, metalele grele pot fi clasificate astfel: esențiale (fier, zinc, cupru, magneziu, seleniu, cobalt, vanadiu) și neesențiale, adică oligoelemente potențial toxice (aluminiu, arsen, mercur, plumb, cadmiu, bismut). Hg, Pb sau Cd, nu au niciun rol fiziologic cunoscut și sunt adesea toxice chiar și în cantități foarte mici. Cu toate acestea, toxicitatea și biodisponibilitatea metalelor în mediul acvatic este influențată de factori precum pH-ul, durezza apei, alcalinitatea și prezența substanțelor humice. Studiile au demonstrat că toxicitatea metalelor în apă crește odată cu creșterea alcalinității, pH-ului, salinității, temperaturii și conductivității.

În cazul studiului nostru, determinarea metalelor grele (Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn, Fe) s-a efectuat din probe de apă și diferite țesuturi de pește (intestin, ficat, mușchi și branhii).

Concentrațiile metalelor grele din apă au fost comparate cu legislația națională în vigoare (Ord. 161/2006)(Tabelul nr. 8). Interpretarea rezultatelor obținute pentru diferitele probe de țesuturi s-a realizat prin compararea acestora cu limitele maxime admisibile pentru metale grele în mușchiul de pește (mg/kg), conform standardelor internaționale (Tabelul nr. 9.). De asemenea, compararea concentrațiilor de metale grele în țesutul muscular al peștilor s-a efectuat prin compararea cu ghidul publicat de Consiliului Ministrului Mediului din România (Decretul nr. 356/2001), cu limite maxime pentru acumularea de metale în țesutul de pește (fileuri) de 0,2 mg/kg pentru Pb și 0,05 mg/kg pentru Cd. Totodată, Directiva 2006/1881/EC reglementează nivelul maxim admis în carnea de pește pentru anumiți contaminanți, precum și metalele grele, după cum urmează: 0,3 mg kg<sup>-1</sup> Pb și 0,05 mg kg<sup>-1</sup> Cd.

Valorile obținute pentru metalele grele analizate (Tabelul nr. 10) se încadrează în limitele stabilite de Ordinul 161/2016 pentru apa utilizată în piscicultură. Astfel, dintre metalele neesențiale, Cd înregistrează o valoare de 0,16 μg/L, în timp ce Pb înregistrează o valoare de 0,76 μg/L, valori aflate cu mult sub limitele maxime admisibile pentru apa de piscicultură.

Tabelul nr. 8.

**Concentrațiile de metale grele din probele de apă analizate și valorile din Ordinul 161/2006  
(pentru clasa a II a de calitate)**

Metale grele	Valori probe de apă (µg/L)	Valori Ordin 161/2006 (clasa a II a de calitate) (µg/L)
<b>Cd</b>	0.16	1
<b>Co</b>	0.30	20
<b>Cr</b>	3.62	50
<b>Cu</b>	2.59	30
<b>Mn</b>	48.10	100
<b>Ni</b>	3.87	25
<b>Pb</b>	0.76	10
<b>Zn</b>	33.33	200
<b>Fe</b>	299.77	500

Tabelul nr. 9.

**Limite maxime admisibile în țesutul muscular al peștilor, conform standardelor naționale și  
internationale**

Legislație U.M	Pb	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Ni	Zn
	(µg/g)							
<b>Comisia Europeană, Directiva EC nr. 1881/2006</b>	0,3	0,05				0,5		
<b>FAO, 1983</b>	0,2	0.05	0,15- 1	30	100	0,5	80	30
<b>FAO, 1989</b>	0,5	0,5						
<b>Ordinul 356/2001</b>	0,2	0,05						

Tabelul nr. 10.

**Valorile metalelor grele obținute pentru speciile de pești analizate**

Cod probă	Probe țesut (µg/g)								
	Cd	Pb	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Zn
<b>CPI</b>	0,157	0,656	0,400	1,714	3,075	979,370	49,709	1,567	124,660
<b>CPF</b>	0,030	0,171	0,049	0,522	2,251	71,727	4,938	0,285	73,346
<b>CPM</b>	0,020	0,133	0,023	0,548	0,393	40,399	0,602	0,246	20,152
<b>CPB</b>	0,022	0,153	0,074	0,611	0,997	126,739	4,303	0,429	43,775
<b>SPI</b>	0,068	0,187	0,161	0,753	0,876	325,317	28,783	1,122	12,891
<b>SPF</b>	0,072	0,118	0,115	0,416	2,102	129,364	1,739	0,316	9,703
<b>SPM</b>	0,014	0,112	0,026	0,492	0,246	12,454	0,499	0,334	3,426
<b>SPB</b>	0,020	0,162	0,103	0,542	0,443	90,577	1,626	0,338	9,047

