# ACUMULAREA MICROELEMENTELOR(METALE ȘI METALOIZI) ÎN SOMNUL EUROPIAN (*SILURUS GLANIS*, LINNAEUS, 1758) DIN RÂUL PRUT

## ACCUMULATION OF MICROELEMENTS (METALS AND METALLOIDS) IN EUROPEAN CATFISH (SILURUS GLANIS, LINNAEUS, 1758) FROM THE PRUT RIVER

**CZU: 597.551.4(478)** **https://doi.org/10.59295/spd2025e.50**

**Natalia ZUBCOV**
ORCID: 0000-0001-6048-9395
E-mail: natalia.zubcov@sti.usm.md
*Institutul de Zoologie, Universitatea de Stat din Moldova, Chișinău, Republica Moldova*

**Elena ZUBCOV**
ORCID: 0000-0002-8437-8195
E-mail: ecotox@yahoo.com
*Institutul de Zoologie, Universitatea de Stat din Moldova, Chișinău, Republica Moldova*

**Dumitru BULAT**
ORCID: 0000-0003-1134-7176
E-mail: bulatdm@yahoo.com
*Institutul de Zoologie, Universitatea de Stat din Moldova, Chișinău, Republica Moldova*

**Denis BULAT**
ORCID: 0000-0003-0591-3960
E-mail: bulat.denis@gmail.com
*Institutul de Zoologie, Universitatea de Stat din Moldova, Chișinău, Republica Moldova*

**Victor CIORNEA**
ORCID: 0000-0009-6704-8728
E-mail: ciornea.victor@gmail.com
*Institutul de Zoologie, Universitatea de Stat din Moldova, Chișinău, Republica Moldova*

***Summary.*** *The objective of the present study was to investigatethe levels of trace metals and metaloise (Fe,Zn,Al,,Sr,Ge, Be, Mn, Ba, Ga, Cu, Bi, As, Se, Ni, Te, Ti, Sb, Sn, Cr, Pb, Ag, V, Cd) in muscle ,skil,, liver, and gonade of freshwater fish, Linnaeus, 1758, from River Prut. The concentrations were different between the tissues of fish. Results showed that the microelements concentrations in difetent tissues of were prezented in descending order. Results also showed that the concentrations in the muscle and gonades of Silurus glanis are below levels of concern for human consumption.*

***Keywords****: Prut River, microelements, metals, metalloids, bioacumulation Silurus glanis.*

## INTRODUCERE

Stabilirea proceselor și nivelului de acumulare a microelementelor (metalelor și metaloizilor) în corpul peștilor este important atât pentru obținerea cunoștințelor noi în descifrarea proceselor de bioacumulare și biomagnificării a substanțelor chimice, descifrarea rolului microelementelor în funcționalitatea ecosistemelor acvatice cât și pentru evaluarea calității produselor piscicole ca sursă nutritivă de importantă a omului[12]. În anii precedenți au fost realizate mai multe investigații în bazinul hidrografic a râului Prut, dar aspectul de acumulare ale 13 microelemente-metale au fost în majoritatea sa axate pe speciile de pești din familiile Ciprinide și Percide.

**Somnul european** (Silurus glanis, Linnaeus, 1758) este un răpitor obligator, de talie mare, aparținând familiei *Siluridae*, cu o răspândire euro-asiatică extinsă. În râul Prut, preferă habitatele acvatice cu curgere relativ lentă, gropi adânci, meandre, etc. După caractere morfo-anatomice, somnul are capul turtit dorso-ventral, corpul lipsit de solzi, moderat comprimat lateral și prezintă un număr de 71–75 vertebre și 14 spini branhiali. Ambele fălci sunt prevăzute cu o bandă lată de dinți mărunți. Coloritul este variabil și depinde de transparența apei și substratul fundului (Figura 1).



