

UNIVERSITATEA DE STAT DIN MOLDOVA



Facultatea de Chimie și Tehnologie Chimică

*Departamentul Chimie Industrială și Ecologică
„Academician Gheorghe Duca”*

*Laboratorul de cercetări științifice
„Chimie ecologică și tehnologii chimice moderne”*

**CONFERINȚA ȘTIINȚIFICĂ STUDENȚEASCĂ NAȚIONALĂ
CU PARTICIPARE INTERNAȚIONALĂ
Dedicată Zilei Internaționale a Studenților**

Chimia ecologică și a mediului

**Ediția a XXIII-a
25 noiembrie 2025**

Rezumatele comunicărilor



Chișinău 2025

CZU 574:502/504(048.3)=135.1=111=161.1

C 42

Comitetul științific:

Gheorghe DUCA, *academician, dr. hab., prof. univ.*, Șef de laborator „Chimie fizică și cuantică”, Institutul de Chimie, USM, Președinte de onoare;

Viorica GLADCHI, *dr., prof. univ.*, decanul Facultății de Chimie și Tehnologie Chimică, USM, Președinte;

Elena BUNDUCHI, *dr., conf. univ.*, Șef Departament Chimie Industrială și Ecologică „Academician Gheorghe Duca”, USM;

Aculina ARÎCU, *memb. cor., dr. hab., conf. cerc.*, Directorul Institutului de Chimie, USM;

Tudor LUPĂȘCU, *academician, dr. hab., prof. univ.*, Șef de laborator „Chimie ecologică”, Institutul de Chimie, USM;

Igor CREȚESCU, *dr. ingin., prof. univ.* Universitatea Tehnică „Gheorge Asachi” din Iași, România

Comitetul de organizare:

Angela LIS, *dr., lector universitar*, Departamentul Chimie Industrială și Ecologică „Academician Gheorghe Duca”, USM, Președinte;

Vladislav BLONSCHI, *dr., lector universitar*, Departamentul Chimie Industrială și Ecologică „Academician Gheorghe Duca”, USM, Vice-președinte;

Iolanta BĂLAN, *dr., cerc. șt. coord.* Institutul de Chimie al USM, *lector universitar*, Departamentul Chimie Industrială și Ecologică „Academician Gheorghe Duca”

Vitalina POPOV, *studenta anului 3, specialitatea Tehnologia produselor cosmetice și medicinale*

Ioana OSADCIUC, *studenta anului 3, specialitatea Tehnologia chimică industrială*

Gabriel CUCIUC, *student al anului 3, specialitatea Chimie.*

Responsabil de ediție: **Viorica GLADCHI**, *dr., prof. univ.*, decanul Facultății de Chimie și Tehnologie Chimică, USM

Responsabilitatea asupra conținutului rezumatelor revine în exclusivitate autorilor și conducătorilor științifici și a lucrărilor practice

Notă. Conferința este organizată în cadrul Proiectului 010603 Cercetări Avansate în Chimia Computațională și Ecologică, Identificarea Procedeeleor Tehnologice de Tratare, Formare a Calității și Cantității Apelor.

DESCRIEREA CIP A CAMEREI NAȚIONALE A CĂRȚII DIN REPUBLICA MOLDOVA

"Chimia ecologică și a mediului", conferință științifică studentescă (23 ; 2025 ; Chișinău). Conferința științifică studentescă națională cu participare internațională dedicată Zilei Internaționale a Studenților "Chimia ecologică și a mediului", Ediția a 23-a, 25 noiembrie 2025, [Chișinău] : Rezumatele comunicărilor / comitetul științific: Gheorghe Duca (președinte de onoare) [et al.]. – Chișinău : Editura USM, 2025. – 130 p. : fig., tab.

Cerințe de sistem: PDF Reader.

Antetit.: Universitatea de Stat din Moldova, Facultatea de Chimie și Tehnologie Chimică, Departamentul Chimie Industrială și Ecologică "Academician Gheorghe Duca", Laboratorul de cercetări științifice "Chimie ecologică și tehnologii chimice moderne". – Texte : lb. rom., engl., rusă. – Referințe bibliogr. la sfârșitul art.

ISBN 978-9975-62-931-7 (PDF).

574:502/504(048.3)=135.1=111=161.1

C 42

ISBN 978-9975-62-931-7 (PDF)

© USM

Adresare către participanții conferinței studenților și doctoranzilor
„Chimia Ecologică și a Mediului”

Dragi participanți,

În pragul desfășurării conferinței „Chimia Ecologică și a Mediului”, dedicată studenților și doctoranzilor, doresc să transmit câteva cuvinte de apreciere și încurajare.

În primul rând, doresc să adresez mulțumiri doamnei decan, șefei Departamentului, precum și întregului comitet organizatoric, inclusiv studenților care au depus un efort considerabil pentru organizarea acestui eveniment. Profesionalismul și dedicarea voastră sunt demne de laudă și reprezintă fundamentul succesului acestei conferințe.

Chimia, cu toate beneficiile pe care le aduce în diverse domenii, nu poate fi privită doar prin prisma progresului tehnologic, ci și prin responsabilitatea pe care o avem față de mediu. În contextul actual, atât la nivel global, cât și în România și Republica Moldova, ne confruntăm cu provocări majore: poluarea solului și a apelor cu pesticide, prezența microplasticelor în ecosistemele acvatice, emisiile de gaze cu efect de seră, poluarea aerului și gestionarea inadecvată a deșeurilor periculoase.

Prin promovarea chimiei ecologice și prin dezvoltarea de tehnologii sustenabile, avem posibilitatea de a contribui la reducerea impactului negativ al chimiei asupra mediului. Această conferință este o platformă esențială pentru tinerii cercetători care își propun să găsească soluții inovatoare și să contribuie activ la protejarea sănătății și a ecosistemelor noastre.

Vă felicit pentru interesul vostru în acest domeniu vital și vă doresc mult succes în prezentările și discuțiile pe care le veți avea. Sper ca rezultatele cercetărilor voastre să aducă un impact pozitiv atât în comunitatea științifică, cât și în societate.

Cu deosebit respect,

Acad. Prof. Gheorghe Duca



CUPRINS

Sofia CĂLUGĂREANU EFECTELE POLUĂRII CU OXIZI DE AZOT ȘI SULF ASUPRA MEDIULUI.....	9
Georgiana E.A. LAVITA, Silvia BURCA, Thomas VERES DANJIUT, Ioana A. PRODAN, Radu CAUACEAN, Tudor M. CHICIUDEAN, Cristian COCIS VAGNER, Norbert B. MIHALY, Emese GAL, Cristina E. TIMIS THE INTENSIVE MONITORING OF WATER QUALITY IN SOMESUL MIC RIVER, ROMANIA.....	11
Victor AVDEEV POLUAREA APELOR FLUVIULUI NISTRU ȘI PROCESELE DE AUTOPURIFICARE.....	13
Emanuela ISTRATUC PRODUSELE COSMETICE NATURALE – O ALTERNATIVĂ PENTRU SĂNĂTATE ȘI MEDIU.....	14
Andreea IORDACHI POLUAREA ATMOSFEREI ÎN MUNICIPIUL CHIȘINĂU.....	16
Simona TÎRGOLA ENERGIILE REGENERABILE ȘI TRANZIȚIA VERDE ÎN MOLDOVA.....	18
Liliana GAVRILIȚA STAREA ACTUALĂ A MEDIULUI AMBIANT ÎN MUNICIPIUL CHIȘINĂU.....	20
Cristiana M. RAȚIU, Raluca A. Mereu, Cristina E. TIMIS SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF NMC MATERIALS: INFLUENCE OF PH ON STRUCTURAL AND MORPHOLOGICAL PROPERTIES.....	22
Daniela BAXAN MATERII INOVATOARE FOLOSITE ÎN ALIMENTAȚIE.....	24
Cristina ȘPAC EDUCAȚIA ECOLOGICĂ PRIN INFORMARE ȘI ACȚIUNE: ROLUL TINERILOR ÎN TRANZIȚIA VERDE A REPUBLICII MOLDOVA.....	26
Adelina JELEZOGLO ТРОПОСФЕРНЫЙ ОЗОН И ЕГО ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ.....	30
Adina LADANIUC, Mihaela MUNTEANU NUTRIȚIA PROTECTIVĂ ÎN PREVENIREA DAUNELOR INDUSE DE POLUANȚI CHIMICI.....	32
Alexandr CUȘNIR NITRAȚII, NITRIȚII ȘI NITROZOAMINELE ÎN MEDIU: SURSE AGRICOLE ȘI INDUSTRIALE, TRANSFORMARI CHIMICE, EFECTE TOXICE ȘI CANCERIGENE.....	34
Alexandr PUȘCA METODE CHIMICE MODERNE DE EPURARE A APELOR UZATE.....	36

Alexandra TROFAILA ROLUL RADICALILOR LIBERI ÎN PROCESELE DE POLUARE ȘI DETOXIFIERE A MEDIULUI.....	38
Alina CURACIOVA EVOLUȚIA CHIMIEI ECOLOGICE CA DISCIPLINĂ ȘTIINȚIFICĂ.....	40
Alina TIRON ROLUL PESTICIDELOR ÎN AGRICULTURĂ ȘI EFECTELE ACESTORA ASUPRA MEDIULUI	42
Aliona MACOVSCAIA RÂUL BÂC – UN EXEMPLU DE POLUARE URBANĂ.....	44
Ana BULICANU PLOILE ACIDE – MECANISME CHIMICE ȘI EFECTE ASUPRA SOLURILOR.....	46
Ana IVANOV PREPARATE PE BAZĂ DE PLANTE MEDICINALE ÎN LOCUL MEDICAMENTELOR SINTETICE.....	48
Anastasia CERNEGA ECHILIBRUL ECOLOGIC ȘI BUNĂSTAREA POPULAȚIEI.....	50
Anastasia LATÎȘOVA MICROPLASTECELE CA PROVOCARE GLOBALĂ PENTRU CHIMIA MEDIULUI	52
Anastasia LISIȚÎN BIODIVERSITATEA ÎN REPUBLICA MOLDOVA ȘI AMENINȚĂRILE ECOLOGICE.....	54
Andrea COCIERU DEȘEURILE SPITALICEȘTI ȘI IMPACTUL LOR ECOLOGIC.....	56
Andreea BEJENARI POLUAREA INDUSTRIALĂ A ORAȘELOR BĂLȚI ȘI RÂBNIȚA.....	58
Andreea GÎRA ECOSISTEMELE CODRILOR MOLDOVEI – ROL ECOLOGIC ȘI BIOGEOCHIMIC.....	60
Andrei BARGAN POLUAREA SOLURILOR ÎN MUNICIPIUL BĂLȚI.....	61
Andrei CIURSIN ANTIBIOTIC ACTIVITY POTENTIAL OF SOME N4-SUBSTITUTED THIOSEMICARBAZONES OF <i>L</i> -CARVONE.....	63
Andrei MÎȚĂ MODELE COMPUTAȚIONALE ÎN CHIMIA ECOLOGICĂ.....	66
Anna CHIRIAC, Elizaveta CERNOMOREȚ, Tatiana KULEVA ВНЕДРЕНИЕ КОНЦЕПЦИИ ZERO WASTE В СИСТЕМУ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ.....	68

Argentina FRON SPAȚIILE VERZI DIN MUNICIPIUL CHIȘINĂU: STAREA ACTUALĂ ȘI STUDII DE CAZ.....	70
Arina GULEAC FOTOSINTEZA – PROCES FUNDAMENTAL PENTRU VIAȚĂ.....	72
Beatrice BLEAH IMPACTUL PRODUSELOR FARMACEUTICE ȘI COSMETICE ASUPRA MEDIULUI: REZIDURI FARMACEUTICE, BIOACTIVITATEA COSMETICELOR ȘI SOLUȚII DE TRATARE.....	74
Beatricia MÎNDRESCU PACTUL VERDE EUROPEAN ȘI REPUBLICA MOLDOVA	76
Cătălina SOCOLOV INTEGRAREA PRINCIPIILOR VERZI: REDUCEREA RESURSELOR; EDUCAȚIA ECOLOGICĂ.....	78
Dumitru ZADOIA БУДУЩЕЕ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	79
Ecaterina DONEV INDICATORI CHIMICI AI SCHIMBĂRILOR CLIMATICE.....	82
Ekaterina CÎSSA REAȚIILE REDOX FUNDAMENTALE ÎN ECOSISTEME.....	84
Elena DRONIC ЗАГРЯЗЕНИЕ МИКРОПЛАСТИКОМ- ИСТОЧНИКИ И ПОСЛЕДСТВИЯ.....	86
Elena RUSU BIOCOMBUSTIBILII – AVANTAJE ȘI RISCURI ECOLOGICE.....	88
Elizaveta CERNOMOREȚ, Anna CHIRIAC, Tatiana CULEVA ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ПИЩЕВЫХ ОТХОДОВ В КОМПОСТ И БИОГАЗ-ЭКОЛОГИЧНОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ПИТАНИЯ.....	90
Gabriel CUCIUC ENERGIA HIDROGENULUI ȘI FOTOSINTEZA ARTIFICIALĂ.....	92
Gabriela HAHULEAC AGRICULTURA ECOLOGICĂ ȘI DEZVOLTAREA DURABILĂ.....	94
Iana PINTELEI SINTEZA ȘI CERCETAREA FT-IR A UNOR AZOMETINE PE BAZA BENZOCAINEI CU ACȚIUNE ANTIMICROBIANĂ.....	96
Ioana OSADCIUC SITUAȚIA ECOLOGICĂ A LACULUI DE ACUMULARE GHIDIGHICI.....	98

Iulia GRIBANOVA, Andrei CIURSIN SYNTHESIS AND FTIR ANALYSIS OF CU(II) COORDINATION COMPOUNDS BASED ON N4-CYCLOHEXYLTHIOSEMICARBAZONE OF 2-CHLORO-6-NITROBENZALDEHYDE.....	99
Iulia TARUTINA CONVENȚIILE INTERNAȚIONALE PRIVIND CONTROLUL POLUANȚILOR CHIMICI.....	102
Ksenia PETROVA CHIMIA ECOLOGICĂ ȘI SĂNĂTATEA PUBLICĂ.....	104
Marta CARASIC ETICA ȘI RESPONSABILITATEA CHIMISTULUI-ECOLOG.....	106
Mihaela MUNTEANU, Adina LADANIUC IMPACT OF ENVIRONMENTAL POLLUTANTS ON FOOD QUALITY AND SAFETY.....	108
Rafaela DERIVOLCOVA CALITATEA APELOR FREATICE DIN REPUBLICA MOLDOVA.....	110
Rafaela PLEȘCA BIOACUMULAREA METALELOR GRELE ÎN LANȚURI TROFICE.....	112
Simona TÎRGOLA ENERGIILE REGENERABILE ȘI TRANZIȚIA VERDE ÎN MOLDOVA.....	114
Tatiana CULEVA, Anna CHIRIAC, Elizaveta CERNOMOREȚ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПЕРЕРАБОТКИ ПИЩЕВЫХ ОТХОДОВ.....	116
Valentina BÎNZARI SUBSTANȚE SECUNDARE REZULTATE DIN INDUSTRIA VITIVINICOLĂ.....	118
Valeria LAZARIUC STUDIUL IMPACTULUI PANOURILOR FOTOVOLTAICE ASUPRA MEDIULUI.....	120
Vitalina POPOV SCHIMBĂRILE CLIMATICE ȘI IMPACTUL ASUPRA REPUBLICII MOLDOVA.....	122
Амелия КАЛЕТРУ ПРОЦЕССЫ САМООЧИЩЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ВОД: СЛОЖНЫЙ МЕХАНИЗМ ВЫЖИВАНИЯ ЭКОСИСТЕМ.....	124
Анастасия КАРАМАЛАК ОПАСНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ОТХОДЫ В РЕСПУБЛИКЕ МОЛДОВА.....	126
Елизавета МАРАХОВСКАЯ ШРОТЫ: НОВЫЙ ВЗГЛЯД НА ЭКОЛОГИЧНОЕ ПИТАНИЕ.....	128

REZUMATELE COMUNICĂRILOR ORALE

EFECTELE POLUĂRII CU OXIZI DE AZOT ȘI SULF ASUPRA MEDIULUI

Sofia CĂLUGĂREANU, sofia.calugareanu05@gmail.com
*Universitatea de Stat din Moldova, Facultatea de Chimie și Tehnologie Chimică
Departamentul Chimie Industrială și Ecologică „Acad. Gheorghe Duca”*

Atmosfera reprezintă una dintre cele mai importante componente ale mediului. Dezechilibrul dintre componentele mediului – atmosfera, hidrosfera, litosfera – conduce la modificări locale și globale în circuitul substanțelor și al energiei, afectând funcționarea biosferei și sănătatea umană.

Dezvoltarea accelerată a industriei a amplificat dezechilibrele naturale, perturbând ciclurile chimice ale sulfului, azotului, carbonului și ozonului. În consecință, în atmosferă pătrund cantități semnificative de substanțe toxice care contribuie la degradarea mediului. Capacitatea de autopurificare a mediului este insuficientă pentru a contracara aceste emisii, ceea ce determină acumularea de noxe în aer, apă și sol și agravează situația ecologică globală.

Potrivit Organizației Mondiale a Sănătății, poluarea aerului este unul dintre principalii factori de risc pentru sănătatea publică, provocând anual sute de mii de decese premature din cauza bolilor respiratorii, cardiovasculare și cancer. Cei mai importanți poluanți atmosferici sunt particulele în suspensie, dioxidul de azot, dioxidul de sulf și ozonul troposferic.

Sursele de poluare cu oxizi de sulf și azot pot fi naturale sau antropice, fixe sau mobile. Dintre cele naturale fac parte erupțiile vulcanice și procesele biochimice de descompunere a materiei organice. Sursele antropice provin în special din industrie și transporturi. Sectorul energetic, care utilizează cărbuni, păcură sau gaze naturale pentru funcționarea termocentralelor, reprezintă una dintre principalele surse de emisii staționare. Ca urmare a proceselor de ardere, în atmosferă se eliberează dioxid de sulf (SO_2), responsabil de formarea smogului fotochimic și a ploilor acide. Sursele mobile – transportul auto, aerian și feroviar – contribuie semnificativ la poluarea aerului, transportul rutier fiind responsabil de peste 90% din totalul acestor emisii. Deși emisiile de dioxid de sulf au scăzut datorită tehnologiilor de desulfurare, creșterea numărului de autovehicule menține nivelul ridicat al poluării.

Dioxidul de sulf (SO_2) și oxizii de azot (NO_x) sunt principalii compuși implicați în formarea ploilor acide și a smogului fotochimic. În atmosferă, SO_2 este oxidat la trioxid de sulf (SO_3), care în prezența vaporilor de apă formează acid sulfuric – principalul component al ploilor acide. Acestea deteriorează vegetația, solul, construcțiile și apele de suprafață. Oxizii de azot participă la reacții fotochimice care duc la formarea ozonului troposferic și a acidului azotic, ambii poluanți secundari cu efecte nocive asupra mediului și sănătății [1,2].

Plantele sunt indicatori naturali ai poluării mediului înconjurător, fiind sensibile la variațiile de mediu și capabile să acumuleze substanțe toxice. Plantele inferioare sunt cu mult mai sensibile decât cele superioare, ceea ce poate provoca leziuni cronice, cloroze a frunzelor și reducerea ratei de fotosinteză. Dioxidul de sulf afectează procesele metabolice și duce la deteriorarea frunzelor, reducând recolta și calitatea produselor agricole. Dioxidul de azot, produce efecte similare, contribuind la necrozarea frunzelor și inhibarea sintezei pigmentilor frunzelor aflate în curs de dezvoltare. Expunerea plantei la dioxid de azot în concentrație de 25 ppm, conduce la căderea frunzelor timp de o oră. Același fenomen are loc și timp de 35 de zile, dacă concentrația NO_2 e de 0,5 ppm. Totodată, toxicitatea oxizilor de azot este amplificată prin acțiunea concomitentă cu alte toxine. Diferite specii vegetale prezintă grade variabile de rezistență la poluare, eucaliptul fiind una dintre speciile cu toleranță ridicată, comparativ cu culturile de grâu și muștar, pentru care o atmosferă poluată prezintă efecte dăunătoare asupra creșterii și dezvoltării acestora.

Expunerea umană la oxizi de sulf și azot are consecințe grave asupra sănătății. Dioxidul de azot irită căile respiratorii, ochii și mucoasele, afectează funcția pulmonară și crește riscul bolilor cardiovasculare și respiratorii cronice. Dioxidul de sulf provoacă inflamații pulmonare și reacții alergice severe, fiind deosebit de periculos pentru persoanele care locuiesc în zonele industriale. Expunerea îndelungată la acești poluanți

conduce la scăderea imunității, apariția tulburărilor nervoase și prezintă risc crescut de dezvoltare a cancerului. Smogul agravează bolile respiratorii și provoacă senzații de sufocare, afectând în special copiii și vârstnicii [2].

Pentru reducerea poluării atmosferice cu oxizi de sulf și azot sunt necesare măsuri tehnologice, legislative și educaționale. Controlul emisiilor de dioxid de sulf și azot se poate realiza prin utilizarea combustibililor cu conținut redus de sulf și azot, implementarea tehnologiilor moderne de ardere și de tratare a gazelor (injecția cu sorbenți, desulfurarea gazelor de ardere, reducerea catalitică și non-catalitică) [3].

O soluție ecologică inovatoare, testată în Germania, Franța, Spania și Singapore, constă în utilizarea algelor verzi cultivate în bioreactoare urbane, capabile să capteze oxizii de sulf și azot din aer – o alternativă viabilă în regiunile dens populate unde spațiile verzi sunt limitate.

Una dintre măsurile eficiente de diminuare a efectelor poluării cu oxizi de azot și de sulf constă în împădurirea și crearea zonelor verzi în jurul surselor industriale. Vegetația are capacitatea de a fixa și transforma parțial oxizii de azot și de sulf, contribuind astfel la reducerea concentrațiilor locale ale acestor poluanți și la îmbunătățirea calității aerului. În plus, plantele acționează ca o barieră naturală împotriva răspândirii substanțelor nocive și favorizează restabilirea echilibrului ecologic al ecosistemelor afectate.

Un alt aspect important îl reprezintă neutralizarea solurilor și apelor acide rezultate din depunerile atmosferice de SO_2 și NO_x . Aceasta se poate realiza prin aplicarea de materiale alcaline, precum varul, dolomita sau cenușa, care contribuie la restabilirea pH-ului și a echilibrului ionic natural al mediului. Astfel, se previne degradarea biotopurilor acvatice și terestre, protejând biodiversitatea și capacitatea naturală de regenerare a ecosistemelor.

De asemenea, promovarea agriculturii durabile are un rol esențial în reducerea emisiilor secundare de oxizi de azot. Prin optimizarea dozelor de fertilizanți și utilizarea practicilor agroecologice, se poate limita eliberarea compușilor cu azot în atmosferă și în apele de suprafață. Aceste măsuri nu doar reduc impactul agricol asupra mediului, ci contribuie și la menținerea fertilității solului și la protejarea resurselor de apă.

CONCLUZII

1. Poluarea atmosferică cu oxizi de sulf și azot constituie o problemă globală cu impact major asupra mediului și sănătății umane. Aceste substanțe contribuie la formarea ploilor acide, degradarea ecosistemelor și reducerea productivității agricole.
2. Reducerea poluării necesită o abordare integrată bazată pe politici de mediu eficiente, tehnologii mai pure, utilizarea surselor regenerabile de energie și creșterea gradului de conștientizare publică. Numai prin acțiuni coordonate la nivel local, național și internațional se poate asigura protecția atmosferei, menținerea echilibrului ecologic și garantarea unui mediu sănătos pentru generațiile viitoare.

BIBLIOGRAFIE

1. GLADCHI, V. Poluarea atmosferei și participarea poluanților în procesele ecochimice din aer. In: *Studia Universitatis Moldaviae (Seria Științe Reale și ale Naturii)*, nr. 1 (131), 2020, pp. 16-23. ISSN 1814-3237 / ISSN 1857-498X. <http://doi.org/10.5281/zenodo.3953789>.
2. ȚUGULEA, A., BULIMAGA, C., MOGÎLDEA, V. *Evaluarea impactului ecologic al emisiilor auto asupra vegetației din ecosistemele urbane*. Chișinău: Impressum, 2020. 126 p. ISBN 978-9975-3482-2-5. [online]. [cit. 19.10.2025]. Disponibil: file:///D:/user/Downloads/Tugulea_monografie_doi.pdf.
3. CRACIUN, A., DUCA, Gh., SAJIN, T. Tehnologii moderne de reducere a emisiilor de oxizi de azot și sulf din gazele de ardere. In: *Studia Universitatis (Seria Științe ale naturii)*, nr. 2 (12), 2008, pp. 193-199. ISSN 1857-1735.

Recomandat
Angela LIS, dr., lect. univ.

THE INTENSIVE MONITORING OF WATER QUALITY IN SOMESUL MIC RIVER, ROMANIA

Georgiana E.A. LAVITA, Silvia BURCA, Thomas VERES DINCIUT, Ioana A. PRODAN, Radu CAUACEAN, Tudor M. CHICIUDEAN, Cristian COCIS VAGNER,

Norbert B. MIHALY, Emese GAL, Cristina E. TIMIS*

*Department of Chemical Engineering, Babeș Bolyai University, 11 Arany János Street, 400028 Cluj-Napoca, Romania, *Corresponding author's email: elisabeta.timis@ubbcluj.ro*

INTRODUCTION

Water quality is a major environmental concern worldwide, affecting ecosystems, economic development, and human health. According to the European Environment Agency, at the European level, only 37% of surface waters have good quality [1]. In this context, the Someșul Mic River, which flows through the city of Cluj-Napoca (Romania), needs special attentions, as it represents an important water source and habitat for a diverse ecosystem, while also serving as a relevant example of anthropogenic influence on water bodies in Romania [2]. Significant quantities of data are needed to perform such investigations: e.g., physico-chemical parameters measured at multiple locations along the river at high resolution sampling (ideally at one day or under). According to our knowledge such data is not available for the Someșul Mic River. Therefore, this study aims to gather a data basis from the monitoring of the water quality in the Someșul Mic River.

METHODS

The monitoring campaign has been carried out at daily frequency at two river sites starting January 2025 and will be continued until December 2025 in the frameworks of REWAT project. The upstream site is located in the Cluj-Napoca city centre (at the Elisabeta Bridge, coded RM1 in Figure 1), while the downstream site is located in the metropolitan area (at the 1 Mai street bridge in Sânnicoadă, coded RM2). The measured indicators are water level, water flow, water temperature, pH, conductivity, turbidity, dissolved oxygen (DO) and chemical oxygen demand (COD). The pH and conductivity have been measured using Consort C863 (STAS 6325/75, SR ISO 10523/96; STAS 7722-84, SR EN-27888-97). Turbidity has been measured according to STAS 6323-88, DO according to SR EN ISO 5814:2023, and COD according to STAS 3002-85 and SR ISO 6060-96. The concentration of ammonium (NH_4^+), nitrite (NO_2^-), nitrate (NO_3^-), and phosphate (PO_4^{3-}) ions were determined spectrophotometrically using the T70+UV/VIS Spectrophotometer, PG Instruments Ltd: NH_4^+ with Nessler reagent (425nm, STAS 6328/85), NO_2^- with Sahzman reagent (520 nm, STAS 3048/2-96), NO_3^- with phenol-disulfonic acid (420 nm, SR ISO 7890-3:2000), and PO_4^{3-} with molybdate and ascorbic acid (880 nm, SR EN ISO 6878:2004).

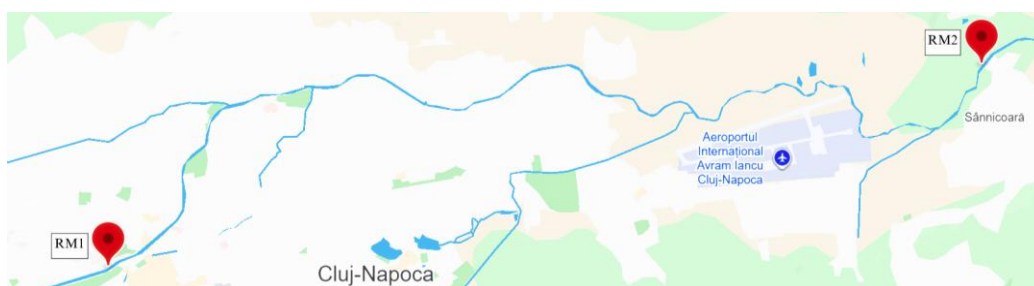


Figure 1. Sampling sites (RM1 and RM2) along the Someșul Mic River

RESULTS AND DISCUSSIONS

Almost all monitored water quality indicators (except DO) exhibit higher values at RM2 compared to RM1, indicating a decrease in water quality downstream of Cluj-Napoca, due to multiple influences of

different types. The increase in conductivity and ions concentration may reflect the influence of domestic and industrial effluents, while the rise in turbidity and COD indicates higher suspended solids and organic matter content. The pH remained nearly neutral, while the dissolved oxygen (DO) decreased slightly at RM2, consistent with the increased organic load and oxygen consumption during decomposition processes. Figure 2 presents the variation of these water quality parameters at points RM1 and RM2, while **Table 1** present the statistical indicators.