Cod probă	Probe țesut (μg/g)								
	Cd	Pb	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Zn
CRPI	0,337	0,142	0,180	0,659	2,423	97,834	1,637	0,439	372,111
CRPF	0,100	0,114	0,058	0,550	18,465	133,629	2,951	0,281	90,406
CRPM	0,017	0,102	0,019	0,634	0,293	33,071	0,557	0,288	12,730
CRPB	0,029	0,225	0,078	0,547	0,906	251,325	2,409	0,398	194,759

Notă: CPI - caras Prut intestin, CPF - caras Prut ficat, CPM - caras Prut mușchi, CPB - caras Prut branhii, SPI - somn Prut intestin, SPF - somn Prut ficat, SPB - somn Prut branhii, SPM – somn, Prut mușchi, CRPB - crap Prut branhii, CRPF - crap Prut ficat, CRPI - crap Prut intestin, CRPM - crap Prut mușchi

**Cadmiul.** Accumularea de Cd în corpul peștilor cauzează deteriorarea sistemului cardiovascular, imunitar, reproductiv și nervos al peștilor. În același timp, perturbă ciclul celular, proliferarea, diferențierea și replicarea și repararea ADN-ului la nivel celular și apoi afectează calea apoptozei. Cd este un element capabil să producă toxicitate cronică la o concentrație minimă de 1 mg/kg. Când peștii sunt expuși la Cd pentru o perioadă lungă de timp, organele sau țesuturile sunt afectate, ceea ce poate duce chiar la inflamație sau necroză. Cd-ul din apă ajunge prima dată în corpul peștilor prin branhiile lor, se acumulează în ficat prin sânge și apoi se răspândește în alte organe/părți ale corpului. Dacă peștii sunt expuși la Cd pentru mult timp, conținutul de Cd din ficat poate depăși capacitatea acestuia de detoxifiere, afectând funcționarea acestuia.

În cazul probelor de țesut prelevate de la cele trei specii de pești, concentrația de Cd a înregistrat cele mai ridicate valori în intestinul crapului și carasului (0,337 μg/g; 0,157 μg/g), în timp ce în intestinul somnului valorile înregistrate au fost semnificativ mai scăzute (0,068 μg/g). De asemenea, se observă valori ușor mai ridicate ale cadmiului în ficatul crapului. *Cu toate acestea, valorile Cd înregistrate în țesut muscular pentru speciile luate în studiu nu depășesc nivelul maxim admis, pentru consumul uman, de către legislația europeană în vigoare (Directiva 1881/2006).*

**Plumbul** este un element non-esențial, iar concentrații mai mari pot apărea la organisme acvatice din apropierea surselor antropogene. Este toxic chiar și la concentrații scăzute și nu are nicio funcție cunoscută în procesele biochimice. Peștii expuși la niveluri ridicate de plumb prezintă o gamă largă de efecte, inclusiv deficite comportamentale, rezistență redusă la boli, degenerare și distrugere musculară și neurologică, reducerea creșterii, mortalitate, probleme reproductive, etc. În cazul studiului nostru, pentru speciile luate în studiu, se observă acumularea Pb prin intermediul intestinului și al branhiilor, însă *valorile înregistrate la nivelul țesutului muscular nu depășesc limitele stabilite de legislația națională și internațională.*

**Cobaltul.** Cobaltul este un element esențial, dar prezența în concentrații ridicate conduce la toxicitate. Și în cazul Co se observă aceeași tendință de acumulare la nivelul intestinului, cu valori semnificativ mai ridicate pentru caras, în timp ce valorile înregistrate pentru crap și somn sunt semnificativ egale.

**Cromul.** Cr nu este un element biologic esențial. Cu toate acestea, este implicat în metabolismul carbohidraților, proteinelor, lipidelor, precum și în funcțiile enzimelor și de creștere. Chiar dacă aportul oral de Cr joacă un rol important în nutriția și fiziologia peștilor, Cr-ul dizolvat în apă prezintă efecte toxice asupra fiziologiei organismului.

Valori ușor mai ridicate ale Cr au fost observate în intestinul speciilor luate în studiu, în special în cazul carasului (1, 714  $\mu\text{g/g}$ ). FAO, 1983, specifică limitele admise pentru Cr în țesutul muscular al peștilor ca fiind între 0,15-1  $\mu\text{g/g}$ . Astfel, potrivit valorilor comunicate de FAO, 1983, valorile Cr obținute pentru țesutul muscular al speciilor luate în studiu nu depășesc nivelul maxim admis pentru consumul uman.

*Cuprul.* Cuprul este un element esențial pentru funcționarea normală a sistemului cardiovascular și nervos și este implicat în activitatea unor enzime vitale, protejând celulele de stresul oxidativ. Deși necesar în cantități mici pentru funcțiile metabolice ale peștilor, cuprul poate deveni toxic în exces, generând radicali liberi și perturbând procesele biochimice și fiziologice. Valori mai ridicate ale Cu au fost obținute în ficatul crapului (18,465  $\mu\text{g/g}$ ), respectiv al carasului (3,075  $\mu\text{g/g}$ ). Cu toate acestea, valorile înregistrate în țesul muscular pentru speciile luate în studiu nu depășesc valorile recomandate de FAO, 1983.

