DETERMINAREA SCHIMBĂRILOR MEDIULUI ACVATIC, EVALUAREA MIGRAȚIEI ȘI IMPACTULUI POLUANȚILOR, STABILIREA LEGITĂȚILOR FUNCȚIONĂRII HIDROBIOCENOZELOR ȘI PREVENIREA CONSECINȚELOR NEFASTE ASUPRA ECOSISTEMELOR (abordări, oportunități, realizări)

Elena Zubcov, Nadejda Andreev, Dumitru Bulat

Institutul de Zoologie, e-mail: ecotox@yahoo.com

<https://doi.org/10.53937/9789975151979.01>

Rezumat

Articolul de față reflectă asupra problemelor principale abordate în cadrul proiectului AQUABIO în contextul prevederilor internaționale de prevenire a riscului de poluare asupra ecosistemelor acvatice și necesitatea de protecție/restaurare a biodiversității acvatice. În lucrare sunt prezentate instrumentele inovatoare aplicate, etapele proiectului, metodele și echipamentele de cercetare aplicate cât și rezultatele principale obținute pe parcursul anului 2020, inclusiv modificările care au loc în ecosistemele fluviului Nistru și r. Prut sub influența factorilor antropici (captarea apei, barajarea, exploatarea râurilor în scopuri energetice) și naturali (condițiile meteorologice), care pun sub pericol funcționarea ecosistemelor acvatice și capacitatea lor de autoepurare.

Cuvinte-cheie: proiectul AQUABIO, instrumente inovatoare, fluviul Nistru, r. Prut, substanțe suspendate, autoepurare

Abstract

This article reflects on the main issues addressed in the AQUABIO project in the context of international provisions for the prevention of the risk of pollution of aquatic ecosystems and the need to protect/restore aquatic biodiversity. The paper presents the applied innovative tools, project stages, applied research methods and equipment as well as the main results obtained during 2020, including changes taking place in the ecosystems of the Dniester and Prut rivers under the influence of anthropogenic (water capture, dams, exploitation of rivers for energy purposes) and natural factors (meteorological conditions), which put at risk the functioning of aquatic ecosystems and their capacity for self-purification.

Keywords: AQUABIO project, innovative tools, Dniester river, Prut river, suspended substances, self-purification

Proiectul AQUABIO abordează două compartimente principale:

Elaborarea bazelor științifice pentru estimarea funcționării ecosistemelor acvatice și argumentarea măsurilor compensatorii, în scopul protecției speciilor rare și pe cale de dispariție de hidrobi-onți, diminuarea impactului speciilor invazive, prevenirea efectelor tehnogene și a substanțelor periculoase asupra mediului acvatic actualmente a devenit o prioritate mondială în cercetarea mediului de trai;

Organizarea de instruiți periodice cu cercetătorii, doctoranzii, licențiații privind implementarea proiectului, realizarea unor lucrări de modelare, utilizarea noilor aplicații de mediu, studiile conexe cât și organizarea evenimentelor informaționale (simpozioane, seminare metodologice), elaborarea și inițierea noilor proiecte la diferite fonduri naționale și internaționale, pregătirea publicațiilor în reviste internaționale, elaborarea

ghidurilor metodologice la tematica proiectului, ceea ce pe deplin corespunde priorității „Mediu și schimbări climatice” și direcției strategice „Impactul factorilor biotici și abiotici asupra mediului și societății”.

Documentele ONU, ale Societății de Toxicologie și Chimie de Mediu (SETAC) împreună cu Directiva Cadru privind Apa 60/2000/EC, prevăd investigarea, descifrarea proceselor de funcționare a ecosistemelor și elaborarea biotehnologiilor de estimare și valorificare durabilă a resurselor acvatice. Deja este bine cunoscut că degradarea ecosistemelor acvatice reprezintă eșecul societăților. Programele de cercetare și inovare comunitare divizează 4 direcții prioritare una dintre care este valorificarea durabilă a resurselor oceanice și problema degradării și diminuării resurselor de ape dulcicole.