**Figura 1. Somnul european** (*Silurus glanis*, Linnaeus, 1758).

Această specie poate atinge dimensiuni impresionante, de până la 500 cm lungime și 300 kg greutate, deși în mod obișnuit exemplarele adulte măsoară între 50–100 cm și 1,5–7 kg. Reproducerea are loc în a doua decadă a lunii aprilie-mai, la o temperatură a apei de aprox. 20°C, când adulții migrează spre zona luncilor inundabile și se reproduc în perechi. Maturitatea sexuală este atinsă la 4–5 ani. Femela poate depune până la un milion de icre, păzite ulterior de mascul. Somnul fiind un prădător, se hrănește cu pești bentonici, crustacee, dar și cu vertebrate de talie mică, cadavre sau chiar păsări acvatice. Din punct de vedere ecologic, somnul este un ameliorator biologic, contribuind la menținerea echilibrului în ecosistemele acvatice. În r.Prut, are valoare economică în pescuitul comercial (de partea României), fiind capturat prin vintire, setci sau năvod.

În prezent este tot mai alarmantă starea actuală a populațiilor de somn din fl. Nistru și r. Prut. Dacă în bălțile Prutului inferior câteva decenii în urmă captura somnului în pescuitul comercial constituia 5-10 %, iar în albie – și mai mult, atunci în prezent aceste valori sunt valabile doar pentru exemplarele sub dimensiunile admisibile legale pentru pescuit (60 cm). Carnea sa este apreciată pentru calitățile gustative, fiind lipsită de oase mărunte și bogată în grăsimi, mai ales la exemplarele mari. În ceea ce privește conservarea, nu beneficiază de măsuri speciale de protecție în Republica Moldova.

Astfel, cercetarea acumulării de oligoelementelor în somnul european prezintă o actualitate de studiu în ihtiologie și ecologie, având importanță atât teoretică, cât și practică. Fiind unul dintre cei mai importanți pași în monitorizarea stării ecologice a ecosistemelor de apă dulce, fiind investigații cruciale și reprezintă o bază teoretică bună pentru descifrarea proceselor de funcționare ecosistemelor acvatice și monitorizare dezvoltării și calității produsului piscicol [12]necesare pentru gestionarea și valorificarea rațională a resurselor acvatice și piscicole[8] .

## MATERIALE ȘI METODE

Materialul pentru investigațiile realizate a fost colectat din râului Prut, sectorul inferior primăvara anului 2025 în perioada premergătoare depunerii icrelor al acestei specie, când în organismul peștilor se petrec procesele de redistribuirea a microelementelor biologic importante pentru procesul de înmulțire și dezvoltare a peștelui în perioada de ontogeneză timpurie din mușchii corpului și ficat în gonade, iar elementelor toxice -invers din gonade în ficat și mușchii corpului [10,15]. Pentru cercetarea nivelului de acumulare a microelementelor-metale și a unor metaloizi au fost prelevate mostre de mușchi corporale, piele, ficat și gonade a *Silurus glanis*, cu masa corpului de la 530 de grame cu lungimea 41 cm (pești nematurizați) și până la 1280-4770 grame cu lungimea peștilor de 60-90 cm ( pești maturizați).

Concentrația microelementelor-metale și a metaloizilor în apă, suspensii și în unele hidrobionți, sau colectat trimestrial pe cursul râului de la barajul acumulării Costești-Stânca, Branište, Sculeni, Leușeni, Cahul, Câșlița-Prut, Giurgiulești. Materialul biologic a fost analizat prin metoda standardizată SM SR EN ISO 17294-2:2012 [2-5,9,11]. Pentru analiza multelementară, sa utilizat spectrometrul de emisie atomică cu plasmă cuplată inductiv ICP-

OES, *Thermo Scientific iCAP 6200 Duo* (*Thermo Fisher Scientific*), dotat cu softul „*iTEVA Software*". Atomizarea aerosolilor a fost asigurată de torța cu plasmă cuplată inductiv într-un flux continuu de argon, cu presiunea 5 bar. În calitate de standard intern au fost utilizate liniile spectrale 188,060; 227,318; 361,384 și 391,181 nm ale scandiului – Sc, în calitate de standard intern care permit determinarea microelementelor investigate[2-5,9,11]. .