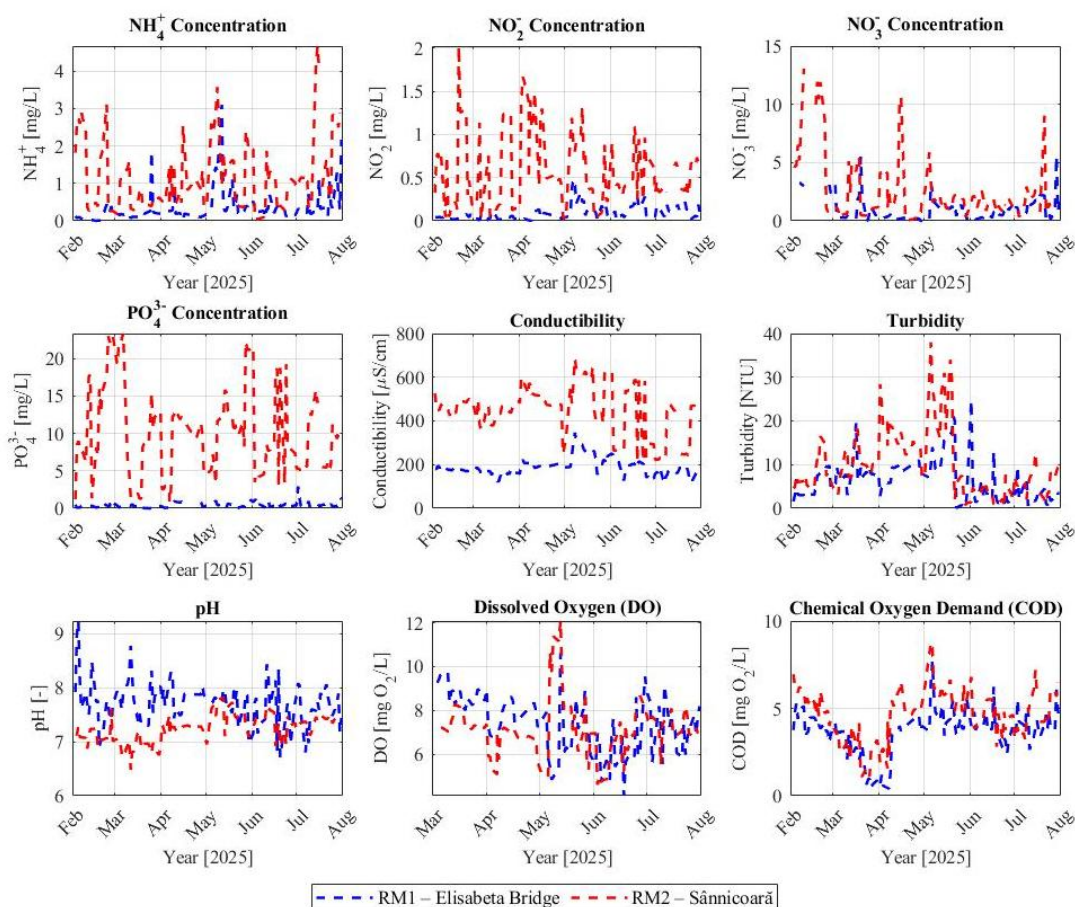


Figure 2. Water Quality Parameters at RM1 vs RM2 in Somesul Mic River

Table 1. The statistical indicators for the monitored parameters from January to August 2025

RM1	Conductivity	Turbidity	pH	DO	COD	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻
	µS/cm	NTU		mg O ₂ /L	mg O ₂ /L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Min	113.500	0.060	6.710	4.110	0.400	0.002	0.002	0.003	0.004
Max	346.000	24.740	9.230	12.400	7.675	3.099	0.481	5.586	2.914
Mean	188.288	6.130	7.709	7.642	3.740	0.352	0.091	1.106	0.424
Median	179.900	5.100	7.720	7.650	3.838	0.232	0.060	0.769	0.301
Std. dev.	40.373	4.763	0.407	1.692	1.311	0.436	0.087	1.145	0.394
RM2	Conductivity	Turbidity	pH	DO	COD	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻
	µS/cm	NTU		mg O ₂ /L	mg O ₂ /L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Min	208.000	0.290	6.480	4.610	1.119	0.040	0.022	0.024	0.852
Max	685.000	38.000	7.810	12.080	8.794	4.667	2.023	13.069	23.317
Mean	451.571	9.927	7.233	7.340	4.651	1.170	0.595	2.640	10.106
Median	471.000	7.400	7.240	7.220	4.797	0.909	0.462	1.534	9.377
Std. dev.	118.293	7.887	0.258	1.328	1.508	0.968	0.433	2.903	6.033

CONCLUSIONS

The monitoring campaign results highlight the anthropogenic impact on the river and the need for efficient pollution sources management and continuous monitoring.

REFERENCES

1. European Environment Agency (EEA). Europe's state of water 2024: The need for improved water resilience. Luxembourg: Publications Office of the European Union. 2024
2. SUVĂRĂȘAN, et al. (2020). Someșul Mic River (Cluj County, Romania) Water quality assessment under anthropogenic impact. In: *Studia Universitatis Babes-Bolyai, Ambientum*, 2020, 65(1), pp.87-96. DOI: <http://dx.doi.org/10.24193/subbambientum.2020.1.06>.

Acknowledgments. This work was supported by a grant of the Ministry of Research, Innovation and Digitization, CNCS - UEFISCDI, project number PN-IV-P2-2.1-TE-2023-0666, within PNCDI IV, REWAT.

POLUAREA APELOR FLUVIULUI NISTRU ȘI PROCESELE DE AUTOPURIFICARE

Victor AVDEEV

*Universitatea de Stat din Moldova, Facultatea de Chimie și Tehnologie Chimică
Departamentul Chimie*

Fluviul Nistru – o arterie acvatică principală a Republicii Moldova și una dintre sursele esențiale de apă pentru Ucraina de Vest, fiind o sursă de apă destul de mare, acest râu și afluenții săi formează ecosistemul întregii regiuni. Aceasta determină importanța incontestabilă a Nistrului, atât din punct de vedere ecologic, hidrologic, cât și socio-economic, ceea ce face ca studierea calității apelor sale și luarea unor măsuri suplimentare pentru prevenirea deteriorării calității apei din Nistru și elaborarea de soluții pentru menținerea acesteia la nivelul standardelor europene pentru viitorul nostru să fie de o importanță vitală.

Cercetătorii noștri de la USM, Departamentul de Chimie Tehnologică și a Mediului, lucrează activ la această problemă, evidențiind această problemă importantă și propunând soluții, deoarece Nistrul, de la izvor până la vărsare, colectează o gamă largă de poluanți de diverse origini, cum ar fi agricoli, industriali și urbani, ceea ce are un impact direct asupra proceselor sale fizico-chimice și biologice și ca rezultat afectează calitatea vieții oamenilor. Analizele realizate în bazinul superior (Lviv – Khmelnytskyi) au arătat o scădere semnificativă a oxigenului dizolvat (sub 7 mg/L) și o creștere a consumului chimic de oxigen (CCO), concomitent cu acumularea sărurilor de azot și fosfor. Au fost stabilite depășiri conținutului de nitrați și fosfați (NO_3^- mai mult de 50 mg/L, și PO_4^{3-} mai mult de 0,5 mg/L), ceea ce afectează procesele naturale de autopurificare și duce la eutrofizarea și dezechilibrarea biologică a apei. Faptul principal al acestora procese este epurarea insuficientă apei uzate du procesele tehnice în regiuni industriale. Conform lucrărilor cercetătorilor locali poluarea apei în Moldova este moderată. La rândul său, poluarea există în continuare și aceasta tinde să acumuleze agenți poluanți în timp, ceea ce este puternic influențat de factorul transfrontalier, din cauza căruia poluarea antropică este mai puternică de cât ar putea fi, datorită volumului mai mare de apă deținut acolo, ce este cauzat de sistemul cascadei de HES și a volumului mai mare de utilizare a acesteia situată pe teritoriul statului vecin, care are și standarde proprii de calitate a apei care diferă de cele europene. Aceste efecte sunt atenuate de procese oferite de însăși natura, și anume de capacitatea râurilor de a se curăți. Autopurificarea este un proces de a se curăța însuși care e bazat pe pe procesele redox naturale, adsorbția particulelor în suspensie, sedimentarea și activitatea microorganismelor aerobe. Procesul chimic este bazat pe formarea radicalilor liberi (O_2 , O_3 , OH^- , HO_2^- , H_3O^+ etc.) sub influența UV ce stimulează reacții de oxidare iar amestecarea verticală, naturală a straturilor de apă favorizează reoxigenarea.

Valorile optime de oxigen dizolvat (5-8 mg/L) mențin echilibrul microbiologic și capacitatea de degradare a compușilor organici. Procesele produse de microorganisme, cum ar fi bacterii nitrificante (*Nitrosomonas*, *Nitrosicoccus*, *Nitrospina*, *Nitrosolobus* etc.), cianobacterii, fitoplancton, participă în procesele de descompunerea substanțelor organice, transformarea amoniului în nitrați și reducerea toxicității metalelor grele etc.

Astfel, pe baza lucrărilor cercetătorilor din domeniul calității apei, putem observa că în regiunea Dubăsari-Vadului Vodă, grație proceselor biologice naturale, până la 40% din apă poate fi recuperată (purificată) după poluarea sezonieră. Un factor determinant asupra stării ecologice a Nistrului este funcționarea barajelor hidroenergetice. Putem vedea acest lucru datorită muncii colegilor noștri din Ucraina, care ne arată că în zona acumulărilor Novodnistrovsk–Dubăsari curentul devine lent, amestecarea verticală se reduce, iar în straturile inferioare apare hipoxie (oxigen < 4 mg/L). Acest fenomen duce la scăderea activității microorganismelor aerobe și a reducerii capacităților de autopurificare. S-a constatat că nivelul OD scade cu 30–40% imediat după baraj, ceea ce provoacă un „șoc termic și chimic” asupra sectoarelor de aval. De aici, putem identifica o cauză transfrontalieră evidentă a poluării, care poate fi rezolvată doar prin mijloace politice. Gestionarea și controlul adecvat al resurselor de apă ale Nistrului ar putea face utilizarea acestora mai eficientă, ceea ce ar avea un impact și asupra calității apei și ar facilita procesul natural de autoepurare.

Recomandat

Iolanta BĂLAN, dr., cercet. șt. coord., lect. univ.

PRODUSELE COSMETICE NATURALE – O ALTERNATIVĂ PENTRU SĂNĂTATE ȘI MEDIU

**Emanuela ISTRATUC, emanuelaistratuc@gmail.com
*Instituția Publică Colegiul de Ecologie din Chișinău***

În ultimii ani, interesul pentru produsele cosmetice naturale a crescut semnificativ, pe măsură ce consumatorii au devenit tot mai conștienți de impactul pe care îl pot avea produsele convenționale asupra sănătății și mediului. Cosmeticele naturale, denumite și „bio”, sunt realizate din ingrediente provenite din agricultură ecologică, fără pesticide, fertilizanți chimici, coloranți sintetici, parfumuri artificiale sau parabeni.

Un mediu sănătos depinde în mare măsură de alegerile zilnice ale oamenilor, inclusiv de produsele cosmetice utilizate. Acestea nu doar că influențează starea pielii și sănătatea organismului, ci și mediul înconjurător, prin modul în care sunt produse, ambalate și eliminate.

Produsele cosmetice naturale respectă standarde stricte privind proveniența ingredientelor, procesul de fabricație și protecția mediului. Acestea conțin extracte naturale din plante, uleiuri esențiale, unturi vegetale, ceară naturală sau alte componente bio, fără a fi testate pe animale.

Importanța cosmeticelor naturale pentru sănătate

Pentru a fi recunoscute drept produse naturale sau organice, acestea trebuie să dețină certificări precum COSMOS Organic [1], Ecocert [2], NATRUE [3] sau USDA Organic[4], care confirmă conținutul necesar de ingrediente naturale sau organice și respectarea proceselor sustenabile de producție. Ecolabel UE[5] este o etichetă ecologică ce evaluează impactul asupra mediului pe întreg ciclul de viață al produsului. Aceste certificări garantează că cel puțin 95% dintre ingredientele naturale sunt de origine vegetală, iar procesul de producție respectă mediul și sănătatea umană.

Tot mai multe persoane se confruntă cu alergii, iritații cutanate sau reacții adverse cauzate de produsele cosmetice convenționale, care conțin conservanți sintetici, parfumuri artificiale sau coloranți chimici [6]. În același timp, deșeurile provenite din ambalajele din plastic și substanțele nocive eliminate în timpul procesului de producție afectează ecosistemele.

Formulările naturale și organice sunt concepute pentru a fi blânde cu pielea, respectând echilibrul natural al epidermei. Conțin ingrediente cu potențial antioxidant, emolient sau calmant, însă nu se poate afirma că „hrănesc pielea” sau că „nu conțin ingrediente dăunătoare organismului”, întrucât toate produsele cosmetice – indiferent de categorie – trebuie să respecte cerințele stricte de siguranță prevăzute în Regulamentul (CE) nr. 1223/2009 [7] și în legislația națională.

Produsele naturale și organice promovează un stil de viață responsabil și încurajează consumul conștient, însă nu sunt lipsite de limitări și trebuie evaluate obiectiv. Pe lângă beneficiile pentru sănătatea pielii, aceste produse promovează un stil de viață echilibrat și responsabil, încurajând consumul conștient și respectul față de natură.

Avantajele cosmeticelor ecologice pentru mediu

1. Reduc poluarea – ingredientele biodegradabile nu afectează solul și apele după utilizare.
2. Ambalaje reciclabile – majoritatea produselor sunt ambalate în sticlă, carton sau plastic reciclat.
3. Producție sustenabilă – materiile prime provin din culturi organice care protejează biodiversitatea.
4. Testarea pe animale – interzisă pentru toate produsele cosmetice comercializate în UE, conform legislației (nu doar pentru cele natural sau organice) [8].
5. Emisii reduse de CO₂ – procesul de fabricație utilizează resurse regenerabile și tehnologii cu impact redus.
6. Sprijinirea economiei locale – multe companii ecologice colaborează cu fermieri locali, stimulând agricultura durabilă și economia circulară.

Dezavantajele produselor cosmetice ecologice

Produsele cosmetice ecologice pot avea un cost mai ridicat, datorită proceselor stricte de certificare și a ingredientelor naturale. De asemenea, termenul de valabilitate este mai scurt, deoarece nu conțin conservanți sintetici. În unele cazuri, efectele pot apărea mai lent comparativ cu produsele convenționale, deoarece ingredientele acționează blând și progresiv.

Un alt aspect îl reprezintă nevoia de informare a consumatorilor: nu toate produsele care se promovează drept „naturale” sunt cu adevărat organice, de aceea este importantă verificarea etichetelor și a certificărilor oficiale.

CONCLUZII

Produsele cosmetice ecologice reprezintă o alternativă sigură, sustenabilă și etică pentru sănătate și mediu. Prin alegerea acestor produse, consumatorii contribuie nu doar la protejarea pielii și a organismului propriu, ci și la reducerea poluării și conservarea resurselor naturale.

Promovarea și utilizarea cosmeticelor ecologice constituie un pas esențial spre o societate mai responsabilă, mai educată ecologic și mai atentă la impactul pe care îl are asupra planetei [9]. În acest context, educația ecologică, etichetarea transparentă și sprijinul pentru producătorii locali devin factori-cheie în dezvoltarea unui viitor sustenabil și sănătos pentru toți.

BIBLIOGRAFIE

1. *COSMOS-standard* [online]. [citat 17.11.2025]. Disponibil: <https://www.cosmos-standard.org/>.
2. *Certification for cosmetics* [online]. [citat 17.11.2025]. Disponibil: <https://www.ecocert.com/en/certification-for-cosmetics>.
3. *The International Natural and Organic Cosmetics Association* [online]. [citat 17.11.2025]. Disponibil: <https://www.natrue.org>.
4. *USDA Organic Regulations* [online]. [citat 17.11.2025]. Disponibil: <https://www.ams.usda.gov/rules-regulations/organic>.
5. *EU Ecolabel – general information* [online]. [citat 17.11.2025]. Disponibil: https://environment.ec.europa.eu/topics/circular-economy/eu-ecolabel_en.
6. *Human health and chemicals* [online]. [citat 17.11.2025]. Disponibil: <https://www.eea.europa.eu/themes/human>.

7. *Regulamentul (CE) nr. 1223/2009 privind produsele cosmetice*. EUR-Lex [online]. [citat 17.11.2025]. Disponibil: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/RO/TXT/?uri=CELEX%3A32009R1223>.
8. *Animal testing ban in cosmetics* [online]. [citat 17.11.2025]. Disponibil: https://ec.europa.eu/growth/sectors/cosmetics/animal-testing_en.
9. *Articole despre produse bio și mediu* [online]. [citat 17.11.2025]. Disponibil: <https://ecoteca.ro>.

Recomandat
Ecaterina BARBAROȘ, profesor

POLUAREA ATMOSFEREI ÎN MUNICIPIUL CHIȘINĂU

Andreea IORDACHI, iordachi.andreea@usm.md
Universitatea de Stat din Moldova, Facultatea de Chimie și Tehnologie Chimică
Departamentul Chimie Industrială și Ecologică „Acad. Gheorghe Duca”

Poluarea aerului reprezintă una dintre cele mai mari amenințări la adresa sănătății publice și a mediului, potrivit Organizației Mondiale a Sănătății (OMS). Aceasta contribuie la apariția problemelor respiratorii, bolilor cardiovasculare, precum și la efecte negative asupra mediului, cum ar fi smogul, scăderea vizibilității, degradarea solului și schimbările climatice. Poluanții atmosferici, printre care se numără gaze toxice, particule fine și compuși organici, provin din surse naturale, precum praful, incendiile de vegetație sau erupțiile vulcanice, dar și din activități antropice.

Monitorizarea calității aerului este esențială pentru identificarea zonelor și perioadelor cu risc ridicat. În Republica Moldova, rețeaua de stații de monitorizare este limitată și nu asigură o acoperire completă și în timp real, fiind necesară extinderea și modernizarea acesteia prin instalarea de senzori mobili. Calitatea aerului se determină prin măsurarea concentrațiilor reale și compararea acestora cu concentrațiile maxime admise (CMA) pentru aproximativ 22 de poluanți obligatoriu monitorizați, printre care se numără oxizii anorganici (CO, NO₂, SO₂), compuși cu caracter oxidant sau reducător, dioxine, furani și particule în suspensie [1].

În perioada 2019-2022, emisiile de poluanți au păstrat o evoluție de descreștere și s-au diminuat cu circa 8,3%: de la 286,94 mii tone în 2019, până la 243,94 mii tone în 2022. Ponderea emisiilor de poluanți de la sursele mobile este de 14% din totalul emisiilor de poluanți atmosferici. Poluarea cu monoxid de carbon (CO) este cea mai frecventă, înregistrând un volum de 121,25 mii tone în anul 2022, dar totuși atestându-se o diminuare de 17,1% față de anul 2019. Sectorul Producerea de energie rămâne cel mai mare poluator după genul de activitate cu o pondere de 66,4% în structura emisiilor de poluanți. Conform datelor reale pentru 2024, indicele mediu de calitate a aerului (AQI) în Moldova se situează în jurul valorii ~ 61 (categoria „moderată”) și concentrația de particule fine PM_{2.5} ~14,7 μg/m³. În municipiul Chișinău, au fost raportate perioade când concentrația medie zilnică pentru PM₁₀ a fost de 2,8 ori peste norma sanitară; factorii agravanți: trafic intens, încălzirea locuințelor, condiții meteorologice nefavorabile dispersiei. În ceea ce privește poluanții gazoși: deși nivelurile de NO₂ și SO₂ sunt în general scăzute în comparație cu alte țări, există zone cu valori mai ridicate — în jurul Chișinăului, Bender-ului, Bălțiului și în regiunile de graniță cu Ucraina. Emisiile de CO₂ și alți compuși proveniți din transport au crescut: în anul 2020, emisiile de PM_{2.5} au fost ~14,8 μg/m³ anual, față de ~34,7 μg/m³ în 1990 [1-3].

Sursele mobile cuprind vehiculele rutiere, agricole și speciale, aviația, transportul feroviar, maritim și fluvial, care degajă importante cantități de CO, NO_x, hidrocarburi, Pb. Circa 14% din emisiile de CO în orașe revin surselor mobile. Traficul rutier intens, eliminarea gazelor la nivelul de inhalare, particularitățile circulației aerului și dispersia noxelor în spații construite necesită atenție sporită. Din motoare se mai elimină benzapirenele, dioxinele, benzofuranii și hidrocarburile volatile care formează prin combinare cu oxizii de

azot sub influența radiației solare peroxiacetilnitritul, principalul component al smogului fotochimic. Procesele industriale constituie a treia categorie de surse. Ele se caracterizează prin emisii „calde” și „reci” de hidrocarburi, CO, SO₂, H₂S, NH₃, Cl₂, fenol, aldehydă formică, compuși ai clorului și fluorului. Industria materialelor de construcție se caracterizează prin emisie de pulberi, CO₂, CO, fenol, în industria celulozei și hârtiei – H₂S, CS₂, SO₂, fenol, metilmercaptan, clor, aldehydă formică, dioxine. Iar sectorul energetic este cel mai mare poluator, ponderea acestuia variind în jur de 86% [2].

Pentru tratarea emisiilor de gaze industriale și de eșapament se folosesc diverse tehnologii grupate în patru categorii principale:

- *Desprăfuirea aerului* – îndepărtarea particulelor solide și lichide din aer prin filtrare mecanică, ciclonare (separare centrifugă), camere de sedimentare (depunerea gravitațională) și scrubbere. Aceste metode reduc concentrațiile de pulberi cu până la 95-99%, fiind aplicate înaintea evacuării gazelor în atmosferă.
- *Neutralizarea poluanților* – transformarea chimică a substanțelor toxice în compuși mai puțin nocivi. Metodele includ absorbția gazelor în lichide absorbante (soluții alcaline), adsorbția pe materiale solide ca cărbunele activ, cataliza (de exemplu, convertoarele catalitice din automobile care transformă CO în CO₂ și NO_x în N₂) și neutralizarea acido-bazică prin reacții chimice ce formează săruri neutre. Aceste metode pot reduce emisiile de oxizi menționați și alți poluanți cu până la 90% [2].

În ceea ce privește situația actuală în Chișinău, poluarea aerului este considerată îngrijorătoare, mai ales în zonele cu trafic intens și în timpul sezonului rece, când centralele termice și încălzirea individuală contribuie suplimentar la formarea smogului urban. Concentrațiile de NO₂, CO și particule fine PM₁₀ și PM_{2.5} depășesc frecvent limitele admise, afectând în mod direct sănătatea populației, în special a copiilor, vârstnicilor și celor cu boli respiratorii cronice [3].

Pentru îmbunătățirea calității aerului, se recomandă măsuri urgente, cum ar fi dezvoltarea transportului public ecologic (autobuze și troleibuze electrice), extinderea infrastructurii pentru biciclete și crearea zonelor pietonale, modernizarea sistemelor de încălzire și promovarea surselor de energie regenerabilă, plantarea de arbori și extinderea spațiilor verzi, precum și implementarea unor sisteme automate și extinse de monitorizare a aerului. Educația ecologică a populației este esențială pentru conștientizarea efectelor poluării și implicarea activă a cetățenilor în protejarea mediului prin reciclare, reducerea consumului de energie și utilizarea transportului alternativ.

BIBLIOGRAFIE

1. PLĂMĂDEALĂ, V. Sursele principale de poluare a aerului atmosferic în municipiul Chișinău. In: *Revista științifică «Meridian Ingineresc»*, nr. 3, 2015. pp. 89-98. [Accesat 22.10.2025]. Disponibil: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/89_98_%20Sursele%20principale%20de%20poluare%20a%20aerului%20atmosferic%20in%20municipiul%20Chisinau.pdf.
2. Ministerul Mediului, Inspectoratul pentru Protecția Mediului. *Anuarul IPM - 2024. „Protecția mediului în Republica Moldova”*. Chișinău, 2025. 29 p. Disponibil: https://ipm.gov.md/upfiles/menu_files/ANUARUL%202024.pdf.
3. SÎRBU, S., CRIVOI, A., Impactul de mediu asupra stării sănătății populației din municipiul Chișinău. In: *Revistă științifică, de educație, spiritualitate și cultură ecologică*, nr.15, 2015, pp. 67-74.

Recomandat

Vladislav Blonschi, dr., lector univ.

ENERGIILE REGENERABILE ȘI TRANZIȚIA VERDE ÎN MOLDOVA

Simona TÎRGOLA, tirgolasimona@gmail.com

*Universitatea de Stat din Moldova, Facultatea de Chimie și Tehnologie Chimică
Departamentul Chimie*

Tranziția energetică reprezintă una dintre cele mai profunde transformări ale secolului XXI, fiind determinată de necesitatea reducerii emisiilor de carbon, a dependenței de combustibili fosili și a vulnerabilităților economice. În acest context global, Republica Moldova se află în fața unei provocări strategice: construirea unui sistem energetic durabil, bazat pe surse regenerabile, care să asigure securitatea națională și dezvoltarea economică sustenabilă.

Contextul global și tendințele actuale:

La nivel internațional, tranziția către energia curată este susținută de documente precum Agenda ONU 2030 și Pactul Ecologic European, care prevăd neutralitatea climatică până în 2050. Conform Agenției Internaționale pentru Energie (IEA), în 2023 sursele regenerabile au generat peste 29% din electricitatea mondială, iar investițiile globale în acest domeniu au depășit 500 miliarde de dolari. Aceste date confirmă trecerea ireversibilă către o economie verde, în care statele mici, precum Republica Moldova, pot valorifica oportunitățile de integrare în sistemul energetic european.

Situația energetică a Republicii Moldova:

Moldova rămâne una dintre cele mai dependente energetic țări din Europa, importând peste 70% din energia consumată. Gazul natural provine aproape integral din Federația Rusă, iar energia electrică era, până în 2022, importată din Ucraina și regiunea transnistreană. Războiul din Ucraina a accelerat necesitatea reducerii dependenței externe, determinând statul să se conecteze la rețeaua electrică continentală ENTSO-E și să adopte Strategia Energetică 2030, care prevede atingerea unei ponderi de 30% energie regenerabilă până în 2030.

Potențialul energiilor regenerabile:

Republica Moldova dispune de un potențial semnificativ în domeniul surselor regenerabile: energia solară, eoliană, biogazul, biomasa și hidroenergia.

Energia solară are cea mai rapidă dezvoltare, datorită celor peste 210 zile însorite anual și a investițiilor private susținute. În 2024, capacitatea fotovoltaică a depășit 250 MW, iar numeroși prosumatori – gospodării și companii – contribuie deja la rețea.

Energia eoliană se concentrează în regiunile de sud, unde viteza medie a vântului depășește 6 m/s, dar extinderea acesteia este limitată de infrastructura învechită. Biomasa și biogazul au un potențial enorm în mediul rural, oferind soluții pentru gestionarea deșeurilor agricole și reducerea poluării. Hidroenergia, deși modestă ca volum, contribuie la stabilizarea rețelei și la producerea de energie curată în zonele rurale.

Politici și cooperare internațională:

Cadrul legislativ al Republicii Moldova este aliniat la normele europene. Legea nr. 10/2016 și Strategia Energetică 2030 reglementează promovarea energiilor regenerabile, introducând licitații competitive, tarife fixe și acces prioritar la rețea pentru producători. Uniunea Europeană, BERD, USAID și Banca Mondială au sprijinit țara prin investiții majore în infrastructura verde și proiecte educaționale. De exemplu, Programul USAID „Securitatea Energetică a Republicii Moldova” susține dezvoltarea rețelelor inteligente și creșterea eficienței energetice în mediul rural.

Impactul economic și social:

Tranziția verde generează beneficii economice directe: crearea de locuri de muncă, atragerea investițiilor și reducerea costurilor energetice. Energia solară și biomasa stimulează economia locală, în special în zonele rurale, unde agricultorii pot valorifica deșeurile pentru producerea de energie. De asemenea, creșterea producției interne diminuează importurile și stabilizează prețurile la energie. Din

perspectivă socială, tranziția verde contribuie la creșterea calității vieții, la reducerea sărăciei energetice și la consolidarea autonomiei locale.