*Fierul.* Fierul este un element esențial pentru viață. Cu toate acestea, nivelurile ridicate în apă, provenite din activități antropogene sau surse naturale, pot cauza efecte adverse organismelor acvatice. Astfel, concentrațiile ridicate de Fe din apă poate conduce la leziuni oxidative ale diverselor organe și deteriorarea branhiilor. În cazul probelor prelevate de la caras și crap s-a observat că absorbția Fe s-a realizat în principal prin două căi de preluare, tractul digestiv și branhiile, în timp ce la somn o concentrație mai ridicată a Fe a fost observată în probele de intestin și ficat. Conform Directivei Comisiei Europene 188/2006, nu există un nivel maxim permis pentru Fe în țesutul muscular al peștilor. Analizele efectuate au evidențiat valori ale Fe cuprinse între 12,454  $\mu\text{g/g}$  pentru somn, respectiv de 40,399  $\mu\text{g/g}$  pentru caras.

*Manganul.* Manganul (Mn) este un micronutrient esențial care nu apare în mod natural în ecosistemele acvatice. Deși manganul nu este un poluant semnificativ, este unul dintre primele metale care își măresc concentrația în apele acidificate. Concentrațiile ridicate de mangan din apă pot cauza peștilor toxicitate acută și cronică, stres oxidativ, afectarea sistemului nervos și respirator, disfuncții hepatice, probleme de creștere și reproducție, precum și anomalii comportamentale la pești.

În ceea ce privește acumularea Mn în țesuturile carasului și somnului, aceasta a avut loc în următoarea ordine: intestin > ficat > branhiile > mușchi, în timp ce pentru crap: ficat > branhiile > intestin > mușchi.

*Nichelul* este un element care apare în mod natural în apă. Toxicitatea nichelului pentru organismele acvatice este în general redusă și variază semnificativ în funcție de pH și durezza apei. Concentrațiile crescute de nichel pot cauza efecte subletale. În probele de țesuturi prelevate, concentrațiile de nichel au indicat o acumulare mai mare la nivelul intestinului și branhiilor, valorile înregistrate la nivelul țesutului muscular fiind sub nivelul maxim admis de FAO, 1983.

*Zincul.* În ceea ce privește concentrația de Zn din probele de țesut analizate, aceasta a avut loc în următoarea ordine: intestin > ficat > branhiile > mușchi pentru caras și somn, respectiv intestin > branhiile > ficat > mușchi în cazul crapului, valorile fiind sub limitele maxime admise de FAO, 1983.

## 4. Concluzii

Lunca joasă a Prutului, situată de-a lungul acestui râu care formează granița dintre România și Republica Moldova, este un ecosistem deosebit de valoros și complex. Acest tip de habitat inundabil joacă un rol crucial în menținerea biodiversității, gestionarea apelor și asigurarea unor servicii ecosistemice esențiale.

Monitorizarea ihtiofaunei din Lunca Joasă a Prutului din 2023 a relevat abundența semnificativă a speciei *Silurus glanis* (somon) și *Sander lucioperca* (șalău) în râul Prut, zona inferioară. Aceasta sugerează că habitatul oferă condiții favorabile pentru aceste specii de pești răpitori, care joacă un rol crucial în menținerea echilibrului ecologic prin controlul populațiilor de pești mai mici.

În ceea ce privește calitatea apei din lunca joasă a râului Prut se încadrează în general în clasa a II-a de calitate conform normelor Ord. MMGA nr. 161/2006, fiind adecvată pentru viața piscicolă. Deși pH-ul apei și nivelul substanțelor organice oxidabile sunt în limitele admise, raportul ionilor de calciu și magneziu și duritatea apei sugerează că pot exista limitări în ceea ce privește productivitatea piscicolă optimă. Este recomandată o monitorizare continuă și măsuri de gestionare pentru a menține și îmbunătăți calitatea apei, asigurând astfel un habitat sănătos pentru ihtiofauna din această zonă.

Analiza fitoplanctonului și zooplanctonului din râul Prut în anul 2023 indică un ecosistem acvatic în care diatomeele joacă un rol major în structura fitoplanctonului, contribuind semnificativ la biomasa totală. În ceea ce privește zooplanctonul, copepodele domină atât din punct de vedere cantitativ cât și al biomasei, în timp ce rotiferii, deși mai numeroși, contribuie mai puțin la biomasa totală. Aceste rezultate sugerează o diversitate ecologică relativ echilibrată, dar și necesitatea monitorizării continue pentru a evalua eventualele schimbări în structura și funcționarea comunităților planctonice.

Concentrațiile de metale grele în apa și țesuturile peștilor din râul Prut sunt sub limitele maxime admisibile conform legislației naționale și internaționale, indicând un risc redus pentru sănătatea umană și mediu. Cu toate acestea, monitorizarea continuă și gestionarea surselor de poluare rămân esențiale pentru a preveni acumularea toxică în ecosistemele acvatice.

**ANEXE**  
**Foto pescuit științific**