Poluarea chimică a mediului este deja recunoscută ca o amenințare globală majoră directă

pentru sănătatea umană, ca dovadă – 9 milioane de decese premature doar în 2015, ceea ce este de 15 ori mai mult decât toate decesurile provocate de războaie sau alte forme de violență în 2015 [1,2]. La Forul SETAC, din 2019 s-a făcut o analiză a celor mai stringente probleme abordate de domeniul de cercetare, cauzate de impactul substanțelor chimice [3]. Au fost identificate 40 cele mai importante probleme, dintre care peste 70% se referă la poluarea și degradarea resurselor de ape dulci. Platforma Interguvernamentală privind Biodiversitatea și Serviciile Ecosistemelor (IPBES), prin Raportul pentru 2019, a raportat scăderi fără precedent ale numărului de specii și accelerarea ratelor de extincție la nivel global.

Instrumentele inovatoare ale proiectului sunt axate pe obținerea și implementarea cunoștințelor profunde despre starea și procesele care se petrec în mediul de trai.

Fiind cercetători cunoaștem că rezultatele, dovezile trebuie să fie convingătoare, profunde și vizibile. Noutatea științifică va fi asigurată prin utilizarea corectă a metodelor și tehnicilor, utilizate în investigațiile moderne, prin stabilirea diferitor legități ale proceselor de acumulare, distribuire, posibil – și de degradare și detoxificare a unor substanțe, prin elaborarea noilor procedee, metodologii orientate spre ameliorarea situației ecologice, conservarea biodiversității și prevenirea poluării.

Proiectul prevede și activități legate de atragerea tineretului în procesul de cercetare, ceea ce presupune o sustenabilitate și continuitate a activităților inițiate.

Scopul proiectului (2020-2023) constă în sporirea gradului de evaluare a proceselor care provoacă schimbări în mediul acvatic și hidrobiocenoză, prevenirea și diminuarea degradării resurselor acvatice prin evaluarea multilaterală a schimbărilor mediului acvatic, proceselor succesionale ale hidrobiocenozelor, a biodiversității, stabilirea legităților de biomigrație și biodegradare a substanțelor chimice, elaborarea metodologiei noi de evaluare, îmbogățirea cunoștințelor privind funcționarea ecosistemelor și fundamentarea științifică a măsurilor preventive și de diminuare a efectelor degradante ale toxicanților și proceselor tehnogene asupra ecosistemelor acvatice.

Etapele proiectului pentru 2020-2023 sunt următoarele:

- Evaluarea stării habitatelor ecosistemelor fluviale și lacustre, a migrației substanțelor chimice în sistemul apă-măluri-hidrobionți, aprecierea diversității principalelor grupuri de hidrobionți

- Estimarea multilaterală a schimbărilor stării habitatelor, circuitului, nivelului de bioacumulare și impactului substanțelor chimice asupra diferitor grupuri de hidrobionți, inclusiv pești
- Evaluarea diversității, fluctuațiilor comunităților de hidrobionți, a importanței lor în funcționarea ecosistemelor acvatice fluviale și lacustre în dependență de factorii biotici, inclusiv specii invazive, și factorii abiotici și tehnogeni.
- Evaluarea raportului proceselor de autoepurare și poluare secundară, aprecierea nivelului de eutrofizare, a stării ecologice a hidrobiocenozelor în contextul strategiilor și programelor comunitare, acordului de asociere cu UE.

Obiectivele planificate prevăd investigații complexe asupra proceselor care se petrec în ecosistemele acvatice prin evaluarea schimbărilor componenței chimice și calității apelor în bazinele hidrografice ale fl. Nistru și r. Prut conform parametrilor fizico-chimici, chimici și biologici; aprecierea diversității, succesiunilor efectivului, biomasei comunităților de hidrobionți planctonici și bentonici; estimarea biodiversității și indicilor ecologici ai ihtiofaunei; descifrarea și stabilirea legităților funcționării ecosistemelor acvatice ale apelor dulcicole.