Beneficii pentru mediu și sănătate publică:

Energiile regenerabile reduc emisiile de CO₂, oxizi de azot și particule poluante, îmbunătățind semnificativ calitatea aerului. Conform Organizației Mondiale a Sănătății, poluarea atmosferică provoacă anual peste 1.800 de decese premature în Moldova. Înlocuirea combustibililor fosili cu surse curate reduce impactul asupra sănătății și contribuie la atingerea obiectivelor Acordului de la Paris. În plus, valorificarea biomasei și a biogazului limitează poluarea solului și a apelor, sprijinind economia circulară și protejând ecosistemele.

Provocări și limitări:

Dezvoltarea energiilor regenerabile este încetinită de infrastructura depășită, costurile ridicate ale tehnologiilor, lipsa stocării energiei și birocrația administrativă. Dependența de finanțare externă și instabilitatea politică pot afecta continuitatea proiectelor.

Pentru depășirea acestor obstacole, este necesară crearea unui Fond Național pentru Energie Verde, finanțat prin taxe de carbon și fonduri UE, care să ofere granturi și credite cu dobândă redusă. Totodată, educația ecologică și informarea populației trebuie consolidate pentru a încuraja participarea comunităților la producția de energie regenerabilă.

Comparația cu țările europene:

Ponderele energiilor regenerabile în Moldova a crescut de la 23% în 2020 la 39% în 2024, un progres notabil comparativ cu alte state din regiune. Media europeană este de 45%, dar Moldova a recuperat rapid decalajul prin politici eficiente și investiții externe. Țări precum România (34%) și Germania (46%) oferă modele de bună practică în diversificarea mixului energetic și digitalizarea rețelelor. Moldova are potențialul de a atinge 45% energie regenerabilă până în 2035.

Propuneri strategice pentru viitor:

- ✓ Panouri solare în instituțiile publice: școli, spitale, primării → reducerea costurilor bugetare și încurajarea prosumatorilor;
- ✓ Parcuri eoliene comunitare: implicarea autorităților locale și a comunităților în dezvoltarea de parcuri eoliene pe terenuri neproductive;
- ✓ Stații de biogaz regionale: pentru valorificarea deșeurilor agricole și zootehnice – fiabilitate energetică în zonele rurale;
- ✓ Digitalizarea rețelelor de energie: soluții de stocare a energiei și integrarea surselor variabile (solar, eolian).
- ✓ Energia trebuie să fie accesibilă și creată local, pentru toți cetățenii.

CONCLUZII

Tranziția energetică a Republicii Moldova este un proces ireversibil și esențial pentru viitorul său economic și ecologic. Sursele regenerabile – solară, eoliană, biomasă și biogaz – nu reprezintă doar alternative sustenabile, ci și piloni ai independenței energetice. Prin continuarea reformelor, investiții inteligente și cooperare internațională, Moldova poate deveni un exemplu regional de succes în tranziția verde.

Tranziția verde nu este doar o strategie energetică, ci o viziune de dezvoltare națională, bazată pe echilibru între progres, mediu și bunăstare socială. Energia curată înseamnă un viitor sigur, sănătos și european pentru Republica Moldova.

Recomandat
Iolanta BĂLAN, dr., cercet. șt. coord., lect. univ.

STAREA ACTUALĂ A MEDIULUI AMBIANT ÎN MUNICIPIUL CHIȘINĂU

Liliana GAVRILIȚA, gavrilitiliana7@gmail.com

Instituția Publică Colegiul de Ecologie din Chișinău, Republica Moldova

Mediul ambiant reprezintă ansamblul elementelor naturale și artificiale care condiționează existența și dezvoltarea vieții pe Pământ — aerul, apa, solul, flora, fauna și factorii social-economici. În prezent, problemele de mediu au devenit o prioritate globală, iar orașele mari, precum Chișinăul, se confruntă tot mai des cu efectele negative ale poluării și ale activității umane intense. Municipiul Chișinău, capitala Republicii Moldova, este cel mai important centru economic, administrativ și cultural al țării, concentrând o mare parte din populație, industrie, transport și consum de resurse. Urbanizarea rapidă, creșterea numărului de vehicule, extinderea construcțiilor și gestionarea insuficientă a deșeurilor au dus, în ultimele decenii, la degradarea treptată a mediului înconjurător.

Evaluarea stării mediului în Chișinău pentru perioada 2020–2024 este necesară pentru a înțelege nivelul actual de poluare, cauzele principale și consecințele asupra sănătății populației. În același timp, această analiză oferă o bază pentru identificarea măsurilor și politicilor locale de protecție și refacere a mediului, astfel încât orașul să se dezvolte în mod durabil, în armonie cu natura.

Calitatea apei

Apa potabilă din Chișinău provine în mare parte din râul Nistru și din surse subterane. Deși se respectă standardele sanitare în majoritatea probelor, infrastructura veche și pierderile de apă pe rețea pot cauza contaminări locale. Se observă o prezență crescută a nitraților și a substanțelor organice în unele sectoare, mai ales în zonele periferice, unde sistemul de canalizare este insuficient dezvoltat [1].

Calitatea apei râului Bâc

Râul Bâc, care traversează Chișinăul, rămâne unul dintre cele mai poluate cursuri de apă din țară. Sursele principale de poluare sunt apele uzate netratate, deșeurile menajere și scurgerile din zonele industriale. În perioada 2020–2024, apa râului se menține în clasele IV–V de calitate (poluată – foarte poluată), cu depășiri la amoniu, fosfați și materii organice [3].

Calitatea aerului

Calitatea aerului în Chișinău este afectată semnificativ de traficul auto intens și de încălzirea locuințelor cu combustibili fosili. Datele Agenției de Mediu arată depășiri frecvente ale concentrațiilor de particule PM_{10} și dioxid de azot (NO_2), mai ales în zonele central și de-a lungul arterelor principale [1]. În perioadele reci și cu vânt slab, poluarea atmosferică devine pronunțată, crescând riscul de boli respiratorii, cardiovasculare și alergii.

Calitatea solului

Solul urban este poluat moderat cu metale grele (plumb, zinc, cupru) și hidrocarburi provenite din traficul rutier și din depozitarea necorespunzătoare a deșeurilor [4]. În zonele industriale și în preajma străzilor aglomerate s-au identificat valori peste limitele admise.

În parcuri și spații verzi, solul este relativ stabil, dar necesită monitorizare continuă. În plus, extinderea suprafețelor betonate reduce capacitatea solului de a absorbi apa și agravează fenomenul de insulă termică urbană.

Cantitatea deșeurilor

Chișinăul generează peste 250 mii tone de deșeuri anual. Majoritatea sunt depozitate la Țânțăreni, cu o rată de reciclare redusă (sub 10%). Sortarea și colectarea selectivă sunt insuficiente, iar lipsa infrastructurii moderne de compostare și reciclare contribuie la poluarea solului și a apelor subterane [2].

Nivelul de radioactivitate

Monitorizările recente arată că nivelul radiației în Chișinău se situează între 0,10–0,18 $\mu Sv/h$, sub limita admisă de 0,25 $\mu Sv/h$. Nu s-au înregistrat abateri periculoase în 2025–2026, iar fondul radioactiv este considerat stabil și sigur pentru populație [5].

Reacții chimice produse în procesul poluării

- Oxizii de azot și dioxidul de sulf din atmosferă reacționează cu apa și formează acizi (HNO_3 , H_2SO_4), care duc la ploii acide.
- În apă, compușii azotați și fosfații favorizează eutrofizarea (înflorirea algelor și scăderea oxigenului) [3].
- În sol, metalele grele suferă reacții de oxidare-reducere, se solubilizează și migrează în apele freatice [4].

Aceste procese chimice degradează ecosistemele și afectează sănătatea umană.

Sănătatea populației

Poluarea aerului și a apei are efecte directe asupra sănătății locuitorilor. În Chișinău s-a observat o creștere a cazurilor de boli respiratorii, alergii și afecțiuni cardiovasculare. Populația vârstnică, copiii și persoanele cu imunitate scăzută sunt cele mai vulnerabile categorii [5].

De asemenea, stresul urban și zgomotul contribuie la creșterea incidenței tulburărilor nervoase și a problemelor de somn [6].

Măsurile preventive de protejare a mediului pot reduce semnificativ riscurile asupra sănătății publice.

Propuneri de măsuri și politici pentru Chișinău

1. Modernizarea transportului public și introducerea vehiculelor electrice și hibrid.
2. Extinderea spațiilor verzi, a perdelelor forestiere urbane și plantarea copacilor în cartierele dense.
3. Reabilitarea rețelilor de apă, modernizarea stațiilor de epurare și reducerea pierderilor pe rețea.
4. Implementarea sistemelor de colectare selectivă, reciclare și compostare a deșeurilor menajere.
5. Monitorizarea publică și transparentă a calității aerului, apei și solului, prin platforme digitale accesibile.
6. Programe educaționale și campanii de conștientizare ecologică în școli și comunități.
7. Promovarea tehnologiilor verzi în industrie și construcții (panouri solare, izolație termică etc.).
8. Parteneriate între administrația publică, organizațiile ecologice și mediul de afaceri pentru proiecte durabile.

CONCLUZII

Mediul ambiant al municipiului Chișinău se confruntă cu probleme serioase de poluare a aerului, apei și solului, generate în special de activitatea urbană intensă, infrastructura învechită și lipsa unei gestionări eficiente a deșeurilor. Cu toate acestea, nivelul radioactivității se menține în limite normale, iar potențialul de regenerare a mediului există.

Prin implementarea măsurilor ecologice, modernizarea infrastructurii, creșterea conștientizării publice și promovarea economiei verzi, Chișinăul poate deveni un oraș mai curat, mai sănătos și mai prietenos cu natura — un exemplu de dezvoltare urbană durabilă pentru întreaga Republică Moldova.

BIBLIOGRAFIE

1. *Rapoarte anuale privind calitatea mediului (2020–2024)* [online]. [citat 17.11.2025]. Disponibil: <https://www.am.gov.md>.
2. *Rapoarte de activitate ale Direcției Generale Locativ-Comunale și Amenajare*. [online]. [citat 17.11.2025]. Disponibil: <https://chisinau.md>.
3. *Buletine lunare și anuale privind calitatea apei râului Bâc* [online]. [citat 17.11.2025]. Disponibil: <https://www.meteo.md>.
4. *Date privind controalele ecologice, poluarea fonică și depozitele ilegale* [online]. [citat 17.11.2025]. Disponibil: <https://ipm.gov.md>.
5. *Recomandări privind expunerea la zgomot urban și calitatea apei* [online]. [citat 17.11.2025]. Disponibil: <https://www.who.int>.
6. *Regulamentul sanitar privind normativele de emitere a zgomotului și vibrației* (proiect) [online]. [citat 17.11.2025]. Disponibil: <https://particip.gov.md> (căutare: „regulamentul sanitar zgomot și vibrații”).

Recomandat

Ecaterina BARBAROȘ, profesor

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF NMC MATERIALS: INFLUENCE OF PH ON STRUCTURAL AND MORPHOLOGICAL PROPERTIES

Cristiana M. RAȚIU, Raluca A. Mereu*, Cristina E. TIMIS

Department of Chemical Engineering, Babeș Bolyai University, 11 Arany János Street, 400028 Cluj-Napoca, Romania, *Corresponding author's email: raluca.mereu@ubbcluj.ro

INTRODUCTION

The growing demand for advanced energy storage technologies driven by portable electronics, electric vehicles, and renewable energy systems necessitates the exploration of different cathode materials for lithium- and sodium- ion batteries (LIBs and NIBs) [1-3].

In the current context of the energy transition, LIBs have become essential, especially for electric vehicles and modern energy storage systems [2, 3]. The growing use of portable electronics, electric vehicles, and renewable energy systems has also increased the demand for better energy storage solutions. Due to the rapid development of new energy technologies, material synthesis and processing methods need to develop to provide high quality materials in the same rapid way. LIBs and NIBs have played an important role in this development, making it possible to power portable devices, support electric mobility, and store energy from renewable sources.

Lithium transition metal oxides, primarily $\text{LiNi}_x\text{Mn}_y\text{Co}_z\text{O}_2$ (NMC) ($x + y + z = 1$), represent a prominent class of cathode materials for LIBs and NIBs due to their high energy density and capacity [1,2]. Each metal in the compound plays a crucial role for the battery characteristics and efficiency. *Lithium*, the anode in LIBs batteries (electrolyte's core component) has large capacity ($3860 \text{ mA}\cdot\text{h}\cdot\text{g}^{-1}$) and a low standard reduction potential (-3.05 V). It is extremely reactive and requires sealing that is both secure and impervious to tampering, as well as protection from air and water. *Nickel* it's a component in NMC cathodes and has high energy density, enhancing the battery performance and being less expensive than other options. The *manganese* promotes structural stability, lowers the risk of thermal runaway, increases safety, and offers high-rate capability. It is also valued because increases battery longevity by reducing capacity fading, improves safety and stability, and has good rate capability. Finally, *cobalt* enhances energy density, improves low-temperature performance, maximizes rate performance, and strengthens thermal stability. It enhances the energy density and rate performance, as well as the thermal stability and low-temperature performance [1]. The distribution of metals in the compound and the quality of the precursors are directly impacted by the processing parameters during the synthesis stages. It is also well known that the material structural stability and electrochemical performance are determined by the ratio of Ni, Mn, and Co. For example, the addition of a high amount of Ni can increase capacity but also make the material more prone to deterioration.

The synthesis of NMC as a cathode material is a complicated process that requires careful control over precursor shape and composition. Also, thermal treatment plays a crucial role when aiming to produce a stable and well-crystallized layered structure. The general goals of the NMC synthesis are to create particles with controlled sizes and shapes that can maintain excellent performance in lithium-ion batteries, reduce the cationic mixing between Ni^{2+} and Li^+ , and to establish a uniform distribution of nickel, manganese, and cobalt ions [3].

The literature [1,2] identifies the coprecipitation process as the most used synthesis methods in both research and industry. This approach offers precise control over key parameters such as pH, temperature, and the type of reagents used. After synthesis, the obtained precursor is dried, mixed with a lithium source, and calcined at high temperatures to form the layered crystalline structure characteristic of NMC materials. Although the coprecipitation method can produce spherical particles with uniform morphology and good compositional consistency, it requires specialized equipment and carefully controlled conditions to maintain the stability of the final material [3]. Another valid option in obtaining the NMC is the sol-gel process, which involves complexing metal ions with organic agents to generate a homogeneous gel that, upon drying and

calcination, yields a highly uniform material at the molecular scale. This technique guarantees excellent metal distribution and requires lower crystallization temperatures, but it is more costly and challenging to adapt to high-volume industrial manufacturing. Solid-state synthesis is a more straightforward approach that is frequently employed in the early phases of research. This entails mechanically combining powders of transition metal oxides, carbonates, or salts with a lithium source, then heating the mixture to high temperatures. The lower uniformity of the element distribution and the potential for big particle formation, which might impact electrochemical performance, are the method's drawbacks despite its speed and affordability. Additionally, the calcination atmosphere (air, oxygen, etc.) affects the valence states of the metals and the formation of structural defects, while the temperature and length of the heat treatment control the degree of crystallization and the level of cationic mixing.

The aim of this study is to investigate the influence of pH on the structural and morphological properties of $\text{LiNi}_{0.8}\text{Mn}_{0.15}\text{Co}_{0.05}\text{O}_2$ synthesized via the sol-gel method.

METHODS

All reagents used in this experiment are analytical grade and they were used as purchased, without further purification. The metal salts were dissolved in distilled water and further the chelating agent was added to keep the metal ions in a homogeneous solution without undergoing precipitation. The pH of the solution was adjusted with an ammonia solution and nitric acid.

RESULTS

The mass loss evolution and the phase transformations occurring during the heating of the as-prepared samples were investigated by thermal analyses (TG–DTG–DTA). The thermal analyses were performed on samples of ~5 mg placed in a platinum crucible and non-isothermally heated from 30°C to 1000°C at a heating rate of 10°C/min, in dynamic air atmosphere. The mass loss occurs in five successive stages, identified based on DTG analysis. The first stage is attributed to the removal of superficially adsorbed water, while the subsequent stages correspond to the transformation and decomposition of propionates present in the precursor powder.

The X-ray diffraction (XRD) was performed on the obtained $\text{LiNi}_{0.8}\text{Mn}_{0.15}\text{Co}_{0.05}\text{O}_2$ powder. The identification the NMC as single phase without other crystalline phases evidences the crystalline nature of the compound and the efficiency of the synthesis method. The interpretation of XRD patterns was done based on the PDF file #1520789.

The morphological characteristics from SEM that all samples have the tendency to agglomerate their small particles generating irregular and larger aggregates with various rhombohedral-like shapes.

CONCLUSIONS

In summary, $\text{LiNi}_{0.8}\text{Mn}_{0.15}\text{Co}_{0.05}\text{O}_2$ nanoparticles have been synthesized successfully by the sol-gel method. The thermal analysis was used to evaluate the thermal behaviour of the precursor aiming to develop an optimum thermal treatment for the obtaining the desired NMC. The pH influence was investigated on the structural and morphological point of view by using X-ray Diffraction and Scanning Electron Microscopy. The synthesized material is suitable as cathode material in battery applications.

REFERENCES

1. KOECH, A.K., MWANDILA, G., MULOLANI, F., & MWAANGA, P. Lithium-ion battery fundamentals and exploration of cathode materials: A review. In: *South African Journal of Chemical Engineering*, 2024, 50, pp. 321–339. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.sajce.2024.09.008>.
2. MALIK, M., CHAN, K.H., & AZIMI, G. Review on the synthesis of $\text{LiNi}_x\text{Mn}_y\text{Co}_{1-x-y}\text{O}_2$ (NMC) cathodes for lithium-ion batteries. In: *Materials Today Energy*, 2022, 28, 101066. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.mtener.2022.101066>.

3. PRIYADHARSHINI, V., & GEETHA, D. Next-generation energy solutions: A review of Lithium-free cathode materials for sustainable Lithium-ion batteries. In: *Journal of Energy Storage*, 2025, 124, 116802. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.est.2025.116802>.

Acknowledgments. This work was supported by the Ministry of Education, through the Agency for Credits and Scholarships H.G. nr. 118/2023 acknowledged by dr. Eng. R.A. Mereu.

MATERII INOVATOARE FOLOSITE ÎN ALIMENTAȚIE

Daniela BAXAN, daniela.baxan@tpa.utm.md
*Universitatea Tehnică a Moldovei, Facultatea Tehnologie Alimentelor,
Departamentul Tehnologie Produselor Alimentare*

Cuvinte-cheie: materie neconvențională, valoarea nutritivă, produse inovatoare, risipa alimentară.

Industria alimentară trece printr-o perioadă de schimbări continue, influențate de tehnologiile moderne și de necesitatea găsirii unor resurse sustenabile. Materiile neordinare (neconvenționale sau inovatoare) joacă un rol important în diversificarea produselor și în reducerea risipei alimentare. Acestea pot înlocui materiile tradiționale sau pot oferi noi funcții tehnologice alimentelor. În plus, ele contribuie la creșterea valorii nutritive a produselor și la obținerea unor alimente inovative.

Interesul pentru proteine alternative, fibre și vitamine a dus la descoperirea unor materii neobișnuite, cum ar fi algele, insectele, semințele exotice sau proteinele microbiene, subproduse agro-alimentare. Acestea permit obținerea unor produse adaptate dietelor speciale, incluzând vegani, persoane cu intoleranțe la gluten sau consumatori preocupați de mediu.

Tabelul 1. Categorii și exemple de materii neobișnuite.

Categoria	Exemple
Alge	Spirulină, alginatul
Insecte	Făină de greier, larve procesate
Proteine microbiene	Mycoproteină, drojdie inactivă
Semințe exotice	Chia, teff, baobab
Subproduse valorificate	Tărâțe, pulpă de fructe, coji citrice

Utilizarea materiilor neobișnuite permite obținerea unor produse inovative. În continuare sunt prezentate câteva aplicații tehnologice și exemple practice din industrie.

Algele, cum ar fi spirulina și alginatul, sunt folosite pentru gelifiere și stabilizarea produselor lactate.

Făina de greier și larvele procesate sunt integrate în produse de panificație și paste pentru creșterea conținutului proteic.

Mycoproteina și proteinele bacteriene sunt modelate prin extrudare sau uscare prin spray drying pentru a obține produse similare cărnii.

Semințele de chia sau pulberea de baobab sunt adăugate pentru proprietăți nutritive, gelifiere naturală și aromă.

Pulpa de fructe și coaja de citrice sunt transformate în făină funcțională sau pectină, valorificând subprodusele industriei alimentare, la fel ca și subprodusele vegetale utilizate la prepararea articolelor de cofetărie și de panificație.

În industria alimentară, materiile de bază sunt utilizate tradițional datorită costurilor reduse și a proceselor tehnologice bine stabilite. Acestea asigură stabilitate și predictibilitate în producție, fiind acceptate pe scară largă de consumatori.

Pe de altă parte, materiile neordinare (noconvenționale) reprezintă resurse alternative, adesea mai bogate din punct de vedere nutritiv. Ele pot contribui la diversificarea alimentației și la creșterea sustenabilității, însă implică provocări legate de costurile tehnologice ridicate și de nivelul mai scăzut de acceptare din partea consumatorilor. În plus, utilizarea lor este adesea supusă unor reglementări stricte, ceea ce limitează aplicarea pe scară largă.

Avantaje și dezavantaje ale materiilor neconvenționale sunt următoarele:

- **Avantaje:**
 - Valoare nutritivă ridicată;
 - Sustenabilitate îmbunătățită;
 - Reducerea risipei alimentare.
- **Dezavantaje:**
 - Costuri tehnologice ridicate;
 - Acceptare redusă de consumatori;
 - Reglementări stricte.

Materiile neconvenționale folosite în alimentație reprezintă un domeniu în plină dezvoltare, care schimbă modul în care sunt concepute produsele alimentare. Ele oferă soluții reale pentru provocările actuale ale industriei: necesitatea unui aport proteic mai mare, reducerea risipei, îmbunătățirea valorii nutritive și orientarea către procese mai sustenabile. De asemenea, permit obținerea unor produse inovatoare, adaptate celor care caută alternative la materiile tradiționale, precum persoanele care urmează diete speciale sau consumatorii preocupați de mediu.

Cu toate acestea, folosirea materiilor neordinare nu este lipsită de dificultăți. Costurile tehnologice, regulile stricte de siguranță și neîncrederea consumatorilor pot încetini introducerea lor în producția de masă. În timp, însă, odată cu îmbunătățirea proceselor și creșterea informării publicului, este de așteptat ca aceste ingrediente să devină tot mai prezente în alimentația obișnuită.

În concluzie, materiile neordinare pot reprezenta o soluție inovatoare pentru viitorul industriei alimentare, dar succesul lor depinde de adaptarea tehnologiilor, de educarea consumatorilor și de flexibilitatea cadrului legislativ. Materiile neobișnuite completează și diversifică resursele industriei alimentare, deschizând calea către o alimentație modernă, echilibrată și responsabilă. Rolul lor va continua să crească, iar combinația dintre inovație și tradiție poate duce la produse mai sănătoase și mai adaptate nevoilor viitoare.

BIBLIOGRAFIE

1. BOESTEAN, O., CEBAN, C. Fabricarea pâinii cu adaos de materii vegetale. In: *Intellectus*, 2012, 2 pp. 94-97. ISSN 1810-7079.
2. EFSA – European Food Safety Authority. <https://www.efsa.europa.eu/en>.
3. BOESTEAN, O. Utilizarea amarantului în panificație. In: *Meridian ingineresc*, 2017, 3. pp. 80-83. ISSN 1683-853X.
4. COVACI, E., BOESTEAN, O., NETREBA, N. Valorificarea semințelor de struguri în producția de biscuiți funcționali. In: *Patrimoniul cultural de ieri – implicații în dezvoltarea societății durabile de mâine*, Ed. 8, 8-9 februarie 2024, Chișinău. Iași – Chișinău-Lviv: 2024, Ediția 9, pp. 138-139. ISSN 2558 – 894X.
5. DIANU, I., NETREBA, N., MACARI, A., BAERLE, A., BOESTEAN, O., SANDU, Iu. The use of sea buckthorn in the manufacture of berry sauces În: „Euro-Aliment 2023” The 11th International symposium, Galați (România). 19-20 octombrie, 2023. p.41. ISSN 1843-5114.

6. BOESTEAN, O., BULGARU, V., GHENDOV-MOSANU, A., NETREBA, N. The quality properties of sugar dough and biscuits with lentil flour. In: *Modern Technologies in the Food Industry-2024: proceedings of the International Conference Modern Technologies in the Food Industry-2024, MTFI-2024*, Chișinău, 17-18 October 2024. Chișinău: Tehnica-UTM, 2024, p. 47. ISBN 978-9975-64-472-3.
7. FAO – Food and Agriculture Organization, raport despre insectele comestibile [online]. Disponibil: <https://www.fao.org/edible-insects/home/insects-for-food/en>.

Recomandat
Olga BOEȘTEAN, dr., conf. univ.

EDUCAȚIA ECOLOGICĂ PRIN INFORMARE ȘI ACȚIUNE: ROLUL TINERILOR ÎN TRANZIȚIA VERDE A REPUBLICII MOLDOVA

Cristina ȘPAC, cristina.spac2007@gmail.com
Instituția Publică Colegiul Agroindustrial din Rîșcani, Republica Moldova

În contextul schimbărilor climatice, al presiunilor asupra resurselor naturale și al problemelor locale de poluare, educația ecologică nu mai este doar o temă teoretică — ea devine instrumentul prin care comunitățile înțeleg problemele și adoptă soluții practice. În Republica Moldova, cadrul legislativ și strategic pune bazele pentru politici și programe care susțin protecția mediului și implicarea cetățenilor; totuși, transformarea acestor prevederi în acțiuni concrete depinde foarte mult de gradul de implicare al tinerilor, atât ca beneficiari ai educației, cât și ca promotori activi ai schimbării.

Republica Moldova se confruntă cu provocări de mediu care au impact profund asupra economiei și calității vieții cetățenilor. Schimbările climatice nu sunt doar o amenințare abstractă pentru viitor – ele se manifestă deja prin efecte concrete și măsurabile care afectează fiecare sector al societății noastre: pierderi economice semnificative, fenomene extreme recurente, biodiversitate amenințată. Aceste provocări complexe necesită soluții integrate și pe termen lung, iar educația ecologică a tinerilor reprezintă fundația pe care se poate construi o reziliență reală față de schimbările climatice. Fiecare tânăr educat devine un agent al schimbării în comunitatea sa.

Procesul de crearea a oportunităților de implicare pentru tineri are un spectru foarte larg, începând cu simple acțiuni de voluntariat local și încheind cu programe internaționale de schimb intercultural destinate tinerilor, toate acestea au la bază dorința de stimula la tânăra generație spiritul civic și caracterul de cetățean activ. Domeniile de implicare a tinerilor sunt la fel de diverse ca și tipurile de oportunități, aceste pot fi despre drepturile copilului, sănătate, liderism, implicare în procese decizionale, proiecte sociale, bussines, stagiere în administrație publică și, nu în ultimul rând, o serie de oportunități destinate tinerilor sunt pe domeniul ecologic, domeniul de protecție a mediului, pe lângă aceste domenii enumerate mai sus, mai sunt încă foarte multe teme și oportunități unde tinerii se pot implica [1].

Tinerii trebuie să fie implicați activ în procesul de dezvoltare comunitară, la fel aceștia trebuie să fie implicați în procesul de promovarea a unui mod pro ecologic de abordare privind utilizarea resurselor naturale. Tinerii, sunt menționați în diverse documente internaționale și naționale ca un important factor decisiv, astfel implicarea tinerilor este stipulată în următoarele acte legislative:

- **Legea privind protecția mediului al RM (LP 1515/1993)** declară protecția mediului ca prioritate națională și stabilește dreptul populației la mediu sănătos, acces la informație și participare publică în probleme de mediu. Aceste prevederi juridice constituie baza pentru implicarea civică a tinerilor (transparentizarea datelor de mediu, participare la consultări, proiecte educaționale practice legate de monitorizare și prevenție) [2].

- **Codul Educației (CE 152/2014)/ Strategia „Educația 2030” RM (HG 114/2023)** – reprezintă cadrul legal și strategic pentru sistemul educațional (Codul Educației și strategia „Educația 2030”) promovează învățarea incluzivă, dezvoltarea competențelor pentru secolul XXI și alinierea la Obiectivele de Dezvoltare Durabilă (inclusiv ESD — Education for Sustainable Development). Aceste instrumente permit includerea modulelor practice despre mediu în programe și susțin formarea continuă a cadrelor didactice pentru predare interactivă [3,4].