Din peștii proaspeți aduși în laborator sau colectat probe de mușchi a corpului, piele, ficat, și gonade în cantități de la 0,2000. până la 0,7000 g cântărite cu utilizarea balantei analitică CE124 C 0.00000 și supuse digestiei.

Materialul biologic plasate în tuburi de teflon a fost supus digestiei cu amestec de acizi clorhidric și azotic în digestor cu microunde *Speed Wave four SW-4 (Berghof)* la temperaturi și presiuni ridicate de până la 100 bar în corespundere cu metodele standardizate ISO 15587-1, ISO 15587-2, EPA 200.2,3050 și 3051A și programului corespunzător a materialului supus procesului de digestie[2-5]. .

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

Zeci ani în urmă au fost determinat conținutul unor metale în corpul unui exemplar de **Somnul european** *Silurus glanis*, (Linnaeus, 1758) din r.Prut și 2 exemplare- din fluviu Dunăre în cadrul realizării unor proiecte internaționale. Atunci concentrația cuprului, zincului, nichelului, plumbului, manganului a fost de 3-4 ori mai mare în mușchi, piele și ficat și de 2-3 ori în comparație cu date obținute în anul curent **,** dar atunci și conținutul acestor metale în apă și suspensii la fel au fost vizibil mai înalte de cele din ultimii ani [10,13-15].

Investigarea nivelului de bioacumulare în pești constituie una din verigile monitoringului biologic al metalelor și metaloizilor și evaluării proceselor și căilor de circulare în ecosistemele acvatice. Nivelul și dinamica de acumulare a microelementelor în pești are atât o importanță ecologică, cât și igienică. În condițiile schimbărilor climatice și creșterii factorului uman asupra funcționării ecosistemelor acvatice, problemele acumulării, în special, a metalelor grele și metaloizilor toxice prezintă o problemă vitală privind calitatea apei și a produsului piscicol [6,10,13-15]. Aceste rezultate sunt necesare și valoroase, deoarece microelementele, sunt cele mai puțin cercetare în mediul de viață dar care în cantități optime, sunt extrem de necesari pentru plante, animale și viața umană, însă în cazul deficitului sau concentrațiilor sporite provoacă diferite cauze de disbalanțe, a bolilor endemice și chiar a intoxicației. Majoritatea microelementelor îndeosebi metale se acumulează în lanțul trofic, fapt ce, în cele din urmă, poate afecta nemijlocit sănătatea omului care se alimentează cu produse piscicole poluate. Sunt bine cunoscute cazurile de intoxicare a oamenilor cu cadmiu, mercur în rezultatul consumării peștelui poluat. Unele microelemente (Bi, Se, As, Te, Ge ș.a.) au devenit parte-componente a medicamentelor, inclusiv al antibioticelor și substanțelor contraceptive greu degradabile care nimeresc în ecosistemele acvatice și care în cantități mici prezintă pericol pentru funcționalitatea ecosistemelor și sănătatea umană.

Peștii posedă un mecanism homeostatic destul de dezvoltat, ce reglează procesele de acumulare şi redistribuire a microelementelor între diferite organe în dependență de meta-

bolismul plastic şi generativ al peștilor și necesitățile lor pentru un microelement sau altul. În perioada premergătoare depunerii icrelor, predomină procesele intense de acumulare a microelementelor biologic importante în gonade, însoțite de micșorarea concentrațiilor lor în mușchii scheletici, iar în perioada de creștere - invers. Cu toate acestea, componența microelementară a organelor şi țesuturilor reprezintă o funcție a componenței mediului. Scopul acestei lucrări este analiza nivelului microelementelor în diferite organe a speciei *Silurus glanis* și calitatea produsului piscol acestei specie care pentru o bună parte de societate din acesta regiune este o specii deosebită pentru fluviul Dunărea și afluentul - r.Prut.