Pentru a atinge aceste planuri sunt realizate expediții complexe pe ecosistemele acvatice localizate în bazinele hidrografice ale fl. Nistru și r. Prut, efectuate investigații în câmp și modelări de laborator.

Proiectul prezintă investigații asupra mediului acvatic care se referă la cele de importanță vitală. Elaborarea bazelor științifice pentru estimarea funcționării ecosistemelor acvatice și argumentarea măsurilor compensatorii, în scopul protecției speciilor rare și pe cale de dispariție de hidrobionți, diminuarea impactului speciilor invazive, prevenirea efectelor tehnogene și a substanțelor periculoase asupra mediului acvatic actualmente a devenit o prioritate mondială în cercetarea mediului de trai.

Importanța și necesitatea cercetărilor privind circuitul, evaluarea biomigrației, bioacumulării, bioamplificării și biodegradării substanțelor chimice, impactul substanțelor periculoase asupra organismelor acvatice și funcționării ecosistemelor, indiscutabil, este o abordare-cheie pentru rezolvarea problemelor de gestionare a mediului și sănătatea umană. Instrumentele inovatoare ale proiectului sunt axate pe obținerea și implementarea cunoștințelor profunde despre starea și procesele care se petrec în mediul de trai.

METODELE DE EXECUTARE A PROIECTULUI

Pentru realizarea proiectului este utilizat utilajul și aparatajul de performanță inclusiv: spectrometru ISP OES de emisie cu plasma cuplată inductiv ICP 6000, spectrofotometru cu absorbție atomică AAS Analyst-400, spectrofotometru Specord 230+, trei cromatografe cu gaz- Clarus 500, și Agilent-MS, UHPLC Flexar FX 20, spectrofotometru VIP 80T Instrument **cu set de software**, pH-metru, gazometre digitale Sartorius PB 11-P11, sistem de digestie Berghof SPEEDWAVE, sistem de distilare a acizilor Berghof, centrifugă Hettich Rotina 420, cuptor Nabertherm CV3/11/B170, balanțe analitice, biurete automate, termostate, frigidere și congelatoare, microscop MISMED/2 (LOMO), microscop Axio Imager A.2 (Zeiss), microscop Axio Imager A.2 pentru *epi-fluorescență* (Zeiss), *binocular Stereo Discovery. V8* (Zeiss), sisteme de filtrare, sonar acvatic, microscop digital, oximetru, ionometru, echipament pentru prelevarea eșantioanelor hidrobiologice, ihtiologice și prelucrarea lor preliminară în condiții de teren, diferite plase pentru pescuit, automobilul Volkswagen Caravelle, automobilul Honda CRV MT I-VTEC Elegance/Sport 2.0P 4WD 2014 ș.a.

Prelevarea eșantioanelor biologice, probelor de apă, suspensiilor și mâlurilor, analizele fizico-chimice, determinările chimico-analitice ale macro- și microcomponentelor în apă și determinarea calității apelor investigate se realizează în conformitate cu standardele ISO adaptate la cele naționale și sintetizate în două ghiduri [4,5] editate de executorii proiectului în cadrul proiectelor internaționale și conform Regulamentului national [6], determinarea efectivului numeric și a biomasei bacterio-, fito-, nevertebratelor planctonice și bentonice și a ihtiofaunei – prin metode acceptate în hidrobiologie și ihtiologie, estimarea proceselor producțional-destrucționale, evaluarea producției secundare – conform standardelor [SM SR EN 15110:2012, SM SR EN ISO 8689-1:2011, SM SR EN 14996:2012, SM SR EN 15204:2012, SM SR EN 25813:2011/C91:2012 SM SR EN ISO 17993:2012 SM STAS 8601:2007] și ghidurilor [4-6];

Modelarea influenței substanțelor chimice asupra proceselor producțional-destrucționale și asupra organismelor, evaluarea nivelului de acumulare a substanțelor chimice conform standardelor comunitare [SM SR 13328:2013, ISO 8288, 2006, SM ISO 9964-1:2013, SM ISO 9964-2:2013, SM SR EN ISO 7980:2012, SM SR ISO 8288:2006 SM SR EN ISO 11885:2012];