- **Strategia Națională „Moldova 2030” (LP 315/2022)** - include dezvoltarea durabilă și managementul resurselor ca piloni ai politicii naționale și susține consolidarea educației și a responsabilității civice ca mijloace pentru atingerea obiectivelor de durabilitate. Integrarea tinerilor în programe locale de mediu (educație, antreprenoriat verde, proiecte practice) este coerentă cu prioritățile strategice ale țării. [4]

- **Strategia de mediu/Politici naționale (Ex.: Strategia de Mediu 2024–2030 (HG 409/2024)** - documentele strategice de mediu ale RM subliniază prioritatea consolidării conștientizării publice, educației și instruirii privind problemele de mediu. Ele recomandă activități de informare, formare și acces la date, precum și implicarea societății (inclusiv tinerii) în monitorizare și campanii de sensibilizare [6].

- **Inițiative / Recomandări UE: Council Recommendation — Learning for environmental sustainability & EU Youth Strategy** - la nivelul UE există recomandări clare pentru a integra dimensiunea verde în toate nivelurile educației (de la învățământ preșcolar la învățare pe tot parcursul vieții), pentru a sprijini competențele climatice și de mediu, și pentru a consolida rolul tinerilor ca actori activi (prin Erasmus+, programe de formare și implicare civică). Recomandarea Consiliului cere statelor membre să asigure educație de calitate pe sustenabilitate și să sprijine învățarea practică relevantă local — principii ce pot fi preluate în politica națională și proiecte școlare.

Astfel, tinerii pot juca roluri esențiale la intersecția dintre informare și acțiune. În orașul Rîșcani, și îndeosebi tinerii care studiază în Instituția Publică Colegiul Agroindustrial din Rîșcani, se implică activ în activități de promovare a griei pentru mediu prin participări în proiecte, concursuri naționale și internaționale, campanii de informare, activități de voluntariat, etc. precum:

1. Proiectul „Sporirea gradului de conștientizare ecologică a tinerilor prin implicarea lor în activități de protecție a mediului” în r-nul Rîșcani, r-nul Edineț și r-nul Ocnița, finanțat de către Uniunea Europeană și implementat de Agenția de Cooperare Internațională a Germaniei (GIZ) - **131,90 mii lei;**

2. Proiectul transfrontalier "Tinerii pentru energia ECO" în parteneriat cu Colegiul Tehnic de Industrie Alimentară Suceava, Colegiul Tehnic "Samuil Isopescu" Suceava, România.

3. Concursul național „Apa este viață” organizat de AO „Inovație în Educație de Performanță”, cu obținerea medaliei de bronz la secțiunea Activități de voluntariat, a mențiunilor și diplomelor de participare în cadrul secțiunilor compoziție literară, desen artistic, inovație tehnologică;

4. Concursul Internațional „PĂDUREA – SUFLETUL PLANETEI”, organizat de *Instituția Publică Școala Profesională Nr.6 din Chișinău*, la secțiunile desen artistic, spot video „Salvați pădurile”, eco-proiect;

5. Activități anuale de salubritate a parcului de pe teritoriul colegiului cu participarea elevilor, cadrelor didactice, personalului colegiului, a Primăriei orașului Rîșcani;

6. Activitate de salubritate a râulețului Copăceanca, afluentul râului Răut împreună cu comunitatea locală; instituții de învățământ, administrația publică locală, locuitori;

7. Activități de salubritate a izvorului de pe teritoriul colegiului care servește sursă de apă potabilă pentru toți locuitorii din regiunea Malinovca;

8. Marcarea anuală a Zilei Internaționale a Turismului cu invitarea reprezentanților de la Inspectoratul pentru Protecția Mediului, subdiviziunea teritorială Rîșcani pentru informare cu privire la normele de comportament și protecția a mediului în timpul campaniilor turistice.

9. Campanii de informare despre colectarea separată a deșeurilor și reciclarea acestora în rândul elevilor și locuitorilor orașului Rîșcani;

10. Sesiune de informare în cadrul evenimentului organizat cu participarea Laboratorului de Replicare „The Coral Reef of the Prut”, Rețelei de Dezvoltare a Comunităților Rurale, proiectul european „GRANULAR”, Asociația Obsteasca „Mostenitori”, Asociația GAL Drumul Gospodarilor; Primăria Rîșcani.

11. Participare la apelurile lansate de Ministerul Mediului în campaniile de împădurire, #GenerațiaPădurii, martie, 2025, orașul Rîșcani;

12. Participare la Marea Plantare Națională, 15 noiembrie 2025, în locația satul Mihăileni, raionul Rîșcani.

Impactul participării tinerilor la proiecte ecologice determină dezvoltarea competențelor foarte căutate pe piața muncii modernă: managementul proiectelor de sustenabilitate, agricultura organică, eficiența energetică, economia circulară și tehnologii regenerabile. Tinerii care au experiență în domeniul verde beneficiază de avantaje competitive semnificative, iar sectoarele sustenabile oferă locuri de muncă în creștere rapidă, de la instalatori de panouri solare până la consultanți în dezvoltare durabilă.

Educația ecologică trebuie să treacă din manual în teren: informare bine fundamentată, urmată de acțiuni vizibile, măsurabile și comunicate. Tinerii nu sunt doar receptori ai mesajului — ei sunt actorii transformării: prin proiecte practice, campanii locale și utilizarea unor instrumente digitale, pot contribui semnificativ la soluționarea problemelor de deșeuri, la promovarea surselor regenerabile și la implementarea modelului „Moldova 2030” la nivel local. Susținerea instituțională, legislația și programele strategice creează cadrul; implicarea activă a tinerilor îl transformă în realitate.

BIBLIOGRAFIE

1. ISAC, A. & CANTARAGIU, IU. *Promovarea educației ecologice și educației pentru dezvoltare durabilă în Republica Moldova (în școli, gimnazii și licee)*, Raport de evaluare, Chișinău, 2013, pp. 6-7. Disponibil: <chromeextension://efaidnbmnmmnibpcajpcgglefndmkaj/https://environment.md/public/files/27cee411e905e131b673f28ad58bd25b.pdf>.
2. *Legea privind protecția mediului, Republica Moldova*, citat [18.11.2025]. Disponibil: https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=147597&lang=ro#.
3. *Codul Educației al Republicii Moldova*, citat [18.11.2025]. Disponibil: https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=149703&lang=ro#.
4. *Strategia Educația 2030, Republica Moldova*, citat [18.11.2025]. Disponibil: https://mecc.gov.md/sites/default/files/concept_strategie_program_de_implementare_educatia_2030.pdf.
5. *Strategia națională de dezvoltare „Moldova 2030”*. citat [18.11.2025]. Disponibil: https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=134582&lang=ro.
6. *Strategia de Mediu 2024–2030*, citat [18.11.2025]. Disponibil: https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=144295&lang=ro.

Recomandat
Diana BORSȘ, profesoară de chimie și biologie, grad didactic superior

Rezumatele pe secțiuni

ТРОПОСФЕРНЫЙ ОЗОН И ЕГО ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ

Adelina JELEZOGLO, ajeleziglo@inbox.ru

*Universitatea de Stat din Moldova, Facultatea de Chimie și Tehnologie Chimică
Departamentul Chimie Industrială și Ecologică Academician „Acad. Gheorghe Duca”*

Ключевые слова: озон, загрязнение, экосистемы, окружающая среда, здоровье человека.

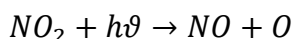
ВВЕДЕНИЕ

Озон (O_3) — аллотропная модификация кислорода с двойственным значением в атмосфере. В стратосфере (10-50 км) "хороший" озон образует защитный слой, поглощающий вредный УФ-свет. Однако в тропосфере (до 10-12 км) он является мощным антропогенным загрязнителем, ключевым компонентом фотохимического смога. Тропосферный озон образуется вторично из прекурсоров и из-за высокой реакционной способности негативно влияет на здоровье человека и экосистемы, представляя собой глобальную трансграничную проблему [1].

Формирование тропосферного озона

Тропосферный озон представляет собой вторичный загрязнитель, который образуется в атмосфере из прекурсоров — оксидов азота (NO_x), выделяющихся при сгорании топлива, и летучих органических соединений (ЛОС), поступающих с выхлопными газами, из промышленности и растительности, под воздействием солнечного излучения [2].

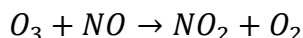
Процесс начинается с фотолиза диоксида азота:



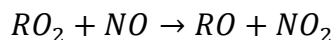
Затем атомарный кислород реагирует с молекулярным кислородом, образуя озон:



В чистом воздухе озон разрушается оксидом азота:



Однако при наличии летучих органических соединений (ЛОС) в атмосфере происходят следующие реакции:



Этот процесс предотвращает разрушение озона, способствуя его накоплению. Максимальные концентрации наблюдаются в тёплые солнечные дни, преимущественно в дневные и послеполуденные часы.

Воздействие тропосферного озона на здоровье человека

Тропосферный озон, обладая высокой окислительной способностью, раздражает дыхательные пути и вызывает острые и хронические эффекты даже при низких концентрациях. Он инициирует окислительный стресс, повреждает клеточные мембраны и повышает проницаемость эпителия, что приводит к воспалению, кашлю, жжению в груди, одышке и снижению функции лёгких. Особенно уязвимы лица с хроническими респираторными заболеваниями (астма, ХОБЛ), у которых озон провоцирует обострения и усиливает гиперреактивность дыхательных путей. При длительном воздействии наблюдаются системное воспаление, сердечно-сосудистые нарушения, фиброз и эмфизема лёгких, а также негативное влияние на развитие дыхательной системы у детей.

Влияние тропосферного озона на экосистемы

Тропосферный озон является одним из наиболее значимых загрязнителей воздуха, оказывающих разрушительное воздействие на природные и сельскохозяйственные экосистемы вследствие его высокой окислительной способности. Растения поглощают озон через устьица, что приводит к образованию активных форм кислорода и развитию окислительного стресса. В результате наблюдаются видимые повреждения листьев — хлороз, некроз, бронзирование и крапчатость. Озон

разрушает хлоропласты, ингибирует ключевые ферменты, снижает эффективность фотосинтеза и, как следствие, замедляет рост растений, уменьшает их биомассу и урожайность. Нарушение водного баланса и газообмена делает растения более уязвимыми к засухе [2].

Под воздействием озона растения перенаправляют ресурсы на восстановительные процессы, что приводит к их истощению и снижает устойчивость к другим стрессовым факторам — засухе, болезням и вредителям. Длительное воздействие озона способствует деградации лесных экосистем, снижает их продуктивность, изменяет видовой состав и уменьшает способность к секвестрации углерода. Различная чувствительность растений к озону нарушает конкурентные отношения, что ведёт к доминированию устойчивых видов и снижению биоразнообразия. Снижение продуктивности и питательной ценности растений отражается на всей пищевой цепи [3].

Методы контроля и снижения уровня тропосферного озона

Контроль над уровнем тропосферного озона осуществляется посредством комплекса мер, направленных на сокращение выбросов его прекурсоров — оксидов азота (NO_x) и летучих органических соединений (ЛОС). Законодательные меры включают ужесточение стандартов выбросов, контроль качества топлива, внедрение систем торговли квотами, налоговые стимулы и международное сотрудничество.

Градостроительные стратегии ориентированы на развитие общественного транспорта, продвижение активных форм передвижения, компактное планирование городской среды и создание «зелёной» инфраструктуры. Поведенческие меры предполагают проведение информационных кампаний, введение «озоновых дней», популяризацию энергосбережения и использование продукции с низким содержанием ЛОС.

Мониторинг и научные исследования обеспечивают достоверные данные о концентрациях озона, совершенствуют модели прогнозирования и углубляют понимание процессов атмосферной химии. Комплексное применение этих мер имеет решающее значение для охраны здоровья населения и устойчивости экосистем.

ВЫВОДЫ

1. Тропосферный озон — антропогенный загрязнитель, образующийся из оксидов азота и летучих органических соединений под воздействием солнечного света. Он оказывает негативное влияние на здоровье человека, снижает фотосинтез и продуктивность растений, ускоряя деградацию экосистем.
2. Для снижения его концентрации необходим комплекс мер, включающий сокращение выбросов прекурсоров, внедрение экологически чистых технологий, мониторинг и международное сотрудничество. Только системный подход позволит защитить здоровье людей и сохранить природное равновесие.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. ВОЗ. *Качество воздуха и здоровье* // Всемирная организация здравоохранения [онлайн]. [Дата обращения 20.10.2025]. Доступно: [https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health).
2. СКУРЛАТОВ, Ю. И., ДУКА, Г. Г., МИЗИТИ, А. *Введение в экологическую химию: учеб. пособие для студ. хим. и хим. технолог. спец.* Москва: Высшая школа, 1994. 400 с. ISBN 5-06-002593-4.
3. TAJUDIN, M., KUBO, R., NG, C., HASHIZUME, M., SEPOSO, X., KIM, Y., NISHIKAWA, H., TAKANO, H., UEDA, K. The effect modification of PM_{2.5} and ozone on the short-term associations between temperature and mortality across the urban areas of Japan. In: *Environ Health Prev Med.*, 2024, 29(57). Доступно: <https://doi.org/10.1265/ehpm.24-00108>.

Recomandat
Angela LIS, dr., lect. univ.

NUTRIȚIA PROTECTIVĂ ÎN PREVENIREA DAUNELOR INDUSE DE POLUANȚI CHIMICI

Adina LADANIUC*, Mihaela MUNTEANU¹

¹*Departamentul Alimentație și Nutriție, Facultatea Tehnologia Alimentelor,
Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova*

**Autor corespondent: Adina LADANIUC, adina.ladaniuc@an.utm.md*

Conducător științific: Tatiana CAPCANARI, dr., conf. univ.

Una dintre cele mai acute probleme ale secolului XXI este poluarea, determinată de circulația transportului auto, dezvoltarea industriei și utilizarea ambalajelor nedegradabile. Poluarea are impact negativ asupra populației, afectând sistemul respirator, nervos, circulator, digestiv ș.a. [1]. Cele mai expuse medii sunt aerul, apa și solul. În 2023, conform Anuarului Statistic al Republicii Moldova, 50% din probele de apă din rețelele centralizate și 76% din cele din surse descentralizate au depășit limitele fizico-chimice admise. Totodată, doar 5% dintre probele de aer au fost neconforme, iar solul nu a înregistrat depășiri. Totuși, comparativ cu anul 2015, s-a înregistrat o dinamică pozitivă [2].

Progresul tehnologic și utilizarea pe scară largă a poluanților, precum și aruncarea lor în apă, aer și sol, nu pot fi stopate rapid, fiind sisteme rigide, cu numeroase persoane implicate. Renunțarea bruscă la confortul oferit de industrie este imposibilă, chiar dacă acesta generează metale grele, compuși azotați sau gaze de seră. Cu toate acestea, există o soluție pentru fiecare individ în parte, și anume **alimentația de protecție**, bazată pe acțiunea benefică a compușilor biologic activi și reducerea efectelor poluanților.

Compuși biologic activi și rolul lor protector

Compușii biologic activi reprezintă substanțe naturale, artificiale sau sintetice, prezente în alimente sau utilizate ca suplimente alimentare, care exercită funcții benefice în organismul uman, contribuind la sănătatea acestuia. Aceștia reduc impactul negativ al poluanților, mai ales al metalelor grele și nitraților din sol și apă. Cea mai simplă, din punct de vedere practic, metodă de a include acești compuși în rația zilnică este valorificarea compușilor biologic activi de origine naturală. Astfel, există alimente bogate în diferiți compuși biologic activi, deoarece aceștia se găsesc într-o varietate mare, cu roluri specifice. În tabelul 1 sunt prezentate tipurile de compuși biologic activi și funcțiile lor corespunzătoare:

Tabelul 1. Clasificarea și funcțiile compușilor biologic activi [3]

Tipuri de substanțe	Exemple de compuși	Rolul în organism
Antioxidanți	Vitamine (C, E, A), carotenoizi (β -caroten, licopen), flavonoide, acizi fenolici	Neutralizează radicalii liberi, protejează ADN-ul, reduc concentrația în sânge a metalelor grele.
Compuși cu efect chelator	Polifenoli, fibre alimentare (celuloză, pectină, hemiceluloză)	Reduc biodisponibilitatea metalelor grele, contribuind la evacuarea lor din organism.
Antiinflamatori și modulatori de semnalizare	Acizi grași ω -3, compuși organosulfurați	Reduc stresul inflamator produs de toxine.
Prebiotice	Fibre alimentare (pectine, celuloză, hemiceluloză, lignină),	Scad absorbția nitraților, reduc nitrozarea, degradează pesticide în tractul intestinal.

Aceste substanțe acționează simultan, reducând stresul oxidativ, inflamația și biodisponibilitatea substanțelor toxice, favorizând procesele de detoxifiere, ceea ce le face relevante în contextul expunerii la metale grele, pesticide și nitrați. De exemplu, în urma unui studiu a fost demonstrată scăderea în medie cu 81% a nivelului de plumb în sângele unui grup de 75 fumători într-o săptămână de suplimentare cu 1000mg de acid ascorbic [4]. De asemenea, s-a constatat că pentru fiecare gram suplimentar de fibre alimentare ingerat, valorile serice de cadmiu (Cd) și plumb (Pb) scad cu 0,65% și, respectiv, 0,55% [5].

Mecanisme biochimice de acțiune

Compușii biologic activi acționează prin mai multe căi biochimice, care explică efectele lor protectoare împotriva poluanților chimici.

1. **Antioxidanții** neutralizează radicalii liberi, formați în mod natural în organism, dar a căror nivel crește semnificativ sub influența unor factori externi, inclusiv poluanții chimici. Radicalii liberi pot induce mutații ale ADN-ului, deteriorarea lipidelor și proteinelor. Ei acționează prin mai multe mecanisme biochimice. Unii transferă un atom de hidrogen radicalului liber, transformându-l într-o formă stabilă și neagresivă. Alții donează un electron, oprind reacțiile în lanț ce pot deteriora lipidele, proteinele sau ADN-ul. Există și antioxidanți care se leagă de metale precum fierul sau cuprul, împiedicându-le să catalizeze procesele de oxidare care produc noi radicali liberi.

2. **Compușii antiinflamatori** precum acizii grași omega-3 din pește și organosulfurații din usturoi, reduc activarea celulelor imune și eliberarea citokinelor proinflamatorii. În acest mod sunt limitate cascadele inflamatorii induse de metale grele, nitrați sau pesticide, care altfel amplifică stresul oxidativ și deteriorarea membranelor celulare. Astfel, organe precum ficatul, rinichii și mucoasa intestinală își mențin funcțiile de detoxifiere și filtrare chiar sub expunere cronică la poluanți.

3. **Fibrele alimentare**, precum pectinele, celuloza și hemiceluloza, acționează predominant în lumenul intestinal, prin mecanisme de adsorbție și chelare a nitraților și metalelor grele, precum și prin creșterea vâscozității chimului gastric, încetinind difuzia xenobioticelor către epiteliul intestinal. Fibrele fermentabile sunt metabolizate de microbiotă în acizi grași cu lanț scurt care stimulează integritatea epiteliului intestinal și reduc permeabilitatea („leaky gut”), un factor esențial în limitarea trecerii toxinelor în sânge. Prin accelerarea tranzitului intestinal, fibrele scad timpul de contact dintre toxine și mucoasă, facilitând eliminarea lor prin materiile fecale. În ansamblu, aceste procese contribuie la scăderea biodisponibilității metalelor grele și a nitraților, reducând riscul bioacumulării lor sistemice.

Surse de compuși biologic activi

În tabelul 2 sunt prezentate unele surse de compuși biologic activi și conținutul mediu per 100 g de aliment.

Tabelul 2. Surse de compuși biologic activi [6]

Compus biologic activ	Surse alimentare principale	Conținut mediu (per 100 g)
Vitamina C	Ardei gras, broccoli, kiwi, căpsune	60–158 mg
β -caroten	Morcov, dovleac, spanac	5–7 mg
Licopen	Roșii, pepene roșu	3–10 mg
Flavonoide	Afine, ceai verde, citrice	100–200 mg
Pectină	Mere, citrice, morcov	1–2 g
Celuloză	Legume, cereale integrale	2–5 g
Omega-3	Semințe de in, nuci, pește gras	2–2,5 g
Alicină	Usturoi, ceapă	5 mg

CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

Poluarea solului, apelor și aerului reprezintă probleme actuale în întreaga lume, având un impact negativ și asupra populației Republicii Moldova. Chiar dacă reducerea imediată a poluării este o acțiune imposibilă, fiecare individ în parte își poate sprijini sănătatea prin consumul de alimente bogate în compuși biologic activi. Includerea în rația alimentară a fructelor, legumelor și cerealelor integrale contribuie la protecția organismului, reducând incidența bolilor cardiovasculare, neurodegenerative și respiratorii, datorită acțiunii antioxidantilor și a altor compuși bioactivi asupra radicalilor liberi și poluanților precum metalele grele, pesticidele și nitrații [7].

BIBLIOGRAFIE

1. ALENGBAWY, A., ABDELKHALEK, S.T., QURESHI, S.R., WANG, M.Q. Heavy metals and pesticides toxicity in agricultural soil and plants: Ecological risks and human health implications. In: *Toxics*, 2021, 9(3), 42. <https://doi.org/10.3390/toxics9030042>.
2. Biroul Național de Statistică al Republicii Moldova. *Anuarul statistic al Republicii Moldova — ediția 2024*. Chișinău, 2024. ISBN 978-9975-177-39-9.

3. LOBO, V., PATIL, A., PHATAK, A., CHANDRA, N. (2010). Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. In: *Pharmacognosy Reviews*, 2010, 4(8), pp. 118–126. <https://doi.org/10.4103/0973-7847.70902>.
4. DAWSON, E.B., EVANS, D.R., HARRIS, W.A., TETER, M.C., MCGANITY, W.J. The effect of ascorbic acid supplementation on the blood lead levels of smokers. In: *Journal of the American College of Nutrition*, 1999, 18(2), pp. 166–170. <https://doi.org/10.1080/07315724.1999.10718845>.
5. GUO, J., KNOL, L.L., YANG, X., KONG, L. Dietary fiber intake is inversely related to serum heavy metal concentrations among US adults consuming recommended amounts of seafood: NHANES 2013–2014. In: *Food Frontiers*, 2021, 3(1), pp. 142–149. <https://doi.org/10.1002/fft2.114>.
6. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. (n.d.). *FoodData Central*. Retrieved November 16, 2025. <https://fdc.nal.usda.gov/food-search?component=1107>.
7. BOEING, H., BECHTHOLD, A., BUB, A., ELLINGER, S., HALLER, D., KROKE, A., LESCHIK-BONNET, E., MÜLLER, M.J., OBERRITTER, H., SCHULZE, M., STEHLE, P., WATZL, B. Critical review: Vegetables and fruit in the prevention of chronic diseases. In: *European Journal of Nutrition*, 2012, 51(6), pp. 637–663. <https://doi.org/10.1007/s00394-012-0380-y>.

NITRAȚII, NITRIȚII ȘI NITROZOAMINELE ÎN MEDIU: SURSE AGRICOLE ȘI INDUSTRIALE, TRANSFORMARI CHIMICE, EFECTE TOXICE ȘI CANCERIGENE

Alexandr CUȘNIR, alek160604@gmail.com

***Universitatea de Stat din Moldova, Facultatea de Chimie și Tehnologie Chimică,
Departamentul Chimie***

Nitrații, nitriții și nitrozaminele sunt compuși care conțin azot și au un impact semnificativ asupra mediului, sănătății umane și ecosistemelor. Acești compuși provin în principal din surse precum activitățile agricole și industriale și suferă transformări chimice complexe în ciclul azotului. Prezența lor excesivă în apă, sol și produse alimentare creează probleme de toxicitate acută și cronică, inclusiv efecte cancerigene.

Problema este agravată de eutrofizarea corpurilor de apă, poluarea lanțului trofic și riscurile pentru sănătatea publică, aspecte larg studiate în literatura științifică. Diferite puncte de vedere subliniază atât aspectele naturale ale ciclului azotului, cât și pe cele antropogene, accentuând necesitatea monitorizării și reglementării. Nitrații, nitriții și nitrozaminele sunt compuși chimici care joacă un rol important atât în echilibrul mediului natural, cât și în sănătatea organismelor vii. Deși nitrații sunt prezenți în mod natural în sol, apă și plante, activitățile umane – în special agricultura intensivă și procesele industriale – au dus la o creștere semnificativă a concentrației lor în ecosisteme.

Problema este complexă și include interacțiuni chimice, biologice și socio-economice cu variații regionale. Literatura științifică subliniază urgența, dar și dificultatea soluțiilor. Astfel, problema nitraților, nitriților și nitrozaminelor este una complexă — aflată la intersecția chimiei, ecologiei și medicinei. Soluționarea acestora necesită o abordare integrată, care să includă controlul surselor, monitorizarea mediului și educația ecologică a populației.

Utilizarea intensivă a îngrășămintelor azotate (uree, azotat de amoniu) în agricultură duce la infiltrarea nitraților în apele subterane și de suprafață prin procese de levigare și eroziune. Conform unui studiu al Agenției Europene de Mediu, în regiunile agricole intensive, cum ar fi valea râului Po (Italia) sau câmpiile Midwestului (SUA), concentrațiile de nitrați din apele subterane depășesc 50 mg/L — limita stabilită de UE. Deșeurile zootehnice contribuie suplimentar prin descompunerea substanțelor organice, eliberând amoniac, care este ulterior oxidat la nitrați. Agricultura este principala sursă de poluare cu nitrați.

Îngrășămintele azotate, utilizate pentru stimularea creșterii plantelor, conțin o cantitate mare de azot sub formă de nitrați și amoniu. În procesul de nitrificare, azotul amoniacal este transformat în nitrați, care, fiind foarte solubili, se infiltrează ușor în apele subterane și de suprafață. Alte surse suplimentare sunt gunoii de grajd și composturile organice.

Cauzele conținutului excesiv de nitrați în produsele vegetale includ, pe lângă dozele mari de îngrășămintă azotate, iluminarea insuficientă, dezechilibrul nutrițional mineral, recoltarea prematură, particularitățile de specie și de soi, precum și alți factori agrotehnici și ecologici. Conținutul crescut de nitrați reduce calitatea produselor (scade conținutul de vitamina C și aminoacizi esențiali, se modifică compoziția macro- și microelementelor, se reduc proprietățile organoleptice), iar aceste produse pot avea efecte negative asupra organismului uman, mai ales deoarece nitrații se pot transforma în nitriți în tractul digestiv, a căror toxicitate este mult mai mare. Nitriții, la rândul lor, reacționează cu aminele, formând nitrozamine cu proprietăți cancerigene.

Propuneri proprii:

În opinia mea, problema nitraților, nitriților și nitrozaminelor necesită o abordare integrată, care să combine tehnologiile verzi, educația și politica strictă. Propun următoarele acțiuni concrete: optimizarea practicilor agricole prin introducerea agriculturii de precizie cu senzori IoT pentru dozarea exactă a îngrășămintelor, reducând levigarea cu 30–50%; în Republica Moldova — promovarea fixatorilor de azot (leguminoase) în rotația culturilor pentru reducerea dependenței de îngrășămintă chimice, cu subvenții de stat pentru fermierii care introduc benzi vegetale de protecție de-a lungul râurilor; tehnologii de remediere industrială și ecologică, dezvoltând bioreactoare cu bacterii denitrificante (de exemplu, *Pseudomonas spp.*) pentru epurarea apelor reziduale, care transformă nitrații în N_2 inofensiv, cu integrarea algelor (*Chlorella*) în sistemele de purificare pentru a asimila nitrații și a produce biomasă pentru biocombustibili — creând un ciclu durabil; pentru nitrozamine — adăugarea inhibitorilor naturali, precum extractul de ceai verde, în procesele alimentare; monitorizare și educație prin crearea unei rețele naționale de senzori electrochimici de cost redus pentru detectarea nitraților în fântâni și râuri, conectați la o aplicație mobilă pentru cetățeni; campanii școlare în Republica Moldova pentru testarea apei potabile cu kituri simple, crescând conștientizarea publicului; reglementări conforme cu UE: limită de 25 mg/L nitrați în apele subterane, cu sancțiuni progresive pentru poluatori; cercetare și inovare cu investiții în nanomateriale (de exemplu, oxid de grafen) pentru adsorbția selectivă a nitriților din sol; colaborare între universități și industrie pentru dezvoltarea de îngrășămintă cu eliberare lentă, pe bază de polimeri biodegradabili, reducând emisiile cu 70%.

Aceste propuneri sunt fezabile, bazate pe tehnologii existente și pot reduce riscurile cu 40–60% în 5–10 ani, promovând durabilitatea. În industria alimentară, este necesar un control strict al utilizării aditivilor care conțin nitriți (E249–E252), folosiți ca conservanți în produsele din carne. Populația trebuie informată despre riscurile consumului excesiv de mezeluri și despre importanța antioxidanților (vitaminele C și E), care împiedică formarea nitrozaminelor în organism. Educația ecologică are un rol esențial. Sunt necesare campanii de informare privind utilizarea rațională a îngrășămintelor, depozitarea corectă a deșeurilor organice și protejarea resurselor de apă. Cooperarea dintre agricultori, oameni de știință și autorități poate conduce la o politică eficientă de reducere a poluării cu compuși ai azotului.