Metalele grele și unele metaloizi, conform hotărârii numeroaselor comisii internaționale pentru problemele protecției mediului înconjurător şi a ocrotirii sănătății, sunt raportate la substanțe poluante prioritare [10-13], deoarece nu se descompun dar se schimbă numai forma, sau componenta chimică de migrație acestora în mediul de trai. Este cunoscut faptul că aproape toate metalele și metaloizii joacă un rol foarte important în calitate de catalizatori, stimulatori sau inhibitori în procesele biochimice, care decurg în organismele vii şi constituie o parte indispensabilă a multor vitamine, fermenți, metaloproteine şi a altor compuși, fără de care procesele metabolice sunt imposibile [10], însă, odată cu intensificarea acțiunii antropogene asupra ecosistemelor acvatice, de cele mai multe ori ne întâlnim cu problema influenței toxice a metalelor asupra organismelor , inclusiv asupra creșterii și dezvoltării peștilor. De menționat faptul că în ultimii ani în forme solubile nu au fost depistate concentrații mari a microelementelor și numai în aval de confluența r.Jijia cu r. Prut, și în anul 2024 în perioada de inundații în suspensiile r.Prut au fost depistate concentrații sporite a microelementelor la nivel toxic pentru organismele acvatice.

Nivelul metalelor în specia investigată la fel nu prezintă pericol pentru sănătatea umană fiind minime în mușchii corpului și maxime in ficat (*As, Be, Bi, Cd, Co, Cu, Ga, Ge, Fe, Mn, Pb, Sr, Te, V, Zn*) și pilea (*Ag, Al, Ba, Cr, Ni, Sn, Ti* ) al *Silurus glanis* (Figurile 1,2,3,4).

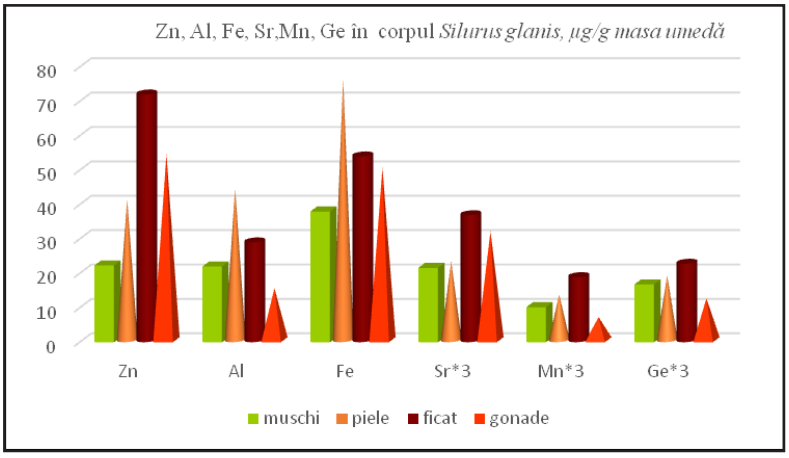



**Figura 1.** Concentrația *Zn, Al, Fe, Sr, Mn, Ge* (µg/g de masă umedă ) în mușchi, piele, ficat și gonade a speciei *Silurus glanis*, din r.Prut, sectorul inferior , 2025.

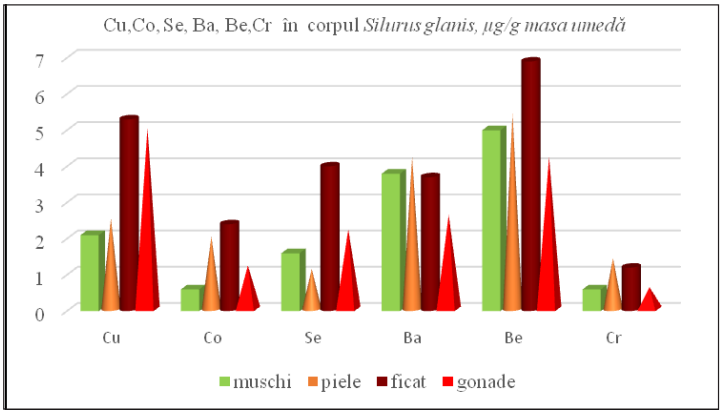



**Figura 2.** Concentrația *Cu, Co, Se, Ba, Be, Cr* (µg/g de masă umedă ) în mușchi, piele, ficat și gonade a speciei *Silurus glanis*, din r.Prut, sectorul inferior, 2025.