Sistematizarea informațiilor existente despre starea și funcționarea ecosistemelor cu utilizarea programelor Statistica-10, Excel-10, Paradox, analizei dispersonale ANOVA ș.a.;

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Starea resurselor acvatice ale fluviului Nistru și râului Prut sunt puternic influențate de modificările factorilor de mediu, care pe parcursul anului 2020 au fluctuat foarte mult – fiind caracteristică o perioadă îndelungată de etiaj în februarie-martie, ploi abundente în iunie-iulie, și secetă hidrologică extremă în iulie-octombrie.

Factorii fizico-geografici (componenta și starea solurilor și rocilor muntoase, transformarea landşaftului, caracterul precipitațiilor, starea apelor subterane) inclusiv și schimbările climaterice în bazinele hidrografice (sau de captare) ale acestor 2 artere principale de surse ale apelor dulci joacă un rol dominant în funcționarea ecosistemelor date. De menționat faptul că diminuarea și nerespectarea păstrării zonelor de protecție și reducerea pădurilor în bazinele de captare ale ecosistemelor acvatice, îndiguirea, barajarea râurilor inclusiv în scopuri hidroenergetice joacă un rol dominant atât în formarea debitului apelor curgătoare, se reflectă și prin sporirea secetei hidrologice și inundațiilor provocate de activitatea umană. Nu în ultimul rând, menționăm influența deversării apelor reziduale industriale, menajere, scurgerilor de pe câmpurile agricole și teritoriile urbanizate, gunoistile neautorizate nemișlocit pe malurile râurilor mici și afluenților fl. Nistru și r.Prut asupra proceselor funcționării ecosistemelor acvatice.

În ecosistemele fluviale native, care nu sunt supuse transformării antropice (de referință), originea solidelor în suspensie, compoziția lor granulometrică, mineralogică și chimică au fost și rămân parametrii pentru evaluarea gradului proceselor de eroziune-denudare într-un bazin hidrografic și un indicator al capacității de migrație a substanțelor chimice în bazinele hidrografice, în sistemul „apă-suspensii-mâluri” și procesele „absorbție-sedimentare-desorbție” care la rândul lor determină procesele de autoepurare-poluare secundară în ecosistemele acvatice.

Anterior, scurgerea substanțelor solide a fost unul dintre criteriile fundamentale ale evaluării stării bazinului hidrologic și a râului în sine. Substanțele suspendate sunt sorbenți-filtranți pentru ecosistemele acvatice. Autoepurarea, capacitatea de tampon a ecosistemelor acvatice, intensitatea

proceselor de producție și distrucție a organismelor planctonice și bentonice, poluarea secundară a ecosistemelor și formarea sedimentelor de fund depind în mare măsură de potențialul de adsorbție și starea suspensiilor.

Diminuarea suspensiilor solide în fluviul Nistru este direct influențată de funcționarea hidrocentralelor nistrene [7]. Dacă până la construcția barajului de la Dubăsari scurgerile suspensiilor în Nistrul inferior oscila între 4000-5500 tone/an, după construcția numită -2600-2800 tone/an, iar după darea în exploatare a hidrocentralei de la Novognestrovsc (în 1983) aceste valori au constituit deja 700 tone/an, în 1986-1987 s-a diminuat până la 267-403 tone/an și în 2015-2019 a atins valorile de 50-70 tone/an, fiind de zece ori mai mici decât cele de până la darea în exploatare a acestui complex hidroenergetic.

Analiza rezultatelor pe termen lung ale dinamicii conținutului și scurgerii substanțelor suspendate indică faptul că o astfel de dinamică este tipică pentru corpurile de apă stagnante, dar nu și pentru ecosistemele fluviale. În acest caz, practic nu există dinamică sezonieră, nu există nici o relație între cantitatea de scurgere a apei și parametri fizico-chimici. Capacitatea de adsorbție a apei din Nistru către substanțele chimice străine este aproape de zero, de unde declinul accentuat al proceselor de autopurare și rolul crescut al poluării secundare a râului. Acești factori sunt, de asemenea, fundamentali în schimbarea hidrobiocenozelor râului, reducând capacitatea de tampon a ecosistemului și toleranța organismelor acvatice, în special în condiții de schimbări climatice nefavorabile.