CONCLUZII

Nitrații, nitriții și nitrozaminele reprezintă o amenințare serioasă pentru mediul înconjurător, provenind în principal din surse agricole și industriale, suferind transformări chimice în ciclul azotului, care intensifică eutrofizarea și formarea agenților cancerigeni. Efectele toxice acute și cronice sunt bine documentate, cu variații regionale în studiile din Republica Moldova și la nivel internațional. Propunerile proprii — agricultură de precizie, bioremediere, monitorizare digitală și inovații — oferă soluții practice pentru diminuarea problemei, accentuând prevenția și sustenabilitatea. În ansamblu, soluționarea necesită acțiuni coordonate la nivel local și global pentru protecția sănătății și a ecosistemelor. Nitrații, nitriții și nitrozaminele sunt poluanți importanți ai lumii moderne, a căror sursă este activitatea umană. Agricultură și

industria contribuie la acumularea lor în sol, apă și organisme vii. Transformările chimice și biologice ale acestor compuși pot conduce la formarea unor substanțe extrem de toxice și cancerigene. Pentru protecția mediului și a sănătății umane este necesară o strategie complexă bazată pe prevenție, tehnologii ecologice și educație. Numai prin eforturi comune se poate reduce impactul acestor poluanți asupra ecosistemelor și vieții umane.

BIBLIOGRAFIE

1. ДЕМИДЕНКО, А.К., СТОЛБОВА, Т.В. НИТРАТЫ В ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ https://primgatu.ru/images/files/nauchnaya_rabota/konferencii/2020/vnut/56NSSC_InnovYoungDevAri_Part3.pdf#page=173.
2. European Environment Agency. Nutrients in freshwater in Europe. 2022. <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/nutrients-in-freshwater-in-europe>.
3. Министерство окружающей среды Республики Молдова. Ежегодный отчет о качестве вод. 2023.
4. CAMARGO, J.A., ALONSO, Á. Ecological and toxicological effects of inorganic nitrogen pollution in aquatic ecosystems: A global assessment. In: *Environ. Int.*, 2006, 32(6), pp. 831-849. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2006.05.002>.
5. DUCA, GH., COVALIOVA, O., COVACI, E., ROMANCIUC, L., TASCA, C. Effect of bioactive additives on biomass fermentation from agro-industrial sector. In: *Journal of Engineering Science*. 2022, 29(3), pp. 176-188. [https://doi.org/10.52326/jes.utm.2022.29\(3\).15](https://doi.org/10.52326/jes.utm.2022.29(3).15).

Recomandat

Iolanta BĂLAN, dr., cercet. șt. coord., lect. univ.

METODE CHIMICE MODERNE DE EPURARE A APELOR UZATE

Alexandr PUȘCA, puskaalex@gmail.com

*Universitatea de Stat din Moldova, Facultatea de Chimie și Tehnologie Chimică
Departamentul Chimie Industrială și Ecologică „Acad. Gheorghe Duca”*

Creșterea rapidă a industrializării și urbanizării a dus la o poluare accentuată a resurselor de apă. Deversarea apelor uzate insuficient tratate în mediul înconjurător afectează calitatea ecosistemelor acvatice și sănătatea populației. Din acest motiv, în ultimele decenii, cercetările s-au concentrat asupra dezvoltării unor tehnologii moderne de epurare capabile să elimine poluanții organici și anorganici rezistenți la metodele convenționale [1].

Metodele tradiționale de epurare — mecanice, chimice sau biologice — deși eficiente în îndepărtarea solidelor în suspensie și a substanțelor biodegradabile, nu pot asigura degradarea completă a coloranților sintetici, a compușilor aromatici, a pesticidelor și a altor contaminanți persistenți. În acest context, procesele de oxidare avansată (AOP – *Advanced Oxidation Processes*) au devenit o soluție inovatoare. Ele se bazează pe generarea radicalilor hidroxil ($\bullet\text{OH}$), specii reactive extrem de puternice, care pot oxida aproape orice compus organic până la CO_2 și H_2O [2].

Ozonarea este una dintre cele mai utilizate metode AOP în epurarea apelor industriale. Ozonul (O_3) este un oxidant foarte puternic ($E^\circ = 2,07 \text{ V}$) capabil să atace legăturile duble și aromatice ale moleculelor organice. Această metodă este eficientă pentru decolorarea apelor uzate textile, pentru oxidarea substanțelor farmaceutice și pentru dezinfectia microorganismelor patogene [3].

Folosirea oxigenului pur în locul aerului pentru generarea ozonului dublează productivitatea echipamentelor și reduce consumul de energie, ceea ce o face mai rentabilă în exploatare. Totuși, reacțiile secundare cu ioni anorganici (de exemplu Cl^- , NO_3^-) pot scădea eficiența procesului, necesitând optimizarea parametrilor de contact și pH [4].

O altă direcție importantă o constituie procesele Fenton, care implică reacția dintre peroxidul de hidrogen (H_2O_2) și ionii de fier (Fe^{2+}), generând radicali hidroxil ($\bullet\text{OH}$) după ecuația:



Acești radicali atacă rapid moleculele organice, determinând oxidarea lor completă.

În varianta foto-Fenton, utilizarea radiației UV accelerează reducerea ionilor Fe^{3+} în Fe^{2+} , regenerând catalizatorul și crescând semnificativ eficiența globală a procesului. Avantajul suplimentar constă în posibilitatea folosirii energiei solare, ceea ce face metoda ecologică și economică.

Pentru îmbunătățirea procesului clasic Fenton, au fost dezvoltate metode hibride moderne — electro-Fenton și sono-Fenton. În primul caz, curentul electric generează *in situ* peroxid de hidrogen pe catod, eliminând necesitatea adăugării externe de H_2O_2 . În procesul sono-Fenton, cavitația produsă de ultrasunete favorizează descompunerea H_2O_2 și formarea suplimentară de radicali $\bullet\text{OH}$, reducând timpul de reacție și crescând gradul de mineralizare a poluanților organici.

Un domeniu activ de cercetare îl constituie utilizarea catalizatorilor heterogeni – în special oxizi de fier (Fe_2O_3 , Fe_3O_4) – care înlocuiesc ionii de fier omogeni. Avantajul lor constă în ușurința separării din mediu după reacție și posibilitatea reutilizării în mai multe cicluri. În plus, acești catalizatori reduc formarea nămolurilor de fier, o problemă specifică proceselor Fenton clasice.

Pe lângă procesele oxidative, adsorbția rămâne o metodă simplă, eficientă și ecologică pentru eliminarea coloranților, metalelor grele și compușilor organici. Adsorbanții pot fi naturali (argile, zeoliți) sau sintetici (cărbune activ, materiale nanostructurate). Avantajul acestei metode constă în simplitatea tehnologică și eficiența ridicată chiar și la concentrații mici de poluanți. Totuși, regenerarea adsorbanților și tratarea materialului saturat rămân provocări tehnice [4].

Cercetările recente promovează integrarea mai multor metode pentru creșterea eficienței și reducerea costurilor. Combinații precum ozonare + adsorbție, foto-Fenton + filtrare membranară sau electro-Fenton + UV permit obținerea unui grad ridicat de epurare, consum redus de energie și formare minimă de nămol.

Procesele de oxidare avansată, în special ozonarea și metodele de tip Fenton, reprezintă direcții moderne și promițătoare în epurarea apelor uzate colorate și industriale. Prin combinarea lor cu metode fizico-chimice, precum adsorbția sau filtrarea, se pot obține soluții tehnologice sustenabile, eficiente și compatibile cu cerințele actuale de protecție a mediului.

BIBLIOGRAFIE

1. LEPESH, G.V., PANASYUK, A.S., CHURILIN, A.S. Modern methods of sewage treatment of industrial enterprises. In: *Technical and technological service problems*, nr. 3(37), 2016, pp. 14-23. УДК 628.54.
2. FILIMONOVA, A., VLASOVA, A., CHICHIROVA, N., KAMALIEVA, R. Analysis of Ozonation Technology in the Framework of Drinking Water Treatment. In: *Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies*, nr. 17(5), 2024, pp. 565-577. УДК 628.16.
3. ISAEV, A., MAGOMEDOV, A. Advanced oxidation processes based emerging technologies for dye wastewater treatment In: *Vestn. Mosk. un-ta. Ser. 2. Chemistry*, nr. 4, 2022, pp.245. ISSN: 0579-9384.
4. ДРЕМИЧЕВА, Е.С. Механизм адсорбционной очистки сточных вод от эмульгированных нефтепродуктов. In: *Вестник ПНИПУ. Химическая технология и биотехнология*, nr. 2, 2022, pp.73-88. DOI: 10.15593/2224-9400/2022.2.06.

Recomandat
Vladislav BLONSCHI, dr., lect. univ.

ROLUL RADICALILOR LIBERI ÎN PROCESELE DE POLUARE ȘI DETOXIFIERE A MEDIULUI

Alexandra TROFAILA, s.trofaila1@gmail.com

*Universitatea de Stat din Moldova, Facultatea de Chimie și Tehnologie Chimică
Departamentul Chimie*

Radicalii liberi reprezintă atomi sau molecule care conțin unul sau mai mulți electroni nepereche, ceea ce le conferă o reactivitate chimică foarte ridicată. Printre cei mai importanți radicali liberi se numără radicalul hidroxil ($\bullet\text{OH}$), superoxidul ($\text{O}_2\bullet^-$), oxigenul atomic ($\text{O}\bullet$), peroxilul ($\text{ROO}\bullet$), peroxid de hidrogen (H_2O_2), hipoclorura (ClO^-), oxidul nitric ($\text{NO}\bullet$) și dioxidul de azot ($\text{NO}_2\bullet$). Aceștia pot proveni din surse naturale – cum ar fi procesele fotochimice, descărcările electrice atmosferice și activitatea biologică în organismele vii – dar și din surse antropice, precum arderea combustibililor fosili, utilizarea solvenților organici, emisiile industriale și fumatul. Aceste specii sunt extrem de reactive și pot deteriora molecule biologice precum ADN-ul, proteinele, lipidele și carbohidrații.

Relevanța subiectului constă în faptul că radicalii joacă un rol dublu: pe de o parte, contribuie la distrugerea poluanților toxici, iar pe de altă parte, pot participa la formarea poluanților secundari, cum ar fi smogul fotochimic.

Rolul radicalilor în atmosferă. Formarea radicalilor atmosferici începe la altitudini mai mari de 90–100 km, unde radiațiile ultraviolete determină disocierea moleculelor de oxigen (O_2) în oxigen atomic (O). La o altitudine de 30–50 km, oxigenul atomic și molecular reacționează pentru a forma ozon (O_3) în prezența unei a treia particule (O_2 sau N_2). Acest proces stă la baza ciclului Chapman, care reglează concentrația de ozon din stratosferă. Totuși, din cauza acțiunii catalitice a radicalilor NO , Cl și OH , ozonul este descompus, ceea ce duce la formarea „găurii de ozon”. Sursele acestor radicali pot fi naturale (reacții fotochimice, descărcări electrice, radiație solară) sau antropice (arderea combustibililor, emisiile de NO_x și compuși ai clorului, utilizarea freonilor) [1].

În Republica Moldova, principala sursă de NO_x o reprezintă transportul auto – aproximativ 88% din totalul emisiilor. De asemenea, radicalii contribuie la formarea smogului fotochimic. Sub acțiunea radiației solare, în atmosferă se formează OH , HO_2 și RO_2 , care inițiază reacții în lanț de oxidare a hidrocarburilor și oxizilor de azot, ducând la formarea ozonului, aldehydelor, PAN și altor compuși toxici.

Rolul radicalilor în mediu acvatic. Autopurificarea apelor se realizează prin procese fizice (diluție, adsorbție, evaporare), biologice (degradarea substanțelor de către microorganisme) și chimice (oxidare, fotoliză, hidroliză). Dintre acestea, oxidarea chimică este cea mai importantă, implicând formarea speciilor reactive de oxigen (ROS): radicalul hidroxil ($\bullet\text{OH}$), anionul superoxid ($\text{O}_2\bullet^-$), peroxidul de hidrogen (H_2O_2) și oxigenul singlet ($^1\text{O}_2$). Aceste particule reactive descompun poluanții organici și accelerează epurarea naturală. Cel mai important compus este radicalul hidroxil ($\bullet\text{OH}$), extrem de reactiv, format prin fotoliza apei, reacția Fenton ($\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \bullet\text{OH} + \text{OH}^-$) sau prin reacția ozonului cu apa. În prezența substanțelor organoclorurate (ex. HCH) și a compușilor humici, formarea radicalilor crește, stimulând autoepurarea [2].

Procesele de ozonare și fotooxidare sunt esențiale pentru generarea radicalilor $\bullet\text{OH}$, care transformă poluanții în produse finale inofensive – apă și oxigen. Aceste reacții nu produc deșeuri toxice și pot fi combinate cu alte metode (UV, H_2O_2), ceea ce le face ecologice și eficiente.

Pe baza acestor reacții se dezvoltă tehnologiile AOP (Advanced Oxidation Processes), care utilizează radicali reactivi ($\bullet\text{OH}$, $\text{SO}_4\bullet^-$) pentru distrugerea poluanților organici, pesticidelor, coloranților și microplasticeilor. În funcție de stabilitatea oxidanților, se folosesc reactoare batch sau cu flux continuu. Avantajele AOP includ lipsa poluanților secundari, eficiență ridicată și compatibilitate cu alte metode. Totuși, provocarea principală rămâne scalabilitatea – aplicarea la scară industrială. Soluțiile moderne implică utilizarea materialelor catalitice capabile să genereze radicali in situ, crescând eficiența procesului [3].

Efectul biologic. Radicalii liberi se formează în organismele vii, în principal în mitocondrii, dar și prin activitatea enzimelor (NADPH oxidaza, xantin oxidaza) ca produse intermediare ale metabolismului — specii reactive de oxigen (ROS) și de azot (RNS). Aceștia au un rol important în organism, dar în exces pot afecta celulele. Sursele externe principale sunt fumul de țigară, alcoolul, radiațiile UV și poluanții din aer. Fumul de țigară și ROS provoacă daune oxidative la nivelul lipidelor, proteinelor și ADN-ului, contribuind la dezvoltarea cancerului și a bolilor cardiovasculare. Alcoolul intensifică stresul oxidativ în ficat, crescând riscul de afecțiuni hepatice.

Radiațiile UV ale pielii duc la formarea oxigenului atomic și a altor radicali, ceea ce poate provoca cancer și alte boli. Totuși, radicalii liberi au și funcții benefice: sistemul imunitar îi folosește pentru a distruge agenții patogeni, stimulează refacerea mușchilor și a țesuturilor, activează proliferarea fibroblastelor și microcirculația [4].

Antioxidanții neutralizează radicalii liberi, prevenind deteriorarea celulelor. Aceștia includ antioxidanți interni (glutathion, ubiquinol, acid uric) și din alimentație (vitaminele E, C, beta-caroten). Pentru a menține echilibrul, sunt recomandate fructele și legumele (afine, citrice, broccoli, spanac), alimente bogate în polifenoli și curcumină (ceai verde, turmeric), reducerea expunerii la poluanți, renunțarea la fumat și alcool, protecția solară, activitatea fizică moderată și somnul de calitate.

CONCLUZII

Cea mai eficientă modalitate de a proteja mediul rămâne prevenirea poluării la sursă. Controlul eficient necesită monitorizarea radicalilor liberi din aer și apă, inclusiv pH-ul, temperatura, concentrațiile de reactivi și intensitatea UV. Măsurile preventive sunt esențiale: reducerea emisiilor industriale, trecerea la surse de energie regenerabilă și utilizarea tehnologiilor ecologice. Poluarea la sursă ar trebui îmbunătățită AOP și combinată cu metode biologice și de sorbție, iar filtrele fotocatalitice și convertoarele catalitice ar trebui utilizate. Studiul suplimentar al efectelor radicalilor liberi asupra organismului va permite dezvoltarea de strategii antioxidante pentru prevenirea bolilor cauzate de stresul oxidativ. Educația de mediu și responsabilitatea socială joacă, de asemenea, un rol vital, promovând o atitudine conștientă și grijulie față de natură și de propria sănătate

BIBLIOGRAFIE

1. СКУРЛАТОВ, Ю.И., ДУКА, Г.Г., МИЗИТИ, А. Введение в экологическую химию. Учеб. Пособие для хим. и хим. технолог. спец. вузов. Москва: 1994, сс. 99-119.
2. TRAVIN, S., DUCA, G., GLADCHI, V. Self-purification of aquatic media from hexachlorocyclohexane in a radical process. In: Chemistry journal of Moldova (General, Industrial and Ecological Chemistry), 2019, 14(1), pp. 47-53. <http://dx.doi.org/10.19261/cjm.2018.537>.
3. MAHBUB, P., DUKE, M. Scalability of advanced oxidation processes (AOPs) in industrial applications. 2023. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118861>.
4. LOBO, V., PATIL, A., PHATAK, A., CHANDRA, N. Free Radicals, Antioxidants and Functional Foods: Impact on Human Health. In: *Pharmacognosy Reviews*, vol. 4, no. 8, 2010, pp.118–126. <https://doi.org/10.4103/0973-7847.70902>.

Recomandat

Iolanta BĂLAN, dr., cercet. șt. coord., lect. univ.

EVOLUȚIA CHIMIEI ECOLOGICE CA DISCIPLINĂ ȘTIINȚIFICĂ

Alina CURACIOVA, alinakuraceva@gmail.com

*Universitatea de Stat din Moldova, Facultatea de Chimie și Tehnologie Chimică
Departamentul Chimie Industrială și Ecologică Academician „Acad. Gheorghe Duca”*

Cuvinte-cheie: chimie ecologică, chimie verde, schimbări climatice, ecosisteme, tehnologii curate.

INTRODUCERE

Intensificarea presiunii antropice asupra mediului, manifestată începând cu a doua jumătate a secolului XX, a generat necesitatea restructurării paradigmatelor științifice clasice. Interacțiunea complexă dintre antroposferă și sistemele naturale – atmosfera, hidrosfera, geosfera și biosfera – a scos în evidență limitele abordărilor fragmentare, specifice disciplinelor tradiționale. În acest context, chimia ecologică s-a conturat ca o disciplină integrativă, capabilă să explice originea, transportul, transformarea, impactul și destinul compușilor chimici în mediul înconjurător.

De la primele studii reactive, orientate spre monitorizarea poluării, până la statutul actual de disciplină fundamentală, capabilă să ofere principii pentru tehnologii verzi și management durabil al resurselor, chimia ecologică a parcurs o evoluție profundă. Scopul acestei lucrări este de a sintetiza principalele etape evoluției chimiei ecologice – ca știință, evidențiind contribuțiile conceptuale și rolul esențial în abordarea provocărilor globale contemporane.

Originea și tranziția spre o știință integrativă

Chimia ecologică a apărut ca răspuns la crize ecologice majore ale secolului XX, precum episoadele de smog urban sau poluarea masivă a apelor. Inițial, eforturile științifice și industriale au fost predominant reactive, concentrându-se pe tehnologii menite să elimine poluanții după producerea lor. Deși au fost utile, acestea nu au eliminat cauzele fundamentale ale degradării mediului.

Evoluția disciplinei s-a accelerat odată cu tranziția spre o abordare proactivă: prevenirea poluării prin proiectarea proceselor și produselor astfel încât să minimizeze generarea de reziduuri. Această schimbare conceptuală a stat la baza formării chimiei ecologice ca disciplină autonomă și a deschis calea pentru dezvoltarea chimiei verzi – un set de principii orientate spre eficiență atomică, utilizarea resurselor regenerabile și reducerea consumului energetic.

Lucrări de sinteză, precum cele elaborate în coautorat cu Acad. Gh. Duca, au contribuit la stabilirea unei baze teoretice solide, transformând domeniul într-un pilon esențial pentru educație și cercetare în științele mediului.

Consolidarea conceptuală: sferile mediului, ciclurile biogeochimice și toxicologia

Unul dintre elementele definitorii ale disciplinei este cadrul conceptual al celor cinci sfere ale mediului: atmosfera, hidrosfera, geosfera, biosfera și antroposfera. Introducerea antroposferei ca parte distinctă a sistemului Terrei a permis înțelegerea modului în care activitatea umană devine simultan generator și receptor al dezechilibrelor chimice.

În plus, chimia ecologică a contribuit decisiv la elucidarea modului în care activitățile antropice modifică ciclurile biogeochimice ale elementelor esențiale – carbon, azot, fosfor și sulf. Perturbarea acestor cicluri se manifestă prin apariția de noi poluanți și prin modificarea fluxurilor naturale de materie și energie.

Integrarea principiilor stoechiometriei ecologice a oferit o bază cantitativă pentru explicarea interacțiunilor dintre compoziția chimică a resurselor și funcționarea ecosistemelor, iar includerea toxicologiei a completat domeniul prin evaluarea mecanismelor moleculare ale efectelor substanțelor asupra organismelor vii.

Direcții actuale de cercetare și rolul lor în contextul global

În prezent, chimia ecologică depășește faza descriptivă și se afirmă drept disciplină strategică în abordarea problemelor globale.

a) *Chimia schimbărilor globale*

Cercetările actuale vizează procese cheie care influențează clima: dinamica gazelor cu efect de seră, acidifierea oceanelor, eliberarea metanului din permafrost sau feedbackurile biogeochimice planetare. Acestea susțin dezvoltarea și calibrarea modelelor climatice.

b) *Poluanți emergenți*

Nanomaterialele, microplasticele, substanțele farmaceutice, compușii PFAS – toate necesită tehnici analitice avansate și evaluări toxicologice complexe. Impactul lor, adesea subtil, influențează procesele ecologice sensibile și ridică provocări științifice noi.

c) *Chimie verde și sustenabilă*

Domeniul se orientează tot mai mult spre designul materialelor și proceselor care elimină riscurile din faza de concepție: catalizatori eficienți, solvenți siguri, materii prime regenerabile, materiale biodegradabile. Aceste direcții sunt esențiale pentru economia circulară.

d) *Modelare și prognoză*

Metodele computaționale moderne permit simularea transportului, transformării și acumulării poluanților, facilitând evaluarea riscurilor și dezvoltarea strategiilor proactive de prevenire a poluării.

CONCLUZII

Evoluția chimiei ecologice reflectă transformarea modului în care societatea înțelege relația dintre activitatea umană și sistemele naturale. Disciplina a devenit un element fundamental al științei moderne de la poluare până la proiectarea unor soluții sustenabile. Contribuțiile chimiei ecologice – de la analiza ciclurilor biogeochimice și integrarea toxicologiei până la dezvoltarea chimiei verzi – îi conferă un rol strategic în gestionarea resurselor, protecția mediului și atenuarea schimbărilor climatice.

Într-o lume în care dezvoltarea durabilă reprezintă o prioritate globală, chimia ecologică nu mai poate fi privită exclusiv ca o știință a poluării, ci ca o disciplină cheie pentru proiectarea viitorului. Ea oferă instrumentele necesare pentru a transforma relația dintre om și natură într-un raport de echilibru, în care progresul tehnologic și protecția mediului devin complementare și nu în opoziție.

BIBLIOGRAFIE

1. DUCA, Gh. Ecological and Environmental Chemistry. In: *Chemistry Journal of Moldova. General, Industrial and Ecological Chemistry*, 12(1), 2017, pp. 9-19. Disponibil: <http://dx.doi.org/10.19261/cjm.2017.427>.
2. DUCA, Gh. O nouă viziune asupra proceselor redox în sistemele acvatice. In: *Akados*, 2021, pp. 69-74. Disponibil: <https://doi.org/10.52673/18570461.21.4-63.08>.
3. DUCA, Gh., GORBACEV, M. Teoriile de transfer de electroni și protoni și necesitatea dezvoltării lor. În: *Procese redox cu transfer de electroni și protoni*. Chișinău: CEP USM, 2023, pp. 30-61. Disponibil: https://doi.org/10.59295/PRTEP2023_03.
4. MANAHAN, S.E. *Fundamentals of Environmental and Toxicological Chemistry: Sustainable Science*, 4th Edition. Boca Raton, FL: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2013, 648 p. ISBN 978-1-4665-5316-3.
5. SCHLESINGER, W.H., BERNHARDT, E.S. *Biogeochemistry: An Analysis of Global Change*, 4th Edition. Amsterdam: Academic Press, Elsevier, 2020, 672 p. ISBN 978-0-12-814608-8.
6. SCURLATOV, Iu., DUCA, Gh.G., MIZITI, A. *Введение в экологическую химию (Introducere în Chimia Ecologică), manual*. Moscova: Vyshaia Shkola, 1994, 400 p. ISBN 5-06-002593-4.

Recomandat
Angela LIS, dr., lect. univ.

ROLUL PESTICIDELOR ÎN AGRICULTURĂ ȘI EFECTELE ACESTORA ASUPRA MEDIULUI

Alina TIRON, alinatiron1999@gmail.com

*Universitatea de Stat din Moldova, Facultatea de Chimie și Tehnologie Chimică
Departamentul Chimie Industrială și Ecologică „Acad. Gheorghe Duca”*

Pesticidele reprezintă substanțe chimice sau biologice utilizate pentru a controla, preveni sau distruge dăunătorii care pot afecta sănătatea plantelor. Aceste substanțe sunt esențiale în agricultură pentru a asigura o producție sănătoasă și sustenabilă. Din această categorie fac parte *insecticidele, fungicidele, erbicidele, rodenticidele, moluscidele, nematocidele și regulatorii de creștere ai plantelor*, fiecare având un rol specific în controlul anumitor organisme nocive pentru plante.

O importanță deosebită a utilizării acestor agenți o reprezintă prevenirea sau oprirea transmiterii anumitor boli la om, dar pe de altă parte, folosirea excesivă a pesticidelor duce la rezistența dăunătorilor. Aceste substanțe chimice prezintă o solubilitate mare în apă și sunt stabile la temperatură, iar acest lucru poate duce la consecințe grave în cazul unei utilizări nereglementate asupra mediului înconjurător (aplicarea unor cantități mai mari decât cele necesare sau a pulverizării necorespunzătoare, ce poate duce la afectarea locuitorilor, respectiv a florei, faunei, apei, viețuitoarele acvatice, etc.

Pesticidele pot pătrunde în ecosistemele naturale prin două căi:

1. substanțele chimice ce prezintă caracter lipofil ajung în corpurile animalelor (țesutul adipos) prin ingerare, iar cu cât lanțul trofic este mai mare cu atât concentrația de pesticide crește;
2. substanțele solubile în apă pătrund în apele subterane și de suprafață determinând creșterea ariei contaminate și pot provoca daune grave speciilor benefice.

Pătrunderea substanțelor chimice în apă poate fi rezultatul aplicării acestora în mediile acvatice sau în apropierea acestora, respectiv pe suprafața solului, iar datorită mecanismelor de scurgere și eroziune a solului, pesticidele se pot infiltra în rețeaua subterană. O serie de factori sunt responsabili de retenția acestor substanțe chimice în apă, ca de exemplu proprietățile fizico-chimice (solubilitatea în apă, volatilitatea, stabilitatea la degradarea agenților biologici, stabilitatea la pH neutru sau bazic, temperatura etc.).

Pe de altă parte, cantitatea de pesticide din apă reprezintă un risc pentru sănătatea umană. Apa potabilă se obține din diferite surse de apă și regiuni geografice, iar calitatea apei și conținutul de reziduuri poate fi diferit de la o zonă la alta. O serie de pesticide au fost găsite în numeroase surse de apă potabilă, la concentrații mai mari decât cele admise, iar acest lucru reprezintă o problemă pentru sănătatea animală și umană.

Utilizarea pesticidelor pe termen lung și fără o acțiune doar asupra speciilor țintă a determinat apariția unor efecte asupra sănătății umane. Sugarii și copiii sunt cei mai vulnerabili la contaminarea cu reziduuri de pesticide, iar aplicarea acestora din ce în ce mai mult și fără a se respecta reglementările impuse crește probabilitatea expunerii la substanțe chimice toxice.

Conform Organizației Mondiale a Sănătății sunt raportate în fiecare an aproximativ 3 milioane de cazuri de intoxicații cu pesticide și în jur de 220 000 de decese, în țările aflate în curs de dezvoltare. Pesticidele pot pătrunde în organismul uman prin ingestie, inhalare sau prin piele, iar după trecerea mai multor bariere și mecanismelor de excreție a toxinelor ajung în țesuturi. În funcție de concentrația acestor substanțe toxice pentru organism pot apărea numeroase simptome, după cum urmează:

- în cazul efectelor imediate poate apărea: cefalee, iritarea nasului și a gâtului, erupții cutanate și mâncărimi, amețeli, diaree, dureri abdominale, vomă, vedere în ceață, orbire etc.;
- în urma expunerii prelungite pot apărea boli cronice sau chiar moartea pacientului.