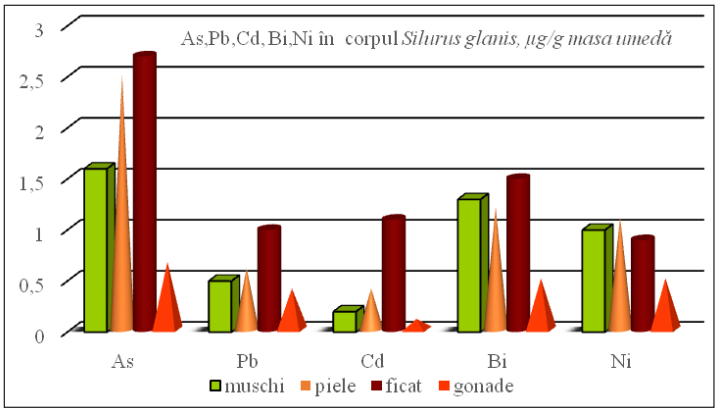



**Figura 3.** Concentrația *As, Pb, Cd, Bi, Ni* (µg/g de masă umedă ) în mușchi, piele, ficat și gonade a speciei *Silurus glanis*, din r.Prut, sectorul inferior , 2025.

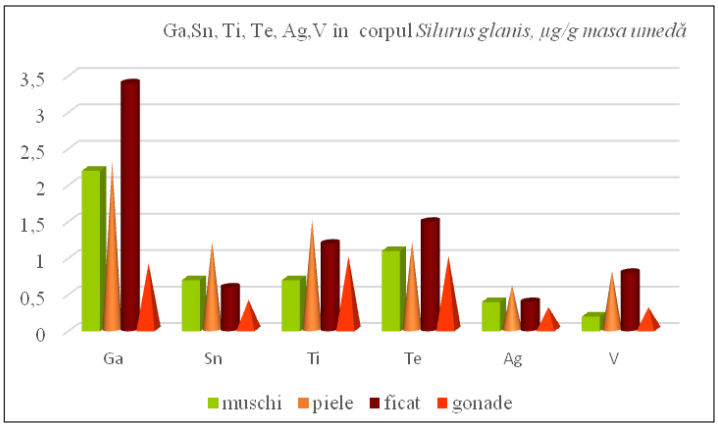



**Figura 4.** Concentrația *Ga, Sn, Ti, Te, Ag, V* (µg/g de masă umedă ) în mușchi, piele, ficat și gonade a speciei *Silurus glanis*, din r.Prut, sectorul inferior, 2025.

Datorită contactului direct și permanent între hidrobionți inclusiv pești cu mediul acvatic, procesul de bioacumulare a metalelor prezintă un proces destul de complicat care se petreci atât prin adsorbție fizico-chimică din apă cât și prin utilizarea hranei vie împreună cu substanțe din suspensii și mâluri. Nivelul de bioacumulare a metalelor este independentă de metabolismul însuși a organismului care la rândul său este influențat și de condițiile mediului de trai. În așa caz valoarea coeficientului de bioacumulare metalelor în pești [1,7] nu întotdeauna poate fi un indicator corect atunci când este calculat ca raportul între concentrația metalelor în corpul peștilor la concentrația în apă. Multiple lucrări experimentale realizate [10,15] ne permit să constatăm a speciei că peștii numai la etapa de larve și alevini pot servi ca bioindicatori ai poluării apei cu metale.

Începând de la puiet – până la pește-marfă nivelul de bioacumulare depinde mai mult de componența hranei, având o dinamică sezonieră. La pești-reproducători factorul dominant ale procesele de bioacumulare devine raportul între procesele de înmulțire și celor de creștere a peștilor. Astfel, procesele de gametogeneză determină intensitatea de bioacumulare microelementelor din apă și nutriție și provoacă procesele de redistribuire microelementelor între diferite organe a peștilor [10-13,15]. Acestea ne permit să constatăm că valoarea coeficientului de bioacumulare în corpul peștilor este o valoare foarte variabilă și care nu poate servi în calitate de indicator a poluării ecosistemei acvatice sau mediului de trai a peștilor cu metale. Acest indicator poate fi utilizat pentru estimarea intensității a bioacumulării microelementelor în unele sau altor organe a peștilor în condiții experimentale.