Această diminuare a substanțelor solide în suspensiile fluviului **provoacă:**

- **Micșorarea** proceselor de adsorbție și sedimentare a substanțe chimice, aceste procese sunt dominante în migrația și circuitul substanțelor chimice, în rezultat observăm diminuarea autoepurării și sporirea poluării secundare a ecosistemului;
- **Schimbarea** structurii și componenței sedimentelor subacvatice, și deja multe secțiunile ale fluviului cu depuneri nisipoase se înlocuiesc cu mături sure sau sure-negre, care sunt caracteristice pentru apele stagnante, mlaștini și nu pentru cele fluviale.
- **Creșterea** transparenței, care aduce la dezvoltarea abundentă a plantelor superioare

acvatice și se reflectă și asupra regimului gazos și asupra structurii hidrobiocenozelor fluviului.

Raportul dintre dinamica conținutului suspensiilor și dinamica concentrației oxigenului în apele r. Prut este clasică pentru ecosistemele acvatice curgătoare din zona geografică a Moldovei, când sporirea conținutului suspensiilor provoacă diminuarea oxigenului dizolvat și invers, în apele fl. Nistru, cu regret, nu mai există așa corelație (Fig.1,2.). Ambele ecosisteme se află în aceleași zone fizico-geografice, izvorăsc din aceeași regiune a munților Carpați, având în părțile superioare unii afluenți comuni. Faptul că în r. Prut s-au păstrat proprietățile unui ecosistem curgător, dar Nistrul inferior se transformă într-un ecosistem cu ape stagnante sau limnologice ne permite să constatăm că de facto avem un impact periculos provocat de funcționarea complexului hidroenergetic nistrean pe teritoriul Ucrainei și este necesar de a rezolva această problemă între 2 țări vecine printr-un management echilibrat pentru păstrarea ecosistemelor fluviului Nistru în aval de barajul Naslavcea.

Faptul că mineralizarea apei în fluviu primăvara a devenit mai mare decât în perioada de vară-toamnă demonstrează că în bazinul Nistrului se petrec procese ireversibile și imprevizibile nu numai pentru funcționarea ecosistemului acvatic, ci și pentru întreg teritoriul al bazinului hidrografic, care pot provoca deșertificarea lui intensivă [8]. Deja nu se mai observă o corelație inversă între indicatorii mineralizării cu volumul de scurgere și a nivelului apei în fl. Nistru. În ultimii ani valorile maxime ale mineralizării sunt înregistrate primăvara.

Aceste schimbări se reflectă asupra biodiversității, efectivului și proceselor producționale ale hidrobiocenozelor. Observăm înlocuirea speciilor reofile cu cele limnofile, o abundență de răspândire a speciilor invasive de hidrobionți. Suprafața acoperită de macrofite până la construcția Complexului Hidroenergetic Nistrean era de 0,7-1%, în anii 80 s.t-10-15%, în ultimii ani- în jur de 85 % de acvatoriu.

Toate rezultatele obținute sunt relevante pentru prioritatea „Mediu și schimbări climatice” și direcția strategică „Impactul factorilor biotici și abiotici asupra mediului și societății”, prin îmbunătățirea și elaborarea unui sistem complex de monitorizare a mediului acvatic, prin investigații complexe hidroecologice, ecotoxicologice.