Toxicitatea acută (orală, dermală sau prin inhalare) reprezintă cel mai întâlnit pericol identificat, în timp ce toxicitatea țintită a unui organ specific ce a fost expus de nenumărate ori afectează ficatul, iar în cazul expunerii repetate produce iritație respiratorie [1].

Pericolele asociate cu utilizarea pesticidelor sintetice au impus necesitatea utilizării alternative a pesticidelor organice (biopesticide), care sunt mai ecologice și sustenabile. Biopesticidele pot fi obținute din microbi (de exemplu, metaboliți), plante (de exemplu, din exudatele lor, ulei esențial și extracte din scoarță, rădăcină și frunze) și nanoparticule de origine biologică (de exemplu, nanoparticule de argint și aur). Spre deosebire de pesticidele sintetice, pesticidele microbiene au o acțiune specifică, pot fi obținute cu ușurință fără a fi nevoie de substanțe chimice scumpe și sunt sustenabile din punct de vedere ecologic, fără efecte reziduale. Fitopesticidele au o multitudine de compuși fitochimici care le fac să prezinte diverse mecanisme de acțiune; de asemenea, nu sunt asociate cu eliberarea de gaze cu efect de seră și prezintă riscuri mai mici pentru sănătatea umană în comparație cu pesticidele sintetice disponibile. Nanobiopesticidele au o activitate pesticidă mai mare, eliberare țintită sau controlată, cu biocompatibilitate și biodegradabilitate de top.

Studiile au indicat faptul că biopesticidele sunt ecologice, posedă proprietăți de toxicitate scăzută, sunt biodegradabile și au o acțiune specifică, cu un impact negativ mic sau deloc asupra organismelor nevizate. Spre deosebire de biopesticide, pesticidele convenționale reprezintă o sursă majoră de poluare a mediului, ceea ce promovează rezistența la dăunători, cu o contaminare post-recoltare ridicată și bioacumulare în culturile alimentare.

Biopesticidele au fost, de asemenea, clasificate în trei grupe pe baza sursei de extracție și a moleculei/compusului constitutiv. Cele trei grupe includ: 1. Biopesticide microbiene; 2. Pesticide biochimice; și 3. Biopesticide pe bază de OMG. Caracteristicile sursei și moleculele constitutive ale biopesticidelor influențează mecanismele prin care biopesticidele protejează culturile de atacul agenților patogeni. De exemplu, fungicidele și bactericidele derivate din microorganisme acționează prin inhibarea sau perturbarea procesului de translație a proteinelor sau provoacă o perturbare majoră a permeabilității membranei plasmatică, ducând astfel la moartea celulară, în timp ce unele pot preveni formarea glucozei în agenții patogeni țintă [2].

Multe culturi sunt pierdute anual din cauza dăunătorilor, dar apariția pesticidelor sintetice a contribuit la reducerea pierderilor. Cu toate acestea, efectele adverse ale pesticidelor sintetice limitează utilizarea lor; astfel, se promovează utilizarea pesticidelor biologice. Întrucât biopesticidele s-au dovedit a fi o alternativă bună la pesticidele chimice, va fi foarte important să le explorăm pentru o utilizare maximă în agricultură.

Faptul că biopesticidele nu au efecte reziduale asupra mediului ar putea servi drept un avantaj și un dezavantaj. Un avantaj deoarece nu va rămâne suficient de mult timp pentru a fi periculos pentru plante, oameni și animale (ceea ce este unul dintre principalele dezavantaje ale pesticidelor sintetice) și este un dezavantaj deoarece va proteja culturile doar atâta timp cât are contact cu dăunătorii, iar dăunătorii care infestază după aplicarea lor nu vor fi afectați și ar putea necesita o altă aplicare, ceea ce va duce la implicații mai mari în costurile și forța de muncă pentru fermieri.

BIBLIOGRAFIE

1. Raport de cercetare științifică. Coordonator E. Andronescu. [Accesat: 25.10.2025]. Disponibil: <https://www.aosr.ro/wp-content/uploads/2020/01/Raport-I-AOSR-Ilie-Cornelia-Ioana.pdf>
2. AYLARA, M.S., ADELEKE, B.S., AKINOLA, S.A., FAYOSE, C.A., ADEYEMI, U.T., GBADEGESIN, L.A., OMOLE, R.K., REMILEKUN, M.J., UTHMAN, Q.O., BABALOLA, O.O. Biopesticides as a promising alternative to synthetic pesticides: A case for microbial pesticides, phytopesticides, and nanobiopesticides. In: *Frontiers in Microbiology*, 14:1040901. DOI: [10.3389/fmicb.2023.1040901](https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1040901).

Recomandat
Vladislav BLONSCHI, dr. lector univ.

RÂUL BÂC – UN EXEMPLU DE POLUARE URBANĂ

Aliona MACOVSCAIA, alenamacovscaia2004@gmail.com

*Universitatea de Stat din Moldova, Facultatea de Chimie și Tehnologie Chimică
Departamentul Chimie*

Râul Bâc este un curs de apă de o importanță majoră pentru regiunea centrală a Republicii Moldova, străbătând teritoriul municipiului Chișinău de la nord-vest spre sud-est. Cu o lungime de aproximativ 155 de kilometri și un bazin hidrografic extins, râul are un rol ecologic, social și economic semnificativ. De-a lungul decadelor, însă, râul Bâc a devenit un exemplu negativ al modului în care dezvoltarea urbană necontrolată și lipsa măsurilor eficiente de protecție a mediului pot duce la degradarea accentuată a unui ecosistem acvatic.

În perioada sovietică, râul a fost supus unor transformări masive din cauza industrializării accelerate și a extinderii infrastructurii urbane. Lipsa planificării ecologice a condus la modificarea cursului natural al apei, la distrugerea zonelor umede și la reducerea considerabilă a capacității naturale de autoepurare a râului. În prezent, râul Bâc este afectat de o poluare complexă, de natură chimică, biologică și fizică. Aceasta provine din mai multe surse: apele uzate menajere, deversările industriale, scurgerile de pe drumuri, depozitarea necontrolată a deșeurilor și eroziunea malurilor.

Unul dintre factorii principali ai degradării râului este lipsa unui sistem eficient de epurare a apelor reziduale. Multe dintre localitățile din bazinul hidrografic nu dispun de stații de tratare moderne, iar o parte semnificativă a apelor uzate ajunge direct în râu, fără a fi filtrată. Aceasta duce la acumularea substanțelor organice și a compușilor chimici care favorizează procesul de eutrofizare. În același timp, prezența produselor petroliere, a metalelor grele și a substanțelor detergente perturbă grav echilibrul biologic al ecosistemului. Vegetația acvatică se dezvoltă excesiv în unele zone, blocând circulația apei, în timp ce în alte sectoare flora și fauna sunt aproape absente.

Poluarea râului Bâc are consecințe multiple asupra mediului și sănătății publice. Ecosistemele acvatice, care anterior adăposteau diverse specii de pești, moluște și insecte acvatice, sunt în prezent profund afectate. În unele sectoare ale râului, apa conține o concentrație scăzută de oxigen dizolvat, ceea ce face imposibilă supraviețuirea organismelor vii. În plus, contactul cu apa poluată poate provoca afecțiuni dermatologice și digestive la oameni, iar infiltrațiile în pânza freatică pot compromite calitatea surselor de apă potabilă. Mirosul neplăcut, culoarea închisă și aspectul murdar al râului creează un disconfort permanent pentru locuitorii din proximitate și afectează imaginea ecologică a municipiului Chișinău.

Cauzele poluării râului pot fi analizate atât din perspectivă economică, cât și socială. Industrializarea intensă, lipsa controalelor ecologice eficiente, infrastructura depășită și indiferența populației față de problemele de mediu au generat o criză ecologică de proporții locale. În zonele periferice ale orașului, malurile râului sunt transformate în gropi de gunoi improvizate, unde se acumulează plastic, resturi de construcții și materiale toxice. De asemenea, lipsa spațiilor verzi și defrișările excesive în zona luncii au favorizat eroziunea solului și colmatarea albiei.

Dincolo de aspectele ecologice, râul Bâc are și o dimensiune urbanistică și socială. Degradarea peisajului natural afectează calitatea vieții locuitorilor, iar pierderea valorii estetice a râului contribuie la scăderea atractivității turistice a municipiului. În multe orașe europene, cursurile de apă au fost transformate în axe ecologice și culturale ale comunității; în cazul Chișinăului, însă, râul Bâc a devenit o sursă de disconfort și un simbol al neglijenței față de mediul urban.

În ultimii ani, s-au înregistrat unele progrese. Autoritățile publice, organizațiile ecologice și grupurile de voluntari au demarat acțiuni de curățare periodică a albiei, plantare de arbori și informare ecologică. De asemenea, proiectele de reabilitare a stațiilor de epurare a apelor reziduale și introducerea sistemelor de monitorizare automată a calității apei sunt măsuri esențiale pentru redresarea situației. Totuși, aceste inițiative sunt fragmentare și insuficiente fără o strategie coerentă la nivel municipal și național. Pentru a obține

rezultate durabile, este nevoie de o cooperare reală între autorități, mediul privat și cetățeni, precum și de investiții constante în infrastructura ecologică.

Educația ecologică joacă un rol crucial în protecția râului Bâc. Conștientizarea populației, în special a tinerilor, privind importanța păstrării curățeniei râurilor și a gestionării responsabile a deșeurilor este un pas fundamental către schimbarea comportamentului colectiv. Campaniile de informare, activitățile de voluntariat și programele școlare pot contribui la formarea unei culturi a responsabilității ecologice.

CONCLUZII

În concluzie, râul Bâc reprezintă un exemplu grăitor al dezechilibrului dintre dezvoltarea economică și protecția mediului. Starea actuală a râului este rezultatul unor decenii de neglijență și lipsă de coordonare între factorii implicați. Cu toate acestea, situația poate fi redresată prin aplicarea principiilor dezvoltării durabile, prin modernizarea infrastructurii urbane și prin promovarea unei atitudini civice responsabile. Restaurarea ecologică a râului Bâc nu este doar o necesitate de mediu, ci și o obligație morală față de generațiile viitoare. Numai printr-un efort comun și continuu se poate reda râului Bâc rolul său natural, ecologic și estetic, transformându-l dintr-un exemplu de poluare urbană într-un simbol al renașterii ecologice a capitalei Republicii Moldova.

BIBLIOGRAFIE

1. Agenția de mediu. Laboratorul de referință de mediu. *Raport de incercare - 2023*. <https://am.gov.md/sites/default/files/document/attachments/raport%20rezultate%20r.%20B%C3%AE%20c.pdf>.
2. SÎLI, N., APOSTU, I.M., FAUR, F. *Identification Of Pollution Sources Of The Bâc River*. In: *Research Journal of Agricultural Science*, 53(4), 2021.
3. EROȘENKOVA, V. *Riscurile ecologice și impactul antropic asupra ecosistemului Nistrului Inferior. Evaluarea și măsuri de gestionare*. Teză de doctor în științe ale mediului, Chișinău, 2025. https://www.anacec.md/files/Erosencova-teza_ru.pdf.
4. MINISTERUL MEDIULUI, AGENȚIA DE MEDIU, LABORATORUL DE REFERINȚĂ DE MEDIU. *RAPORT ANUAL privind calitatea apei de suprafață în districtul hidrografic Nistru pentru anul 2022*. <https://am.gov.md/sites/default/files/document/attachments/RAPORT%20ANUALprivind%20calitatea%20apei%20de%20suprafa%C8%9B%C4%83%20%C3%AE%20districtul%20hidrografic%20Nistru%20pentru%20anul%202022.pdf>.

Recomandat

Iolanta BĂLAN, dr., cercet. șt. coord., lect. univ.

PLOILE ACIDE – MECANISME CHIMICE ȘI EFECTE ASUPRA SOLURILOR

Ana BULICANU, anabulicanu.u@gmail.com

*Universitatea de Stat din Moldova, Facultatea de Chimie și Tehnologie Chimică
Departamentul Chimie Industrială și Ecologică Academician „Acad. Gheorghe Duca”*

Ploile acide reprezintă una dintre cele mai severe consecințe ale poluării atmosferice, fiind un fenomen rezultat din reacțiile chimice complexe care au loc între oxizii de sulf (SO_2) și oxizii de azot (NO_x) emiși în atmosferă și vaporii de apă. Aceste reacții duc la formarea acizilor sulfuric (H_2SO_4) și azotic (HNO_3), care se întorc pe suprafața Pământului sub formă de precipitații acide – ploaie, zăpadă, ceață sau grindină. Aciditatea crescută a acestor precipitații afectează echilibrul chimic al solului, vegetația, resursele de apă, construcțiile și ecosistemele naturale [1].

Atmosfera, privită din punct de vedere chimic, acționează ca un reactor redox de tip deschis, unde substanțele gazoase, lichide și solide – provenite atât din surse naturale, cât și antropice – interacționează constant. Când aceste substanțe depășesc limitele de autopurificare ale mediului, ele devin poluanți. Poluarea aerului conduce la formarea unor fenomene precum ploile acide, ce sunt definite prin scăderea valorii pH-ului precipitațiilor sub 5,6. În mod natural, apa de ploaie este ușor acidă datorită dizolvării dioxidului de carbon din atmosferă, dar activitățile industriale și arderea combustibililor fosili intensifică acest proces de acidifiere. Depunerile acide pot fi de două tipuri: **umede** și **uscate**. Depunerea umedă include toate formele de precipitații – ploaie, zăpadă, grindină, ceață – care transportă acizii formați în atmosferă până la suprafața terestră. Depunerea uscată are loc atunci când particulele și gazele acide (SO_2 , NO_2) se depun pe suprafețele clădirilor, ale frunzelor sau ale solului, chiar și în absența precipitațiilor. Aceste particule depuse pot fi ulterior spălate de ploi, formând soluții cu un grad și mai ridicat de aciditate. În ansamblu, aproximativ jumătate din aciditatea totală a mediului este cauzată de depunerile uscate, care acționează lent, dar constant, asupra ecosistemelor [2].

Sursele de emisii care determină formarea ploilor acide pot fi **naturale** sau **antropice**. Sursele naturale includ activitatea vulcanică, incendiile forestiere, descompunerea materiei organice, procesele microbiologice din sol și descărcările electrice atmosferice. Totuși, aceste surse contribuie într-o măsură minoră (aproximativ 10%) la totalul emisiilor. Sursele antropice, în schimb, sunt dominante. Arderea cărbunelui și a șteiului în centralele termoelectrice și în industrii eliberează cantități semnificative de dioxid de sulf, iar procesele de combustie din motoarele autovehiculelor sunt responsabile pentru formarea oxizilor de azot. Aceste gaze pot fi transportate de curenții de aer pe distanțe de sute sau chiar mii de kilometri, înainte de a se transforma în acizi și a se depune sub formă de ploaie acidă, astfel are loc poluarea transfrontalieră [1].

Formarea ploilor acide implică reacții chimice complexe, desfășurate în două faze principale – gazoasă și apoasă. În faza gazoasă, dioxidul de sulf este oxidat la trioxid de sulf (SO_3), care, în contact cu apa, formează acid sulfuric. Reacția este catalizată de ozon (O_3) și de radicalii hidroxil ($\bullet\text{OH}$), foarte reactivi. În faza apoasă, reacțiile au loc în interiorul norilor, unde dioxidul de sulf dizolvat reacționează cu oxigenul sau peroxidul de hidrogen formând acidul sulfuric. Reacțiile date decurg în prezența catalizatorilor metalici precum fierul (Fe) și manganul (Mn). În mod similar, oxizii de azot reacționează cu apa generând acid azotic (HNO_3) și acid azotos (HNO_2), care influențează scăderea suplimentară a pH-ului precipitațiilor [1,2].

Efectele ploilor și depunerilor acide asupra mediului sunt multiple și profunde. Solul este printre cele mai afectate componente ale biosferei. Acidifierea solului duce la spălarea ionilor esențiali precum calciu (Ca^{2+}), magneziu (Mg^{2+}) și potasiu (K^+) – care sunt înlocuiți cu ioni de hidrogen (H^+), reducând fertilitatea naturală a solului. În același timp, metalele grele precum aluminiul, plumbul și mercurul la un pH acid trec în formă solubilă, devenind disponibile pentru plante. Aceste elemente sunt toxice și perturbă procesele metabolice, inhibând fotosinteza și dezvoltarea plantelor. De asemenea sunt afectate de aciditate microorganismele benefice din sol, enzimele lor fiind denaturate, ceea ce duce la încetinirea descompunerii

materiei organice și la blocarea ciclului natural al nutrienților. Pe termen lung, aceste efecte conduc la degradarea ecosistemelor forestiere și agricole. În pădurile situate în regiuni montane, ploile acide afectează arborii prin distrugerea cuticulei protectoare a frunzelor și acelor, blocând schimburile de gaze și diminuând rezistența la frig și boli. Solurile acide devin infertile, iar speciile de plante sensibile sunt înlocuite de unele mai rezistente, dar cu valoare ecologică redusă. De asemenea, scurgerea acizilor în lacuri și râuri provoacă scăderea pH-ului apei, reducerea nivelului de oxigen dizolvat și moartea organismelor acvatice sensibile. Peștii, amfibienii și nevertebratele sunt cele mai afectate [1,2].

Efectele ploilor acide nu se limitează la mediile naturale, ci se extind și asupra construcțiilor și obiectelor create de om. Dioxidul de sulf și oxizii de azot favorizează procesele de coroziune și degradare, afectând în mod semnificativ durabilitatea infrastructurii. Materialele calcaroase, precum marmura și gresia, reacționează cu acidul sulfuric, formând sulfat de calciu (gips), un compus solubil care se îndepărtează ușor sub acțiunea precipitațiilor. Acest proces conduce la erodarea treptată a detaliilor arhitecturale și la deteriorarea monumentelor istorice, clădirilor de patrimoniu și sculpturilor. Metalele – în special fierul – sunt supuse unor procese accelerate de coroziune electrochimică, iar materialele organice (vopsele, textile, piele, hârtie) își pierd stabilitatea structurală mult mai rapid în medii acide. Consecințele cumulate generează pierderi economice semnificative și contribuie la degradarea patrimoniului cultural [3].

Reducerea efectelor ploilor acide presupune implementarea unor strategii eficiente de control al emisiilor. Printre acestea se numără diminuarea dependenței de combustibili fosili, tranziția la surse de energie regenerabilă (solară, eoliană, hidroelectrică), aplicarea tehnologiilor de desulfurare a gazelor arse în centralele termice și modernizarea sistemelor de transport. La nivel internațional, stabilesc obiective ferme pentru limitarea emisiilor nocive, prin acorduri precum *Protocolul privind reducerea emisiilor de sulf* și *Convenția privind poluarea transfrontalieră a aerului pe distanțe lungi* se stabilesc obiective ferme. La nivel local, ameliorarea solurilor afectate de acidifiere se realizează frecvent prin aplicarea de calcar (CaCO_3) sau dolomită (MgCO_3), care neutralizează ionii de hidrogen și stabilizează pH-ul. Totuși, aceste măsuri au un caracter temporar și nu reduce poluarea la sursă.

CONCLUZII

1. Ploile acide și depunerile acide reprezintă o expresie clară a interdependenței dintre activitățile umane și echilibrul atmosferic natural. Ele afectează solurile, vegetația, resursele acvatice și obiectele și construcțiile create de om, generând efecte adverse ecologice, economice și culturale.
2. Combaterea acestui fenomen necesită cooperare internațională, aplicarea principiilor dezvoltării durabile și implicarea activă a societății în protecția mediului. Doar prin gestionarea rațională a resurselor și reducerea emisiilor poluante se poate restabili echilibrul ecosistemelor și asigura un mediu sănătos pentru generațiile viitoare.

BIBLIOGRAFIE

1. SINGH, A., AGRAWAL, M. Acid rain and its ecological consequences. In: *Journal of Environmental Biology*, 2008, 29(1), pp. 15–24 [online]. [Accesat 28.10.2025]. Disponibil: https://jeb.co.in/journal_issues/200801_jan08/paper_02.pdf.
2. WONDYFRAW, M. Mechanisms and Effects of Acid Rain on Environment. In: *Journal of Earth Science & Climatic Change*, 2014, 5(6) [online]. [Accesat 28.10.2025]. ISSN 2157-7617. Disponibil: <http://dx.doi.org/10.4172/2157-7617.1000204>.
3. MEHTA, P. Science behind Acid Rain: Analysis of Its Impacts and Advantages on Life and Heritage Structures. In: *South Asian Journal of Tourism & Heritage*, 2010, 3(1), pp. 123–13 [online]. Disponibil: https://www.researchgate.net/publication/265824342_Science_behind_Acid_Rain_Analysis_of_Its_Impacts_and_Advantages_on_Life_and_Heritage_Structures#fullTextFileContent.

Recomandat
Angela LIS, dr., lect. univ.

PREPARATE PE BAZĂ DE PLANTE MEDICINALE ÎN LOCUL MEDICAMENTELOR SINTETICE

Ana IVANOV, grupa CM-031, ivanovana0611@gmail.com

Colegiul de Ecologie din Chișinău

Conducător științific: Natalia PĂDUREȚ, *profesor de discipline de specialitate, grad didactic II*

Scopul prezentării: evidențierea avantajelor, limitelor și perspectivelor utilizării fitopreparatelor în locul celor sintetice.

Rolul plantelor medicinale

- Conțin compuși bioactivi: alcaloizi, flavonoide, taninuri, saponine, uleiuri volatile.
- Acționează sinergic asupra organismului.

Exemple de plante valoroase:

1. Menta – digestiv și calmant;
2. Mușetelul – antiinflamator și antiseptic;
3. Sunătoarea – antidepresiv natural;
4. Păducelul – reglează tensiunea;

Forme farmaceutice de fitopreparate

- Infuzii și decocturi – pentru utilizare internă.
- Tincturi – extracte hidroalcoolice concentrate.
- Unguente și creme – pentru piele și mușchi.
- Siropuri, capsule, extracte uscate – administrare comodă.
- Uleiuri esențiale – pentru aromaterapie și cosmetică.

Avantajele fitopreparatelor

- Mai bine tolerate de organism
- Au efecte multiple și blânde
- Pot fi utilizate în prevenție
- Susțin sistemul imunitar
- Sunt produse ecologice și sustenabile

Tabelul 1. Fitopreparatele în comparație cu medicamente sintetice

Caracteristică	Fitopreparate	Medicamente sintetice
Origine	Naturală	Sintetică
Compoziție	Mai multe substanțe active	1-2 substanțe active
Efecte adverse	Reduse	Frecvente
Acțiune	Lentă, durabilă	Rapidă, uneori agresivă
Cost	Redus	Ridicat
Impact ecologic	Minim	Ridicat

Cercetare și inovație în fitoterapie:

- În prezent se dezvoltă noi metode de extracție (ultrasunete, CO₂ supercritic), care permit obținerea unor extracte mai pure și mai concentrate.
- Laboratoarele moderne testează interacțiunile dintre plante și medicamente, pentru a asigura utilizarea lor în siguranță.
- Se introduc formule combinate, unde mai multe plante sunt asociate pentru un efect terapeutic amplificat.
- Inovațiile includ și nanotehnologia, prin care substanțele din plante sunt transformate în particule fine pentru absorbție mai rapidă.

Ce am găsit în trusa medicală unei familie ordinare (O revizie experimentală):

Medicamente sintetice:

- Paracetamol
- Ibuprofen
- Aspirină

Ce medicamente naturale :

- Tinctură de păducel
- Ginseng
- Sirop de cătină
- Vitamina C naturală

Trusa medicală este pentru o familie de șase persoane. Tatăl are diabet și folosește medicamente sintetice și remedii naturale precum ceai de dud, scorțișoară și ginseng. Bunica are tensiune și utilizează doar tratamente naturale,

- Cetirizină
- Difenhidramină
- Betadină
- Fucidin
- Dextrometorfan
- Uleiuri esențiale
- Ceai de mușetel

cum ar fi păducel, usturoi și ceaiuri. Mama folosește medicamente pentru durere și febră, completate de miere, propolis și ceaiuri. Copiii iau remedii naturale pentru imunitate, precum sirop de cătină, ceai de tei și vitamina C. Trusa conține atât medicamente sintetice, cât și produse naturale.

Tabelul 2. Medicamente sintetice VRS Alternative naturale

	Medicamente sintetice	Alternative naturale
<i>Analgezi ce/ Antipiret ice</i>	• Paracetamol • Ibuprofen • Aspirină	• Ceai de salcie albă (conține salicină – similară cu aspirina) • Ceai de tei (scade febra, relaxează)
<i>Medica mente pentru răceală și gripă</i>	• Coldrex, Fervex • Siropuri pentru tuse (de ex. Ambroxol, ACC)	• Ceai de mentă + miere (desfundă căile respiratorii) • Infuzie de cimbișor (antiseptic, expectorant) • Inhalatii cu mușetel (calmează inflamația)
<i>Unguen te / soluții pentru răni</i>	• Baneocin • Betadină • Crema cu antibiotic	• Ulei de sunătoare (cicatrizant) • Tinctură de galbenele (antiseptic, antimicrobian, antiinflamator și cicatrizant)

Utilizarea remediilor naturale în familia mea:

În familia mea am încercat tot mai des să înlocuim medicamentele sintetice din trusa medicală cu remedii din plante. La început am fost sceptici, dar treptat am observat că multe probleme mici se pot rezolva mai blând și fără efecte secundare.

Am remarcat că aceste tratamente naturale acționează mai lent, dar au efecte stabile și nu ne mai simțim „încărcați” de pastile.

Desigur, medicamentele sintetice rămân importante în cazurile mai grave, dar experiența noastră ne-a învățat că, de multe ori, natura oferă soluții eficiente, simple și accesibile. Acum, trusa medicală a familiei noastre conține mai multe plante, tincturi și ceaiuri decât pastile.

CONCLUZII

Revenirea la natură prin utilizarea fitopreparatelor oferă o alternativă sigură și eficientă la medicamentele sintetice. fitopreparatele pot preveni sau ameliora diverse afecțiuni, de la boli cronice și tensiune arterială, până la răceli și dureri ușoare. Comparativ cu medicamentele sintetice, ele au efecte secundare reduse, susțin imunitatea și pot fi integrate ușor în viața de zi cu zi. Cercetarea și inovațiile din fitoterapie permit dezvoltarea de remedii naturale tot mai eficiente, iar exemplul trusei medicale a familiei arată cum pot fi combinate medicamentele sintetice cu tratamentele naturale, pentru protecția întregii familii. Astfel, fitopreparatele reprezintă o opțiune valoroasă și complementară în îngrijirea sănătății.

BIBLIOGRAFIE

1. GONCIAR, V., OBRIJANU, D., NISTREANU, A. Elemente de fitofarmacologie sub redacția profesorului universitar Constantin MATCOVSCHI. CHIȘINĂU: 2012.
2. TELEUȚA, A., COLȚUN, M., MIHAILESCU, C., CIOCÂRLAN, N. Plante medicinale. Litera Internațional, 2008.
3. Ceai de cimbrisor: proprietăți, beneficii, contraindic. Disponibil: <https://www.drmax.ro/articole/ceai-de-cimbrisor-proprietati-beneficii-contraindicatii?id=ebe7a4d7b19f94ca319a9098fcbd1946>.

ECHILIBRUL ECOLOGIC ȘI BUNĂSTAREA POPULAȚIEI

Anastasia CERNEGA, anastasia.cernega@utm.tpa.md

*Departamentul Tehnologia Produselor Alimentare, Facultatea Tehnologia Alimentelor,
Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova
Conducător științific: Olga BOEȘTEAN, dr., conf. univ.*

Cuvinte cheie: mediul ambiant, sănătate, poluarea aerului, protecția mediului, obiective de dezvoltare durabilă.

În ultimii ani, a devenit tot mai evident faptul că modul în care arată mediul în care trăim influențează direct sănătatea noastră, uneori chiar mai mult decât ne putem imagina. Schimbările climatice, poluarea aerului, degradarea solului, consumul accelerat al resurselor naturale și pierderea biodiversității nu mai sunt fenomene abstracte, ci realități vizibile care afectează zilnic calitatea vieții.

Studiile științifice din ultimele decenii demonstrează clar că deteriorarea calității mediului are consecințe directe asupra morbidității și mortalității, manifestându-se prin creșterea incidenței bolilor respiratorii, cardiovasculare, oncologice, precum și a tulburărilor metabolice și psihice. Combaterea acestor efecte necesită o abordare complexă, în care cunoașterea științifică — inclusiv analize chimice detaliate ale poluanților — este esențială pentru fundamentarea politicilor publice actuale [1].

Legătura chimică dintre poluarea atmosferei și sănătatea publică este una dintre cele mai studiate teme la nivel internațional. În chimia mediului, calitatea aerului este evaluată prin concentrația unor poluanți precum dioxidul de sulf (SO_2), oxizii de azot (NO_x), amoniacul (NH_3), ozonul troposferic (O_3) și particulele în suspensie $\text{PM}_{2,5}$ și PM_{10} , considerate printre cele mai periculoase. Reacțiile chimice dintre acești poluanți duc la formarea unor compuși secundari toxici, precum acidul sulfuric, acidul azotic, aerosolii organici secundari sau funinginea, substanțe care pătrund adânc în organism și provoacă stres oxidativ la nivel celular.