Noi am calculat coeficientul de bioacumulare ca raport a concentrației metalelor în mușchii corpului (căror le revine o bună parte a biomasei peștilor la conținutul mediul total a microelementelor în apa r.Prut de la Branište până la Giurgiulești (microelemente dizolvate în apă + cele din suspensii). În calcul s-au luat peștii maturizați colectați în aceeași localitate în perioadă premergătoare de depunerea icrelor, când procesele de reproducere predomină asupra celor de creștere. Cifrele obținute nu indică nivelul de poluare apei și suspensiilor din r.Prut însă ne permite să demonstrăm plasarea sau rândul de descreștere ale microelementelor *Zn > Mn > Se > Co > Fe > Cu > Ge > Ba > Ag > Pb > Be > As > Sn > Ga > Cr > Bi > Ni > Cd > Te > V > Ti > Sr >Al* care ne demonstrează că pe primele poziții se află microelementele necesare de înmulțirea peștilor, iar cele toxice sau efectul cărora asupra ihtiofaunei este mai neutru - sunt pe următoarele poziții. Ca exemplu concentrația *Al, Zn, Sr* în apă și suspensii sunt cu mult mai mari de ale *Mn, Co, Se* dar numai *Zn* se află între cele primele, iar *Sr* și *Al* concentrațiile cărora depășesc concentrațiile *Zn* sunt ultime în acest rând.

## CONCLUZII

Procesele de acumulare a microelementelor în organele și țesuturile peștilor maturați sexual au un caracter destul de complicat și divers, condiționat de complexul factorilor mediului și statutul fiziologic-biochimic al organismelor. Prin urmare, legătura dintre nivelul de acumulare a microelementelor în organele și țesuturile peștilor cercetați și

mediu nu este pusă la îndoială, cu toate că la pești este destul de dezvoltat mecanismul homeostazei, care reglează procesele de acumulare a elementelor chimice.

După pătrunderea microelementelor în organismul peștilor are loc repartizarea lor prin diferite organe - proces dependent de necesitatea biologică. În majoritatea cazurilor, concentrațiile maxime ale majorității microelemente-metale și metaloizi , inclusiv celor toxice sunt depistate în ficat, ale unor metale în piele, iar concentrațiile minime -în mușchii scheletici și în gonade, în perioadă premergătoare de depunerea icrelor concentrațiile microelementelor necesare pentru înmulțirea a peștilor brusc se mărește în gonade.

Nivelul microelementelor investigate în corpul speciilor *Silurus glanis*, Linnaeus, 1758 din r. Prut investigate nu poate provoca efecte toxice pentru dezvoltare speciilor date sau pericol pentru sănătatea omului.

**REFERINȚE:**

1. Ali, H.; Khan, E.; Ilahi, I. Environmental chemistry and ecotoxicology of hazardous heavy metals: environmental persistence, toxicity, and bioaccumulation. *Journal of Chemistry*, Article ID: 6730305,2019 https://doi.org/10.1155/2019/6730305
2. Ciornea, et al. Inductively coupled plasma atomic emission spectrometry (ICP-OES) for environmental analysis. In *Hight-performance analytical techniques for the monitoring of toxicants in environment. Methodological guide*. Editor: Ene, A. Cluj-Napoca: Casa Cărții de Știință, pp. 37–44.2021 https://blackseacbc.net/images/e-library/BSB27_MONITOX_-Methodological_ guide_on_high-performance_ analytical_ techniques_for_the_ monitoring of_toxic_chemicals_in_environment_EN_RO.pdf
3. EPA Method 200.2, Revision 2.8: Sample Preparation Procedure for Spectrochemical Determination of Total Recoverable Elements. https://19january2017snapshot.epa.gov/sites/production/files/2015-08/documents/ method 200-2_rev_2-8_1994.pdf
4. EPA Method 3050B, Revision 2: Acid digestion of sediments, sludges, and soils. https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-06/documents/epa-3050b.pdf
5. EPA Method 3051a. Microwave assisted acid digestion of sediments, sludges, soils, and oils. https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-12/documents/3051a.pdf
6. Sapozhnikova, et al. Evaluation of pesticides and metals in fish of the Dniester River, Moldova. *Chemosphere*, Vol. 60, Issue 2, pp. 196–205. 2005. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2004.12.061
7. Spiegel, H. Trace element accumulation in selected bioindicators exposed to emissions along the industrial facilities of Danube Lowland. *Turkish Journal of Chemistry,* Vol. 26, No. 6, pp. 815–823.2002,: https://journals.tubitak.gov.tr/chem/vol26/iss6/2