Fig. 1. Dinamica suspensiilor (Stotal, mg/l) și oxigenului dizolvat (O_2 , mg/l) în apele r. Prut

Fig. 2. Dinamica conținutului suspensiilor (Stotal, mg/l) și oxigenului dizolvat (O_2 , mg/l) în apele fl. Nistru

CONCLUZII

- Sunt conturate schimbările recente care se petrec în ecosistemele fl. Nistru și r. Prut după componența chimică și calitatea apelor, prin descifrarea migrației unor substanțe chimice în sistemul apă-suspensii-mîluri, starea diversității comunităților majore ale hidrobionților planctonici și bentonici.
- Este revizuită și apreciată starea ihtiofaunei în ecosistemele lotice și lentiche în dependență de schimbările habitatelor.
- Rezultatele proiectului au fost discutate pe larg în cadrul unui simpozion, cu participarea on-line a partenerului din România și un seminar-trening pentru specialiști și tineri cercetători.
- Continuarea proiectului prevede stabilirea limitelor de toleranță a comunităților de hidrobionți în condițiile instabilității mediului, care contribuie semnificativ la soluționarea problemelor cu caracter fundamental privind estimarea evoluției diversității specifice a hidrofaunei, structurii trofice a comunităților, circuitului și fluxului elementelor chimice în lanțurile trofice ale ecosistemului.
- Aspectul aplicativ al proiectului constă în protecția genofondului faunei și florei acvatice, elaborarea recomandărilor privind restaurarea proceselor bioproductivității și valorificarea durabilă a resurselor acvatice.

Lucrarea este realizată în cadrul proiectului 20.80009.7007.06 „Determinarea schimbărilor mediului acvatic, evaluarea migrației și impactului poluanților, stabilirea legităților funcționării hidrobio-cenozelor și prevenirea consecințelor nefaste asupra ecosistemelor” (Programul de Stat 2020-2023) și a proiectelor BSB 27 și BSB 165 finanțate de Uniunea Europeană (Programul Operațional Comun „Bazinul Mării Negre 2014-2020”).

REFERINȚE

1. Philip J. Landrigan, Richard Fuller, Howard Hu, Jack Caravanos, Maureen L. Cropper, David Hanrahan, Karti Sandilya,²Thomas C. Chiles, Pushpam Kumar, and William A. Suk, *Pollution and Global Health – An Agenda for Prevention*, *Environ Health Perspect.* 2018 Aug; 126(8): 084501., doi: 10.1289/EHP3141
2. SETAC Europe 29th Annual Meeting 26–30 May 2019 | Helsinki, Finland, <https://helsinki.setac.org/>
3. Anne Fairbrother, Derek Muir, Keith R. Solomon, Gerald T. Ankley, Murray A. Rudd, Alistair B.A. Boxall, Jennifer N. Apell, Kevin L. Armbrust, Bonnie J. Blalock, Sarah R. Bowman *Toward Sustainable Environmental Quality: Priority Research Questions for North America*, First published: 30 July 2019, <https://doi.org/10.1002/etc.4502>
4. *Hydrochemical and hydrobiological sampling guidance*. Chișinău: «Elan Poligraf», 2015.
5. *Monitoringul calității apei și evaluarea stării ecologice a ecosistemelor acvatice. Îndrumar metodic.*, Chișinău: Elan poligraf, 2015. 80 p.
6. *Regulamentul cu privire la cerințele de calitate pentru apele de suprafață*. HG RM nr. 890 din 12.11.2013. În: *Monitorul Oficial* nr. 262 – 267, 22 noiembrie 2013.
7. ЗУБКОВА, Е.; БАГРИН, Н.; АНДРЕЕВА, Н.; ЗУБКОВА, Н.; БОРОДИН, Н. Воздействие гидростроительства на сток взвешенных веществ Днестра. В: *Hydropower impact on river ecosystem functioning. Proceedings of the International Conference, Tiraspol, Moldova, October 8-9, 2019*, с. 135-139.
8. ЗУБКОВА, Е.; БАГРИН, Н.; АНДРЕЕВА, Н.; БИЛЕЦКАЯ, Л.; ЗУБКОВА, Н. Многолетняя динамика минерализации и главных ионов в воде Днестра. В: *Hydropower impact on river ecosystem functioning. Proceedings of the International Conference, Tiraspol, Moldova, October 8-9, 2019*, с. 130-134.