În Republica Moldova, datele Agenției de Mediu arată că unele orașe, precum Chișinău și Bălți înregistrează în mod repetat depășiri ale concentrațiilor de PM_{10} și benzen, un compus cunoscut pentru efectele sale cancerigene.

Studiile realizate între anii 2021–2024 de Institutul de Chimie al Academiei de Științe a Moldovei confirmă faptul că principalele surse de poluanți atmosferici sunt vehiculele învechite, arderea deșeurilor, centralele termice pe combustibili fosili și unele activități industriale. În timpul acestor procese sunt emise hidrocarburi policiclice aromatice, monoxid de carbon și alte substanțe rezultate din arderi incomplete, care afectează sistemul respirator, plămânii și sistemul cardiovascular [2].

Conform Obiectivului de dezvoltare durabilă 3 („Sănătate și bunăstare”) și ODD 13 („Acțiune climatică”), reducerea acestor poluanți reprezintă o condiție fundamentală pentru sănătatea publică, cu atât mai mult cu cât, potrivit datelor Ministerului Sănătății, bolile respiratorii înregistrate în Moldova au crescut cu peste 20% în ultimii douăzeci de ani [3].

O altă problemă majoră, analizată intens de chimia mediului, o constituie calitatea apei. În numeroase localități din Republica Moldova, apa potabilă prezintă contaminări cu nitrați (NO_3^-), amoniu (NH_4^+), pesticide și metale grele precum plumb, cadmiu și arsenic. Chiar la concentrații mici, aceste substanțe prezintă un risc major pentru organism. Nitrații, de exemplu, pot provoca methemoglobinemie la copii, transformând hemoglobina în methemoglobină, o formă care nu poate să transporte oxigenul către țesuturi. Această reacție chimică este bine documentată atât în studiile OMS, cât și în cercetările efectuate de Universitatea de Stat din Moldova.

În conformitate cu ODD 6 („Apă curată și sanitație”), gestionarea durabilă a apei este esențială pentru prevenirea intoxicațiilor chimice, iar analizele efectuate de Agenția Națională pentru Sănătate Publică, susțin că circa 75% din fântânile din țară conțin nitrați în exces, uneori în cantități extrem de mari, care depășesc de 10 de 20 de ori normele sanitare. Consumul acestei ape prezintă un risc major pentru sănătate [4].

Solul reprezintă, la rândul său, un rezervor chimic al poluanților acumulați pe termen lung. În Republica Moldova persistă încă reziduuri ale pesticidelor organoclorurate, precum DDT, rămase din perioada sovietică. La acestea se adaugă contaminarea cu metale grele provenite din activități industriale și depozite necontrolate, precum și concentrații ridicate de produse petroliere. Substanțele respective, odată ajunse în sol, intră ușor în lanțul trofic, acumulându-se în plante, iar ulterior în organismul uman. Prin structura lor chimică extrem de stabilă, unele pesticide acționează ca perturbatori endocrini, afectând fertilitatea, dezvoltarea copiilor și crescând riscul anumitor forme de cancer.

Studiile realizate între 2018–2023 la Institutul de Pedologie din Chișinău relevă că aproximativ 12% dintre probele de sol analizate conțin concentrații de substanțe chimice peste limitele admise, fapt ce contravine ODD 15 („Viața terestră”), care promovează reducerea poluării solului și protecția ecosistemelor.

În ceea ce privește impactul asupra sănătății, numeroase probleme medicale întâlnite în Republica Moldova — precum bolile respiratorii, unele forme de cancer, alergiile, intoxicațiile acute și cronice — sunt direct corelate cu expunerea la substanțe chimice toxice din mediul ambiant. Efectele acestora variază de la stres oxidativ și inflamații cronice până la interacțiuni toxice cu ADN-ul, perturbări hormonale sau intoxicații sistemice.

Studiile realizate de *European Environment Agency* indică faptul că expunerea îndelungată la particule fine și substanțe chimice periculoase contribuie semnificativ la reducerea speranței de viață în regiunea Europei Centrale și de Est, inclusiv în Republica Moldova [5].

Starea mediului ambiant și sănătatea populației sunt două concepte profund interconectate, iar chimia joacă un rol fundamental în înțelegerea mecanismelor prin care poluanții afectează organismul uman.

Republica Moldova se confruntă cu provocări complexe în ceea ce privește poluarea aerului, a apei și a solului, iar expunerea constantă la substanțe chimice toxice influențează semnificativ calitatea vieții și starea de sănătate a populației [5].

Modernizarea laboratoarelor de analiză, dezvoltarea cercetărilor științifice și implementarea unor politici stricte de protecție a mediului devin condiții indispensabile pentru asigurarea unui mediu sănătos. Doar printr-o abordare bazată pe date științifice solide, prin analize chimice riguroase și prin strategii coerente de protecție a mediului, Republica Moldova, dar și întreaga lume poate construi un viitor în care sănătatea oamenilor să nu mai fie pusă în pericol de deteriorarea mediului înconjurător.

BIBLIOGRAFIA

1. TIMERCAN, A., TIMERCAN, T., LAZĂR, C. Schimbările climatice ca factori de risc cardiovascular. In: *One Health & Risk Management*, 2023, p. 36. <https://journal.ohrm.bba.md/index.php/journal-ohrm-bba-md/article/view/616>.
2. GLADCHI, V. Poluarea atmosferei și participarea poluanților în procesele ecochimice din aer. In: *Studia universitatis Moldaviae*, 2020. Nr.1(131), pp.16-23. SSN 1814-3237.
3. LOZAN, O., TIMOTIN, A., PÎSLA, M. *Adaptarea la schimbările climatice: manual Universitatea de Stat de Medicină și Farmacie „Nicolae Testemițanu” din Republica Moldova*. Chișinău: Imprint Star, 2025. 172 p. ISBN 978-5-86654-358-8.
4. OSTRO, B. *Outdoor air pollution: Assessing the environmental burden of disease at national and local levels*. Geneva: World Health Organization, 2004, 54 p. ISBN: 9241591463.
5. FRIPTULEAC, G., LUPU, M. Atmospheric air pollution and health status of the population of the Chisinau-city. In: *One Health & Risk Management*, 2021. 2(4S), p. 8. ISSN 2587-3458.

MICROPLASTECELE CA PROVOCARE GLOBALĂ PENTRU CHIMIA MEDIULUI

Anastasia LATÎȘOVA, 010118anastasia@gmail.com

*Universitatea de Stat din Moldova, Facultatea Chimie și Tehnologie Chimică
Departamentul Chimie*

În lumea modernă, problema poluării mediului cu microplastice este una dintre cele mai actuale în domeniul chimiei ecologice. Având o serie de avantaje, precum: rezistență, durabilitate la coroziune, greutate redusă, cost scăzut, multifuncționalitate, plasticul este cea mai răspândită și preferată materie primă pentru o gamă largă de produse, dar are și o serie de dezavantaje, principalul fiind poluarea cu microplastice.

Microplasticul reprezintă particule micro și nano de polimeri sintetici cu o dimensiune de cel mult 5 mm. După origine, se clasifică în primar și secundar. Microplasticul primar este produs inițial în dimensiuni mici, iar cel secundar se formează ca urmare a descompunerii chimice, fizice sau biologice a fragmentelor mai mari. Scara și viteza de acumulare a acestor particule în biosferă au dus la faptul că ele se găsesc astăzi practic în toate mediile naturale — în apele marine și dulci, în soluri, sedimente, emisii atmosferice și chiar în organismul uman.

Există numeroase surse globale de poluare. Principala este descompunerea produselor din plastic. Ajungând în mediul înconjurător, acestea sunt expuse la lumina solară, apă, factori mecanici, variații de temperatură și, în timp, formează microplastice secundare. Spălarea țeșturilor sintetice, precum poliesterul, nailonul, acrilul, duce la acumularea microfidelor în apele uzate, care ulterior ajung în bazinele acvatice. Uzura anvelopelor auto reprezintă, de asemenea, o sursă de poluare. În timpul mișcării vehiculelor se formează particule fine de cauciuc și polimeri, care sunt spălate de apa de ploaie și ajung în sistemele de drenaj și în apele de suprafață. În produsele cosmetice pot fi utilizate granule de plastic ca particule abrazive.

În prezent, microplasticele au fost identificate în toate oceanele, inclusiv în șanțurile oceanice adânci și în gheturile arctice. Ajungând în sol și în apele dulci, aceste substanțe se acumulează în organismele animalelor, peștilor și, în final, ale oamenilor. La apariția problemelor contribuie procesele de bioacumulare și biomagnificare. Bioacumularea este fenomenul de acumulare a substanțelor chimice nocive în organismele vii care trăiesc în acest mediu. Biomagnificarea reprezintă creșterea concentrației unei substanțe pe măsură ce se urcă pe lanțul trofic. Procesul de bioacumulare este observat deja la microorganisme precum zooplanctonul. Dacă un pește consumă aceste organisme, nivelul de microplastice din pește este mai ridicat decât în zooplancton, datorită biomagnificării. Pe măsură ce se înaintează pe lanțul trofic, concentrația substanțelor nocive continuă să crească, iar în final, omul, aflat în vârful lanțului trofic, este expus celor mai ridicate niveluri de poluare.

Râurile, lacurile și alte ape dulci joacă un rol esențial în răspândirea microplasticelor, transportându-le către ocean. Ajungând în apele dulci, micro-particulele reacționează chimic cu substanțele organice și anorganice dizolvate, cu microorganisme și cu diverși poluanți. În urma acestor interacțiuni, proprietățile chimice și fizice ale particulelor se pot modifica, crescându-le reactivitatea și chiar toxicitatea. Astfel, apele dulci nu doar acumulează microplastice, ci le amplifică efectele chimice și biologice, contribuind la transferul toxinelor prin lanțurile trofice și crescând potențial riscurile pentru sănătatea umană și animală.

Pentru evaluarea poluării cu microplastice se utilizează metode analitice specializate de detectare, deoarece particulele au dimensiuni mici și o compoziție chimică variată. Aceste analize se efectuează pentru identificarea și clasificarea particulelor, permițând oamenilor de știință să evalueze viteza de acumulare și potențialul lor pericol; pentru determinarea sursei de poluare, ceea ce permite reducerea acesteia la nivel de producție sau consum; pentru controlul eficienței tehnologiilor de epurare și pentru evaluarea gradului de contaminare.

În opinia mea, această problemă este cea mai actuală, deoarece cantitatea de plastic și, implicit, de microplastic crește în fiecare zi și necesită o soluționare imediată. Este necesar nu doar să eliminăm microplasticele deja existente, ci și să luăm măsuri pentru a minimiza utilizarea și producerea lor. Totuși,

pentru o soluționare eficientă a problemei, este important să înțelegem proprietățile chimice ale microplasticelor, comportamentul lor în diferite medii și mecanismele de toxicitate.

Unul dintre domeniile-cheie care necesită o dezvoltare activă este perfecționarea metodelor de detectare și analiză cantitativă a microplasticelor. Metodele moderne de analiză, precum spectroscopia FTIR, spectroscopia Raman, piroliza-GC/MS, permit identificarea microplasticului, însă prezintă o serie de dezavantaje, cum ar fi durata mare de analiză, complexitatea procesului, sensibilitatea limitată față de particulele din domeniul nanometric. Din aceste motive, este necesară elaborarea unor metode noi, mai sensibile la microparticule, care să îmbunătățească calitatea datelor și să reducă timpul de analiză.

Este, de asemenea, important să fie studiat comportamentul microparticulelor în mediul înconjurător sub acțiunea luminii, oxidanților, apei și altor factori biologici și fizici, care pot modifica proprietățile lor chimice și reactivitatea. Acest lucru este necesar pentru a prezice comportamentul microplasticului în anumite condiții naturale și pentru a dezvolta materiale mai sigure. O bună alternativă la polimeri pot fi „materialele plastice ecologice”, capabile să se descompună în mediul acvatic fără formarea compușilor toxici și fără poluarea naturii.

O mare importanță are implementarea măsurilor menite să reducă cantitatea de microplastice care ajung în mediul înconjurător, precum perfecționarea sistemelor de epurare a apelor uzate. Stațiile moderne de tratare nu pot reține particule atât de mici, de aceea se pot introduce filtre membranare mai fine sau se pot utiliza metode fizico-chimice combinate. O astfel de metodă va permite prevenirea pătrunderii nanoplasticului în apele naturale.

Pentru reducerea eficientă a poluării cu microplastice este necesară adoptarea de decizii la nivel de stat. Un pas important îl reprezintă controlul producției de produse din plastic de unică folosință. Se poate introduce treptat limitarea sau interzicerea completă a utilizării materialelor plastice care nu pot fi reciclate și/sau biodegradabile, stimulând întreprinderile să treacă la alternative.

Un aspect important îl constituie cooperarea internațională. Există deja Programul ONU pentru Mediu (UNEP), care vizează reglementarea globală a producției, consumului și reciclării produselor din plastic. Cu cât mai multe țări se vor alătura acestei politici, cu atât mai ușor va fi controlul emisiilor de microplastice în mediul înconjurător.

Pe lângă măsurile științifice, tehnologice și politice, un aspect important este informarea populației cu privire la această problemă și la modalitățile de soluționare. Aflând despre influența microplasticelor asupra organismului uman, asupra mediului și despre modalitățile de formare a acestora, oamenii pot deveni mai responsabili față de problemă. Lecțiile, filmele documentare, proiectele sociale pot atrage atenția publicului sau chiar implica populația în acțiuni de protecție ecologică.

Problema microplasticelor este una dintre cele mai actuale amenințări ecologice globale ale contemporaneității. Aceste particule, formate atât din surse primare, cât și prin descompunerea obiectelor plastice mari, se acumulează în oceane, râuri și lacuri, interacționează cu substanțe toxice și amenință atât ecosistemele, cât și sănătatea umană. Natura chimică a microplasticelor — rezistența lor, capacitatea de a adsorbi poluanți și de a migra prin diferite medii — le face deosebit de periculoase și dificil de eliminat.

Analiza surselor existente de poluare, a pericolelor chimice și a impactului asupra apelor dulci și marine a demonstrat că soluționarea problemei necesită o abordare complexă. Combinarea cercetărilor științifice, a tehnologiilor ingineresti, a politicilor eficiente și a programelor educaționale este o condiție necesară pentru reducerea volumului de microplastice și prevenirea formării acestora. O importanță deosebită o au perfecționarea metodelor de detecție și analiză a particulelor, implementarea sistemelor eficiente de filtrare, dezvoltarea materialelor biodegradabile și sprijinul sistematic la nivel de stat și al organizațiilor internaționale.

Recomandat

Iolanta BĂLAN, dr., cercet. șt. coord., lect. univ.

BIODIVERSITATEA ÎN REPUBLICA MOLDOVA ȘI AMENINȚĂRILE ECOLOGICE

Anastasia LISIȚÎN, nastealisitina@mail.ru

Universitatea de Stat din Moldova, Facultatea de Chimie și Tehnologie Chimică

Departamentul Chimie

Biodiversitatea reprezintă totalitatea organismelor vii, ecosistemelor și proceselor ecologice care asigură echilibrul mediului înconjurător și, implicit, existența umană. Ea este una dintre cele mai importante resurse ale planetei, deoarece contribuie la reglarea climei, purificarea aerului și apei, fertilizarea solului și asigurarea resurselor alimentare.

În Republica Moldova, biodiversitatea are o valoare deosebită datorită varietății ecosistemelor și a condițiilor naturale care favorizează dezvoltarea unui număr mare de specii de plante și animale. Deși țara are o suprafață relativ mică, ea cuprinde trei eco-regiuni principale: pădurile mixte central-europene, silvostepa est-europeană și stepa pontică. Această diversitate naturală a permis formarea unor habitate unice — păduri colinare, pajiști, lunci, zone umede și râuri — care susțin peste 14.800 de specii de organisme. Dintre acestea, 461 sunt vertebrate, iar restul — nevertebrate, conform lucrărilor lui Gheorghe Duca și datelor din Raportul Național privind diversitatea biologică.

Biodiversitatea Moldovei este însă vulnerabilă, deoarece presiunile antropice s-au intensificat semnificativ în ultimele decenii, afectând grav structura și funcționarea ecosistemelor naturale. Activitățile umane precum defrișările, extinderea terenurilor agricole, urbanizarea necontrolată și poluarea au dus la distrugerea habitatelor naturale. De asemenea, chimizarea excesivă a agriculturii, prin utilizarea îngrășămintelor și pesticidelor, a contribuit la degradarea solurilor și la poluarea apelor. În ultimii 150 de ani, cantitatea de fier și alte metale introdusă în biosferă prin activități industriale a crescut exponențial, depășind capacitatea naturală de autoreglare a mediului. În plus, schimbările climatice provoacă modificări ale temperaturilor, regimului de precipitații și distribuției speciilor, ceea ce amenință stabilitatea întregului sistem natural.

Flora Republicii Moldova cuprinde numeroase specii rare și protejate, înscrise în Cartea Roșie (ediția 2015):

- ✓ lăleaua pestriță (*Fritillaria meleagris*),
- ✓ papucul doamnei (*Cypripedium calceolus*),
- ✓ stânjenelul de stepă (*Iris pumila*),
- ✓ clopoțelul de Bugeac (*Campanula besseri*), dar și alte plante endemice de o frumusețe aparte.

Aceste specii au o valoare științifică, ecologică și estetică majoră, însă sunt amenințate de drenarea terenurilor, pășunatul excesiv și schimbările climatice. Fauna Moldovei include:

- ✓ vidra (*Lutra lutra*),
- ✓ pisica sălbatică (*Felis silvestris*),
- ✓ veverița roșcată (*Sciurus vulgaris*),
- ✓ barza neagră (*Ciconia nigra*),
- ✓ vulturul codalb (*Haliaeetus albicilla*)
- ✓ dropia (*Otis tarda*).

Dispariția sau reducerea numerică a acestor specii reflectă fragilitatea habitatelor și lipsa unor măsuri eficiente de protecție. Defrișările sunt considerate una dintre cele mai grave probleme ecologice actuale. Tăierile ilegale sau necontrolate reduc suprafața pădurilor, provoacă fragmentarea habitatelor și duc la pierderea solurilor fertile. În lipsa vegetației, crește eroziunea, iar microclimatul local se modifică. De asemenea, agricultura intensivă favorizează degradarea ecosistemelor prin folosirea necorespunzătoare a azotului și altor substanțe chimice, care afectează atât solul, cât și apele subterane.

Poluarea mediului – atmosferică, acvatică și sonoră – are efecte de durată asupra florei, faunei și sănătății populației. Pentru a reduce aceste efecte, o soluție esențială este dezvoltarea și consolidarea rețelei

de arii naturale protejate. În prezent, acestea acoperă 5,61% din teritoriul Republicii Moldova, dar doar o mică parte corespunde standardelor internaționale de protecție strictă. Ariile protejate au roluri multiple: oferă refugii pentru speciile rare, permit regenerarea ecosistemelor, reprezintă centre de cercetare științifică și spații pentru educația ecologică a populației. Printre cele mai importante arii se numără:

- ✓ Rezervația „Pădurea Domnească”,
- ✓ Rezervația „Prutul de Jos”,
- ✓ Rezervația „Iagorlîc”
- ✓ Plaiul Fagului.

Cu toate acestea, ele se confruntă cu probleme precum lipsa finanțării, deficitul de personal, infrastructura insuficientă și implicarea redusă a comunităților locale.

Pentru îmbunătățirea situației, sunt necesare măsuri complexe și durabile. În primul rând, educația ecologică trebuie intensificată la toate nivelurile – de la școală până la universitate. Campaniile de informare, proiectele de voluntariat și activitățile practice (plantări, ecoturism, reciclare) pot dezvolta conștiința ecologică și responsabilitatea față de mediu. În al doilea rând, este importantă extinderea rețelei de arii protejate și crearea unor coridoare ecologice care să conecteze habitatele. Autoritățile trebuie să elaboreze politici eficiente de prevenire a tăierilor ilegale și de stimulare a împăduririlor, oferind sprijin financiar proprietarilor care contribuie la refacerea pădurilor.

Totodată, protecția speciilor rare trebuie să includă programe de reproducere, reabilitarea habitatelor și combaterea braconajului. Implicarea comunităților locale este esențială — ele pot beneficia economic prin dezvoltarea ecoturismului și a produselor ecologice locale. Dezvoltarea durabilă trebuie privită ca o strategie națională, prin care economia și mediul se sprijină reciproc, nu se exclud. Agricultură ecologică, utilizarea surselor regenerabile de energie și gestionarea rațională a resurselor naturale sunt pași indispensabili pentru un viitor echilibrat.

CONCLUZII

În concluzie, biodiversitatea Republicii Moldova este o resursă vitală pentru sănătatea ecosistemelor și pentru bunăstarea populației. Conservarea ei nu este doar o obligație legală, ci și o datorie morală față de generațiile viitoare. Menținerea echilibrului dintre activitatea umană și natură presupune cooperare între autorități, specialiști, organizații și cetățeni. Doar prin eforturi comune se poate preveni degradarea mediului și se poate transforma Republica Moldova într-un exemplu de dezvoltare armonioasă și responsabilă. Biodiversitatea Republicii Moldova constituie un patrimoniu natural de o valoare inestimabilă, dar care se află într-un echilibru fragil. Conservarea acesteia nu este doar o problemă ecologică, ci o condiție pentru dezvoltarea durabilă a societății. Fiecare cetățean are responsabilitatea de a contribui la protejarea mediului prin gesturi simple și prin respect față de natură. Prin cooperare între autorități, specialiști și comunități locale, Republica Moldova poate deveni un model de echilibru între progres și conservarea naturii.

Recomandat
Iolanta BĂLAN, dr., cercet. șt. coord., lect. univ.

DEȘEURILE SPITALICEȘTI ȘI IMPACTUL LOR ECOLOGIC

Andrea COCIERU, andrea.cocieru@usm.md

*Universitatea de Stat din Moldova, Facultatea de Chimie și Tehnologie Chimică
Departamentul Chimie Industrială și Ecologică Academician „Acad. Gheorghe Duca”*

Cuvinte cheie: *deșeuri medicale periculoase, risc chimic, risc biologic, neutralizare, autoclavare, incinerare, Chimie Ecologică.*

Deșeurile spitalicești, în special cele periculoase (DRAM), reprezintă una dintre cele mai serioase probleme ecologice contemporane, având implicații directe asupra sănătății publice și asupra mediului. Lucrarea de față analizează compoziția și clasificarea deșeurilor medicale generate în Republica Moldova, riscurile chimice și biologice asociate, precum și metodele moderne de neutralizare aplicabile. Sunt evaluate procedeele termice precum autoclavarea, incinerarea controlată și tratarea chimică, în contextul principiilor Chimiei Ecologice. Studiul propune soluții practice pentru optimizarea gestionării deșeurilor medicale periculoase la nivel național, inclusiv dezvoltarea centrelor regionale de tratare și implementarea unui program de returnare a medicamentelor expirate [1].

INTRODUCERE

Problemele de mediu generate de activitatea medicală devin tot mai stringente în contextul industrializării accelerate și a creșterii consumului de produse farmaceutice. În Republica Moldova, cantitatea de deșeuri medicale generate zilnic este estimată la 3–4 tone, dintre care aproximativ 25% sunt deșeuri periculoase. Gestionarea deficitară, amestecarea fracțiilor infecțioase cu cele nepericuloase și lipsa infrastructurii de neutralizare sporesc riscurile ecotoxicologice. Obiectivul principal al cercetării constă în evaluarea riscurilor chimice și biologice provocate de gestionarea neconformă a DRAM și identificarea metodelor sustenabile de tratare, compatibile cu principiile Chimiei Verzi [2].

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Clasificarea și compoziția deșeurilor medicale

Deșeurile medicale sunt împărțite în cinci categorii principale: nepericuloase, infecțioase, tăietoare-înțepătoare, chimice/farmaceutice și anatomice. Separarea la sursă reprezintă condiția esențială pentru reducerea impactului ecologic, însă studiile locale arată că în numeroase unități medicale segregarea este incompletă din cauza lipsei de instruire și de echipamente adecvate [2].

Riscuri chimice

Eliminarea necontrolată a medicamentelor expirate sau arderea deșeurilor plastice la temperaturi sub 850°C duc la formarea Poluanților Organici Persistenți (POP), precum dioxinele și furanii, substanțe cancerigene ce se bioacumulează în lanțul trofic. Totodată, reziduurile de antibiotice, hormoni și citostatice aruncate în canalizare contribuie la apariția bacteriilor rezistente la antibiotice și la perturbarea sistemelor endocrine ale organismelor acvatice [3].

Riscuri biologice

Deșeurile infecțioase și cele tăietoare-înțepătoare prezintă un risc major de transmitere a bolilor precum HIV, Hepatita B și C, în special pentru personalul medical și lucrătorii din servicii de salubritate. Practicile necorespunzătoare, cum ar fi reutilizarea materialelor de unică folosință sau depozitarea comună cu deșeurile menajere, amplifică riscul epidemiologic și contaminează solul și apele subterane [3].

Metode de neutralizare

Pentru reducerea riscurilor chimice și biologice sunt utilizate numeroase tehnologii de neutralizare. Autoclavarea (tratarea termică umedă) – cea mai ecologică metodă, bazată pe sterilizarea prin abur sub presiune, fără emisii toxice. Incinerarea controlată – necesară pentru deșeurile anatomice și citotoxice, dar

presupune echipamente performante de filtrare a gazelor de ardere pentru a evita emisia de POP-uri. Tehnologii alternative – precum tratarea chimică și sterilizarea cu microunde, oferă alternative sustenabile pentru neutralizarea deșeurilor infecțioase [3].

Soluții propuse pentru Republica Moldova

Managementul sustenabil al deșeurilor rezultate din activitățile medicale (DRAM) în Republica Moldova necesită măsuri pragmatice care să abordeze lacunele majore actuale: lipsa segregării, infrastructura insuficientă de tratare și riscurile chimice generate de medicamente. O soluție esențială este dezvoltarea centrelor regionale de autoclavare, care permit tratarea sigură a deșeurilor infecțioase fără emisii toxice și reduc semnificativ volumul final de deșeuri. Incinerarea trebuie rezervată exclusiv deșeurilor speciale, iar instalațiile trebuie modernizate cu sisteme avansate de filtrare pentru a respecta standardele europene.

O mare parte a problemelor actuale provine din neconformitatea unităților medicale, nu din lipsa legislației. De aceea, se impune introducerea unui audit riguros al segregării, însoțit de sancțiuni financiare aplicate consecvent. Pentru îmbunătățirea controlului fluxurilor de deșeuri și reducerea apariției operatorilor neautorizați ar fi utilă centralizarea contractelor de colectare a deșeurilor spitalicești la nivel regional. Un alt punct critic îl constituie poluanții farmaceutici emergenți, care ajung în mediul acvatic prin eliminarea necorespunzătoare a medicamentelor. Implementarea unui program național de returnare a medicamentelor expirate este soluția cea mai eficientă pentru reducerea acestui risc. Totodată, aplicarea principiilor „Chimiei Verzi” în spitale poate reduce utilizarea substanțelor toxice și riscurile de expunere la deșeurile chimice. Aceste măsuri, integrate, pot alinia gestionarea DRAM la standardele europene și pot contribui la protecția sănătății publice și a mediului.

CONCLUZII

1. Deșeurile medicale periculoase constituie o sursă complexă de poluare chimică și biologică, care necesită măsuri urgente de control și tratare.
2. Autoclavarea și metodele alternative sunt cele mai recomandate din perspectiva Chimiei Verzi.
3. Incinerarea trebuie rezervată exclusiv deșeurilor anatomice și citostatice, în instalații dotate cu sisteme de filtrare performante.
4. Republica Moldova are nevoie de extinderea infrastructurii regionale de neutralizare și de implementarea unui program eficient de colectare a medicamentelor expirate.
5. Consolidarea educației ecologice și a responsabilității instituționale este esențială pentru protecția sănătății publice și a mediului ambiant.

BIBLIOGRAFIE

1. DUCA, Gh. *Chimie ecologică: istorie și realizări*. Chișinău: CEP USM, 2022, 412 p. ISBN 978-9975-159-05-0.
2. GUȚU, L., SOFRONIE, V., CROITORU, C. et al. *Managementul deșeurilor rezultate din activitatea medicală în Republica Moldova: (raport final)*. Chișinău: Print-Caro, 2023, 139 p. ISBN 978-9975-165-91-4. Disponibil: <https://library.usmf.md/sites/default/files/2023-07/Managmentul%20de%C5%9Feurilor.pdf>.
3. WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). *Safe management of wastes from health-care activities* (Gestionarea în condiții de siguranță a deșeurilor provenite din activitățile de asistență medicală). Geneva: WHO, 2014, 329 p. ISBN 9789241548564.