8. The Prut river basin management plan. Cycle I, 2017–2022. Executive summary (2016) Chişinău: S. n., Tipogr. "Alina Scorohodova", 42 p. https://ieg.md/sites/default /files/2021-06/Sumar-Planul-Gestionare-Bazinul-Hidrografic-Prut-2017-2022-en.pdf
9. Zubcov, E.; Ciornea, V.; Ene, A. Micro- and macroelement analysis of environmental components. In *Guidance of the monitoring of water quality and assessment of the ecological status of aquatic ecosystems*. Eds: Bileţchi, L.; Zubcov, E. Chişinău: S. n., 2021 (Î. S. F.E.-P. „Tipografia Centrală"). Chisinau: I.S.F.I.Tipografia Centrală, pp. 8–16.2021https://zoology.md/sites/default/files/2021-05/Indrumar_monit_calit_apa _stare%20ecosis%20acvatice_2020.pdf
10. Zubcov, E.;et alRepartizarea, migrația și rolul microelementelor în apele de suprafață. In: *Microelementele în componentele biosferei și aplicarea lor în agricultură și medicină*. Monografie colectivă. Coordonator Toma, S. Chișinău: Ed. Pontos, p.78–107 .2016
11. Zubcov, E.et al. Ecotoxicological investigations of aquatic ecosystems (study of ecotoxicants). In *Ecotoxicological methodological guide for environmental monitoring: problematics, laboratory techniques and health risk investigation*. Eds. Zubcov, E.; Ene, A. Chişinău: I.S.F.I. Tipografia Centrală, pp. 38–53.2021 https://zoology.md/sites/default/files/2021-10/Ecotoxicological%20methodological% 20 guide%202021.pdf
12. Zubcov, E.et al. Various aspects of the assessment of migration and role of metals in determining the functioning of aquatic ecosystems Dniester and Prut rivers. *Oltenia. Studii și comunicări. Științele Naturii.* Tom 39, No. 2, pp. 192–199.2023 http://olteniastudiisicomunicaristiintelenaturii.ro/v39_2.html
13. Zubcov, E.et al. Assessment of copper and zinc levels in fish from freshwater ecosystems of Moldova. *Environ Sci Pollut Res*. Vol. 19, No. 6, pp. 2238–2247. 2012,https://doi.org/10.1007/s11356-011-0728-5
14. Elena ZUBCOV et al. Dynamics and migration of microelements-metals in the water-solid suspension system of the Prut River DOI:https://doi.org/10.47743/pesd2024182008 Present Environment and Sustainable Development Volumul 18, i2, 2024 / ISSN 1843-5971 /ISSNe 2284-7820
15. ZUBCOV Natalia Legitățile de acumulare și rolul microelementelor în ontogeneza peștilor. Chisinau. 88p. (in Rusă) ЗУБКОВА Н.Н Закономерности накопления и роль микроэлементов в онтогенезе рыб,Chisinau, Stiinta, 2011, 88p., ISBN 978-9975-67-753-0

***N.B.*** *Lucrarea este realizată în cadrul subprogramului 010701 "ZOOAQUATERRA" (2024-2027) Universității de Stat din Moldova, și proiectului „Evaluarea stării speciilor de plante, fungi și animale, elaborarea listei speciilor cu statut de raritate și algoritmului de prezentare a acestora în ediția a IV-a a Cărții Roșii a Republicii Moldova", implementate de USM, Institutul de Zoologie.*