Recomandat
Angela LIS, dr., lect. univ.

POLUAREA INDUSTRIALĂ A ORAȘELOR BĂLȚI ȘI RÂBNIȚA

Andreea BEJENARI, abejenari09@gmail.com

*Universitatea de Stat din Moldova, Facultatea de Chimie și Tehnologie Chimică
Departamentul Chimie*

Lucrarea „Poluarea industrială a orașelor Bălți și Râbnîța” abordează problema complexă a impactului activităților industriale asupra mediului și sănătății populației, analizând cauzele, compoziția chimică a poluanților, efectele ecologice și consecințele asupra sănătății umane. În contextul dezvoltării economice și urbanistice accelerate, aceste două municipii reprezintă centre industriale importante ale Republicii Moldova, dar și zone critice din punct de vedere ecologic, unde poluarea aerului, a solului și a apelor subterane atinge niveluri îngrijorătoare.

Activitățile industriale din Bălți și Râbnîța sunt dominte de sectoarele metalurgic și chimic, care eliberează în mediul înconjurător cantități mari de gaze acide, particule solide, hidrocarburi și metale grele. Aceste substanțe, provenite din procese de ardere, oxidare sau topire, contribuie semnificativ la degradarea calității aerului și la acumularea de contaminanți în sol. Printre principalii poluanți se numără oxizii de sulf (SO_2 , SO_3), oxizii de azot (NO_x), monoxidul și dioxidul de carbon (CO , CO_2), precum și metale grele toxice precum plumbul, mercurul, cadmiul, cromul și zincul. Acestea participă la reacții chimice secundare în atmosferă, generând acizi, aerosoli și particule fine cu efecte nocive asupra ecosistemelor și sănătății.

În municipiul Bălți, poluarea este cauzată în principal de activitatea Centralei Termice (CET Bălți), care utilizează combustibili fosili și emite dioxid de carbon, oxizi de azot și dioxid de sulf, precum și de traficul rutier intens, dominat de vehicule vechi cu emisii ridicate. În Râbnîța, sursa majoră o constituie Uzina Metalurgică Moldovenească (MMZ), unde procesul de topire a deșeurilor feroase în cuptoare electrice generează emisii masive de gaze și pulberi metalice. Acestea conțin oxizi de fier, mangan, zinc și plumb, care se dispersează în atmosferă și pot fi transportați pe distanțe mari, provocând poluare transfrontalieră și afectând ecosistemele terestre și acvatice.

Efectele asupra mediului sunt multiple și interconectate. Aerul urban este încărcat cu particule fine ($\text{PM}_{2.5}$), oxizi de azot și dioxid de sulf, depășind frecvent limitele admisibile stabilite de Organizația Mondială a Sănătății. În Bălți, aceste depășiri ajung până la de 2,6 ori peste norma sanitară, ceea ce confirmă o poluare persistentă. Solurile din zonele industriale și periurbane prezintă concentrații ridicate de metale grele, cu valori de plumb între 75–120 mg/kg, cupru între 50–90 mg/kg, nichel 40–70 mg/kg, crom 60–100 mg/kg și zinc 180–250 mg/kg. Aceste acumulări reduc fertilitatea solului, modifică echilibrul chimic și biologic, afectează microorganismele benefice și pot fi transferate în plante, animale și, ulterior, în organismul uman.

Pe plan ecologic, aceste procese determină o degradare progresivă a ecosistemelor urbane și rurale. În Bălți, acumularea de particule solide și praf industrial afectează vegetația, contribuind la uscarea și distrugerea spațiilor verzi, iar în Râbnîța, deversările industriale și emisiile masive duc la acidifierea solurilor și a apelor subterane. Biodiversitatea locală este în declin, iar ecosistemele naturale își pierd capacitatea de autoreglare. În zonele apropiate uzinei metalurgice din Râbnîța, flora suferă modificări vizibile: scăderea densității vegetației, căderea frunzelor premature și diminuarea fotosintezei.

Consecințele asupra sănătății populației sunt la fel de severe. Expunerea cronică la dioxid de azot, ozon troposferic și particule fine favorizează apariția bolilor respiratorii, precum bronșita cronică, astmul și infecțiile pulmonare recurente. De asemenea, poluanții atmosferici cresc riscul de afecțiuni cardiovasculare, hipertensiune arterială și tulburări ischemice. Contactul prelungit cu metalele grele din sol determină tulburări neurologice, disfuncții hepatice și renale, precum și dereglări metabolice. Copiii și vârstnicii sunt categoriile cele mai vulnerabile la aceste efecte toxice, datorită sensibilității sistemelor lor biologice și expunerii mai îndelungate.

Pe lângă aspectele de sănătate publică, poluarea industrială are consecințe economice și sociale majore. Calitatea scăzută a mediului reduce atractivitatea urbană, afectează turismul și agricultura locală, iar costurile tratării bolilor cauzate de poluare devin o povară pentru sistemul sanitar. În același timp, degradarea mediului impune investiții considerabile în tehnologii de remediere și epurare, precum și în modernizarea instalațiilor industriale.

CONCLUZII

În concluzie, analiza poluării industriale a orașelor Bălți și Râbnîța relevă o situație ecologică și sanitară alarmantă, cu efecte de durată asupra mediului și sănătății umane. Emisiile industriale, combinate cu traficul rutier și gestionarea neadecvată a deșeurilor, contribuie la acumularea de poluanți persistenți în aer, sol și apă. Pentru reducerea acestor efecte este necesară implementarea unor tehnologii moderne de ardere curată, monitorizarea continuă a poluanților atmosferici și remedierea solurilor contaminate. În același timp, adoptarea unor politici de mediu coerente, promovarea economiei circulare și educarea populației privind efectele poluării reprezintă pași esențiali în direcția protejării mediului și a sănătății publice. Doar printr-o abordare interdisciplinară și o colaborare între autorități, industrie și comunitate poate fi asigurată o dezvoltare durabilă și un echilibru între progresul economic și protecția mediului în municipiile Bălți și Râbnîța.

BIBLIOGRAFIE

1. SCHREUDER, D. Technologies for emissions reduction in the metallurgical and chemical process industries. International Platinum Conference ‘Platinum Surges Ahead’, The Southern African Institute of Mining and Metallurgy, 2006.
2. RAFIQUEL, I., ABDUL, M.D. Metallurgical treatment processes of metals (Fe and Steel, Al, Cu, Au) and their detrimental environmental issues. In: *International Journal of Scientific and Research Publications*, 2018, Volume 8, Issue 5. ISSN 2250-3153.
3. *Buletine și harți zilnice privind calitatea aerului atmosferic*. [online]. [citat 27 octombrie 2025]. Disponibil: <https://www.am.gov.md/ro/node/216>.
4. CEBAN, I., STADNIC, S. Problemele De Mediu Cu Care Se Confruntă Responsabilii De Conformare Ecologică Din Mediul De Afacere A Municipiului Bălți, pp. 211-218. CZU 338: 504.03.
5. Agenția de Mediu a Republicii Moldova. Raport privind starea mediului în Republica Moldova. Capitolul: Calitatea aerului atmosferic și sursele de emisii industriale. Chișinău: *Agenția de Mediu*, 2023. Disponibil: <https://www.mediu.gov.md>.
6. CROITORU, G. Eficiența energetică și protecția mediului în industria metalurgică din Rîbnîța. Chișinău: Editura Universității Tehnice a Moldovei, 2024.
7. DUCA, G., STOLERU, I., TELEUȚĂ, A. Starea factorilor de mediu din Republica Moldova. Ministerul Ecologiei și Resurselor Naturale al Republicii Moldova, 2003.
8. DUCA, G., TODERAȘ, I. Integrarea prin cercetare și inovare în gestionarea bazinului râului Nistru. Conferința științifică națională cu participare internațională, 2024.
9. TUGULEA, A., STERGARESCU, V., MOGÎLDEA, V. Conținutul metalelor grele în solurile ecosistemului urban Bălți (Republica Moldova). *Akademios*, 23(4), pp. 47–53. DOI: [10.52673/18570461.23.4-71.04](https://doi.org/10.52673/18570461.23.4-71.04).

Recomandat

Iolanta BĂLAN, dr., cercet. șt. coord., lect. univ.

ECOSISTEMELE CODRILOR MOLDOVEI – ROL ECOLOGIC ȘI BIOGEOCHIMIC

Andreea GÎRA, giraandreea@gmail.com

*Universitatea de Stat din Moldova, Facultatea Chimie și Tehnologie Chimică
Departamentul Chimie*

Codrii Moldovei reprezintă cel mai extins masiv forestier al țării, situat în zona colinară centrală, și constituie un ecosistem complex, în care componentele biotice (plante, animale, microorganisme) și abiotice (aer, apă, sol, lumină) se află într-o interacțiune permanentă. Acesta abordează importanța fundamentală a pădurilor centrale în menținerea echilibrului natural, în reglarea proceselor biogeochimice și în susținerea vieții pe termen lung.

Din perspectivă ecologică, codrii joacă un rol esențial în menținerea stabilității mediului. Pădurile contribuie la reglarea temperaturii și umidității aerului, la reducerea poluării și la protecția solului împotriva eroziunii. Frunzișul bogat filtrează aerul, reținând praful și substanțele nocive, iar în procesul de fotosinteză arborii absorb dioxidul de carbon și eliberează oxigen, îmbunătățind astfel calitatea atmosferei. Totodată, pădurile influențează direct regimul hidrologic, reținând apa de ploaie, filtrând-o prin straturile de sol și eliberând-o treptat în izvoare și râuri, ceea ce asigură purificarea și reînnoirea resurselor de apă dulce [1].

O componentă deosebit de importantă a acestor ecosisteme o constituie solurile forestiere. Acestea sunt bogate în humus, substanțe minerale și microorganisme, având o capacitate ridicată de reținere a apei și a nutrienților. În interiorul lor se desfășoară procesele biochimice care transformă materia organică moartă în substanțe hrănitoare pentru plante, închizând astfel circuitul elementelor vitale. Solurile forestiere acționează ca adevărate „rezervoare de carbon”, contribuind la reducerea concentrației de CO₂ din atmosferă și la combaterea schimbărilor climatice.

Din punct de vedere biogeochimic, Codrii Moldovei sunt implicați în două cicluri esențiale pentru echilibrul planetei – ciclul carbonului și ciclul azotului. Prin fotosinteză, arborii fixează dioxidul de carbon și îl transformă în materie organică, parte din acest carbon fiind stocat în biomasă și în sol. Prin activitatea bacteriilor fixatoare de azot, azotul atmosferic este transformat în forme accesibile plantelor, asigurând fertilitatea naturală a solului. Descompunerea frunzelor și a resturilor vegetale contribuie la regenerarea continuă a substanțelor nutritive, menținând productivitatea ecosistemului forestier.

Lucrarea evidențiază, de asemenea, problemele ecologice actuale cu care se confruntă Codrii Moldovei: defrișările ilegale, fragmentarea habitatelor, degradarea solurilor și efectele schimbărilor climatice. Aceste fenomene amenință stabilitatea ecosistemelor și reduc capacitatea pădurilor de a îndeplini funcțiile lor ecologice și biogeochimice [2].

Totodată, se subliniază necesitatea conservării și gestionării durabile a pădurilor Moldovei. Măsurile de reîmpădurire, extinderea ariilor naturale protejate, monitorizarea resurselor de sol și apă, precum și promovarea educației ecologice sunt condiții esențiale pentru protejarea acestor ecosisteme unice.

Prin rolul lor ecologic, climatic și biogeochimic, Codrii Moldovei constituie o resursă vitală pentru mediul natural al țării. Ei nu sunt doar o bogăție naturală, ci și un simbol al echilibrului dintre om și natură. Conservarea lor reprezintă o datorie morală și științifică, o investiție în sănătatea mediului și în viitorul generațiilor următoare.

Codrii Moldovei sunt un adevărat tezaur natural, cu un rol esențial în menținerea echilibrului ecologic al țării. Ei contribuie la reglarea climei, purificarea aerului și apei, conservarea biodiversității și protecția solului. Prin ciclurile carbonului și azotului, pădurile susțin procesele biogeochimice vitale pentru viață și reduc efectele schimbărilor climatice. Totuși, defrișările și poluarea pun în pericol stabilitatea ecosistemului, de aceea protejarea și refacerea Codrilor Moldovei trebuie să fie o prioritate [3].

În concluzie, ecosistemele codrilor Moldovei reprezintă un element esențial al echilibrului natural, având un rol major în menținerea stabilității ecologice și a diversității biologice. Prin procesele biogeochimice care au loc în sol, apă și atmosferă, codrii contribuie la circulația substanțelor nutritive, la

formarea și protejarea solului, la reglarea regimului hidric și la purificarea aerului. Vegetația forestieră asigură absorbția dioxidului de carbon și eliberarea oxigenului, influențând astfel pozitiv climatul local și global. Totodată, pădurile oferă adăpost pentru numeroase specii de plante și animale, menținând echilibrul între componentele biotice și abiotice ale mediului. Conservarea și refacerea codrilor Moldovei reprezintă o prioritate pentru protecția mediului, dezvoltarea durabilă și păstrarea patrimoniului natural al Republicii Moldova. Prin urmare, pot spune că, Codrii Moldovei sunt și v-or rămâne plămânii verzi ai țării, o sursă de viață și echilibru, care trebuie protejați din suflet și putere.

BIBLIOGRAFIE

1. Proiectul Green-Agenda Moldova: <https://green-agenda.org/ro/moldova/home>.
2. Ministerul Mediului, Inspectoratul pentru Protecția Mediului. *Anuarul IPM - 2024. „Protecția mediului în Republica Moldova”*. Chișinău, 2025, 29 p. Disponibil: https://ipm.gov.md/upfiles/menu_files/ANUARUL%202024.pdf.
3. Institutul de Ecologie și Geografie – Ecosistemele forestiere ale Moldovei, 2022.

Recomandat
Iolanta BĂLAN, dr., cercet. șt. coord., lect. univ.

POLUAREA SOLURILOR ÎN MUNICIPIUL BĂLȚI

Andrei BARGAN, andreibargan1@gmail.com
Universitatea de Stat din Moldova, Facultatea de Chimie și Tehnologie Chimică
Departamentul Chimie

Solurile urbane sunt cunoscute prin caracteristicile sale specifice. Variabilitatea pe orizontală și verticală, gradul înalt de compactare, reacția modificată a solului, conținutul scăzut de materie organică, aerare restrânsă, degradarea structurală și contaminarea cu microorganisme patogene sunt doar câteva dintre numeroasele procese adverse care afectează și modifică funcțiile ecologice ale solurilor din ecosistemele urbane. În lucrarea această sunt descrise sursele de contaminare a solului din Bălți cu metale grele, conținutul metalelor grele în sol și despre tehnicile de remediere pentru zonele contaminate cu metale grele și sunt niște informații despre toxicitatea acestor metale.

În general, sursele de contaminare a solului urban cu metale grele sunt reziduurile industriale, praful și aerosolii de la întreprinderile chimice, metalurgice, centralele termoelectrice, deversări accidentale etc. Înainte de a descrie conținutul metalelor grele în sol și sursele de poluare, eu cred, că cel mai important o să fie să vorbesc puțin despre toxicitatea metalelor grele din sol. Parametrul acesta este puternic influențat de reacția (pH) solului, forma în care metalele sunt legate în complecși organici și de solubilitatea acestora [1]. În primul rând, metalele grele ca Zn, Fe, Cu, Co, Cr sunt nutrienți esențiali ai plantelor și manifestă caracter toxic doar în concentrații ridicate. În al doilea rând, Pb, Cd și Hg reprezintă metale toxice fără a avea vreun rol funcțional în metabolism. În al treilea rând, poluarea mediului cu Pb, Zn, Cu, Cd, care se referă la clasa I (Pb, Cd) și 2 (Cu, Zn) de toxicitate, sunt periculoase pentru sistemul „sol-plantă”. Astfel, metalele grele manifestă caracteristici chimice diverse și în consecință acționează diferit sub aspect de comportament și ecotoxicitate în ecosisteme. Când condițiile de sol (pH etc.) permit ca metalele grele să treacă în soluția solului, conținutul crescut al acestora prezintă risc pentru mediul înconjurător [2] și sănătatea umană.

Atunci a venit timpul să arăt conținutul metalelor grele în sol și să descriu sursele de poluare. Primul metal, despre care o să vorbesc, este zincul. Solul din Bălți are valori ale Zn total cuprinse între 37,43 - 322,05 mg/kg, adică de la nivelul scăzut la foarte mare a conținutului de metale grele. Sursele de poluare

antropică cu Zn sunt semnificative, provenind în principal din activități industriale – extracția minieră, arderea cărbunelui și a deșeurilor, precum și din utilizarea majoră a Zn în domeniul acoperirilor anticorozive. Pe lângă efectul nutritiv, Zn poate fi toxic pentru anumite specii de plante și microorganisme, atunci când este prezent în cantități excedentare în soluri. În cazul orașului Bălți, concentrația sporită de Zn în siturile cercetate provine, în opinia noastră, în urma activității industriale, a transportului feroviar și a arderii cărbunelui. Al doilea metal din lista este cuprul. Cu total în sol variază de la conținut scăzut (12,79 mg/kg) până la mare (89,55 mg/kg). Sursele potențiale de poluare cu Cu includ: extracția și prelucrarea Cu, industria chimică, electrică, agricultura, apele uzate (ferme de porci) ș.a. Mai departe este nichelul. Ni total în sol a înregistrat un conținut scăzut, în două cazuri – sporit și într-un caz – mare. Absorbția de Ni de către plante este legată de toxicitatea acestuia, care poate avea posibile implicații în ceea ce privește oamenii și animalele prin lanțul trofic [3]. Al patrulea metal, de care o să vorbesc, este plumbul. Valorile studiate ale conținutului de Pb total în solurile ecosistemului urban Bălți au variat pentru între 10,89 și 241,2 mg/kg. În părțile de Nord și Central- Vestică a orașului, concentrația Pb depășește Pragul de alertă (50 mg/kg). Sursele de poluare în ecosistemele urbane provin atât de la transportul auto (combustibilii cu conținut de Pb care nu se mai utilizează, acumulatori etc.), cât și de la unele activități industriale (vopsele, acoperirea cablurilor etc.). Încă un metal din lista este cromul. Cr total în solurile ecosistemului urban din Bălți a indicat un nivel foarte scăzut al conținutului de metale grele și se încadrează în limita valorilor (20,18-32,05).

Eu cred, că problema poluării solurilor în municipiul Bălți poate fi rezolvată, pentru că au fost dezvoltate tehnici de remediere pentru zonele contaminate cu metale grele în vederea atenuării riscurilor asociate mediului, animalelor și sănătății umane. Tehnicile de remediere implică mecanisme de degradare, imobilizare, izolare și extracție în scopul reducerii efectelor negative ale poluanților prin procese de remediere. Decontaminarea solului de metale grele se poate efectua prin metode convenționale (chimice, fizice) și biologice (plante, alge, microorganisme etc). Metodele convenționale produc la rândul lor diferiți poluanți și nu sunt profitabile. Metodele biologice, în special fitoremedierea, sunt considerate eficiente și prietenoase mediului înconjurător, dar și rentabile. Remedierea solului prin fitoextracție presupune absorbția poluantului prin rădăcinile plantei și acumularea ulterioară în părțile ei aeriene, după care urmează recoltarea biomasei vegetale și utilizarea ei prin diferite metode [4,5]. Pornind de la Strategie de Dezvoltare Durabilă 2016-2019, de la consultarea publică, de la rapoartele Agenției Ecologice și de la problemele adiționale identificate, actualul Planului Local de Acțiune pentru Mediu propune obiective specifice tematice ca dezvoltarea infrastructurii pentru asigurarea unui sistem durabil de management al deșeurilor, în concordanță cu strategiile naționale și regionale și standardele europene (modernizarea gunoștii orășenești, realizarea de studii pentru implementarea unui sistem de colectare selectivă a deșeurilor în zona mun. Bălți, depozitul regional pentru deșeuri și stații de transfer, stația de sortare a deșeurilor, amenajarea locurilor de colectare și sortare a gunoiului, asigurarea de personal suficient și bine pregătit profesional în domeniul gestionării durabile a deșeurilor), creșterea viabilității economice a managementului durabil de deșeuri solide la nivel de municipiu (introducerea de sonde de captare a gazului metan produs la gunoștea orășenească în scopul producerii de energie, elaborarea unui studiu de fezabilitate pentru a explora posibilitatea de a redirectiona o parte de deșeurile solide produse la nivel de municipiu către incinerare pentru producție termică și o parte către producerea de biogaz, crearea unui centru local de compostare a deșeurilor biodegradabile și gunoiului de grajd în scopul folosirii ca îngrășământ pe terenurile agricole și spațiile verzi din municipiu, elaborarea unui plan de acțiune pentru creșterea profiturilor rezultate de pe urma reciclării deșeurilor solide) și implicarea comunității locale în implementarea unui sistem durabil de management al deșeurilor (organizarea și susținerea de campanii de informare și conștientizare a publicului privind prevenirea generării deșeurilor și colectarea selectivă a deșeurilor municipale generate, realizarea de ghiduri practice privind colectarea selectivă a deșeurilor menajere, compostarea individuală a deșeurilor biodegradabile, deșeurile electrice și electronice, deșeurile periculoase din deșeurile menajere, deșeurile voluminoase).

CONCLUZII

În concluzie, poluarea solurilor în municipiul Bălți este o problemă, care trebuie să fie rezolvată, pentru că solul este o importantă resursă naturală în Bălți, unde se întâlnesc unele din cele mai fertile soluri din lume, anume solurile de tip cernoziom din stepa Bălțului. De starea solului depind astfel o agricultură locală productivă și un ecosistem sănătos care să poată în continuare furniza servicii ecosistemice de calitate. Sistemul de colectare și depozitare al deșeurilor este unul din sectoarele care necesită atenție imediată. Gunoiștea orășenească este la momentul actual un focar de poluare a solului și reprezintă un risc direct pentru sănătatea populației. Este necesar ca municipalitatea să ia măsuri pentru a scădea impactul negativ asupra mediului pe care gunoiștea îl are în acest moment. Totodată, o tranziție este necesară pentru scăderea cantităților de deșeuri depozitate în gunoiște, tranziție care poate aduce profit pe termen mediu și lung prin reciclare și producere de energie. Această tranziție este are nevoie de conștientizarea faptului că deșeurile municipale solide sunt de fapt resurse care pot fi folosite în alte sectoare, precum reutilizarea lor în industrie prin reciclare, exportul deșeurilor reciclate sau producerea de energie termică și combustibil pentru mijloacele de transport.

BIBLIOGRAFIE

1. POPESCU, C. Poluarea cu metale grele – factor major în deteriorarea ecosistemelor. In: *Revista de Ecologie, ECOS* 22, 2010, pp. 30-34.
2. KIRILYUK, V. Mikroelementy v komponentakh biosfery Moldovy. Chișinău: Pontos, 2006. 156 p.
4. ADRIANO, D. *Trace Elements in Terrestrial Environments. Biogeochemistry, Bioavailability and Risk of Metals*. Second edition. Springer, 2001. 867 p.
5. VASILACHI, I.C., GAVRILESCU, M. Methods for the remediation of soils polluted with heavy metals. In: *Buletinul Institutului Politehnic din Iași*, 67(71), 2021, pp. 23-40.

Recomandat
Iolanta BĂLAN, dr., cercet. șt. coord., lect. univ.

ANTIBIOTIC ACTIVITY POTENTIAL OF SOME N4-SUBSTITUTED THIOSEMICARBAZONES OF L-CARVONE

Andrei CIURSIN, ciursin.andrei@usm.md
Moldova State University, Chisinau, Republic of Moldova

Antibiotic resistance is becoming an increasingly serious challenge for contemporary medicine, highlighting the urgent need for the development of new compounds with effective antimicrobial activity. One promising class of compounds in this regard is thiosemicarbazones. These molecules display a broad spectrum of biological activities, including antibacterial, antifungal, anticancer, and antioxidant effects [1,2]. A growing trend in medicinal chemistry is the combination of thiosemicarbazone scaffolds with natural compounds, which can enhance or preserve their biological activities [2] while potentially reducing toxicity. Computational approaches, particularly molecular docking, have emerged as powerful tools for the *in silico* evaluation of compounds with potential biological activity. Molecular docking enables the prediction of binding modes and affinities between candidate molecules and their biological targets, providing valuable insights for further experimental studies. In this work, we employ molecular docking for the preliminary screening of a series of N4-substituted thiosemicarbazones derived from L-carvone, a naturally occurring compound widely used as a flavoring agent, to explore their potential as novel antimicrobial agents.

DNA gyrase was selected as the target protein for this study due to its well-established role as the molecular target of several clinically used antibiotics, including ciprofloxacin. Inhibition of this enzyme disrupts critical cellular processes such as DNA replication, transcription, and cell division, ultimately resulting in bacterial cell death. For this study, the structure of DNA gyrase was taken from the protein data bank, pdb-id: 6KZV. This structure was obtained by single crystal X-ray diffraction and has a resolution of 2.40 Å [3]. The active site position was determined from the position of the co-crystallized ligand, at coordinates $x = -7.711552$, $y = 16.157310$, $z = 2.488103$.

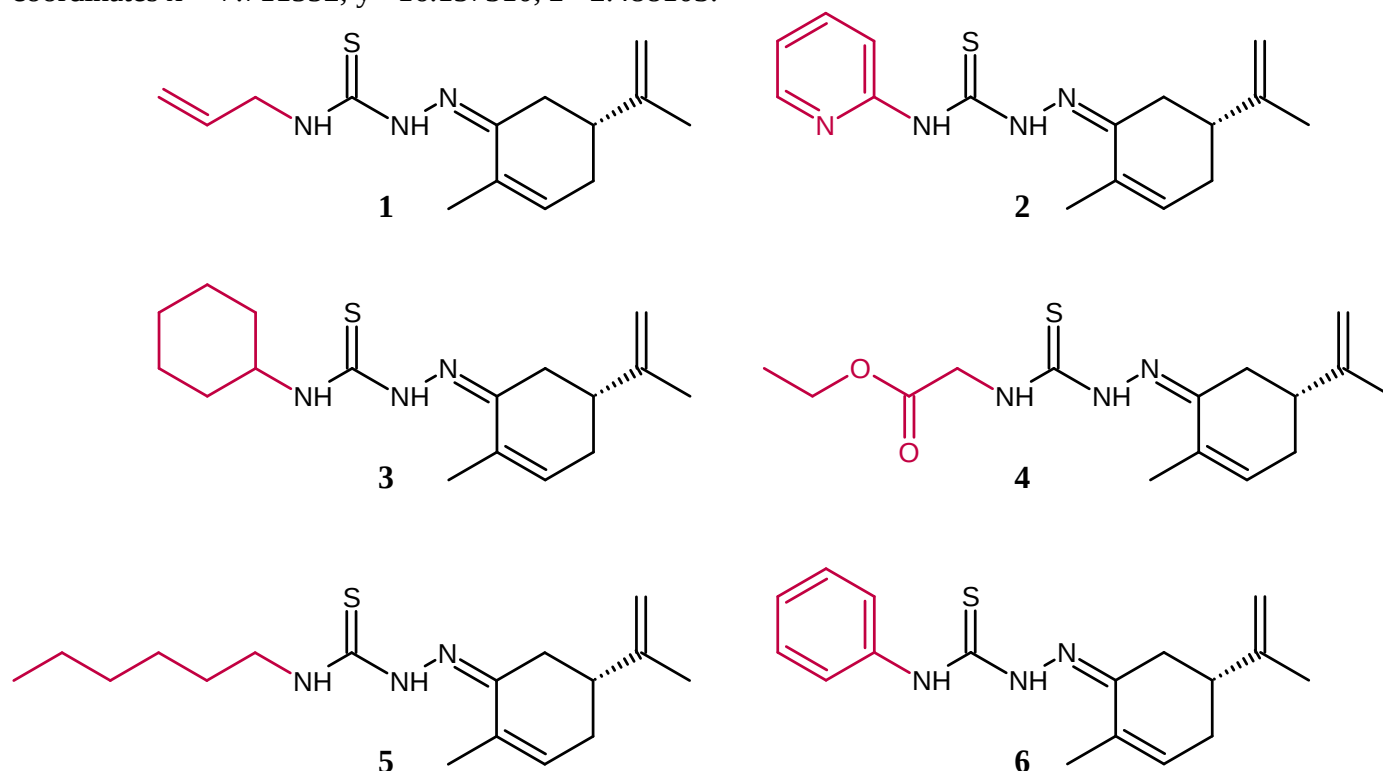


Figure 1. The structure of the studied thiosemicarbazones

To validate the docking procedure, the co-crystallized inhibitor was redocked. The resulting RMSD value of 2.17 Å, compared to the original crystallized structure, confirms the reliability of the method and its suitability for further analysis. Subsequently, the optimized structures of the investigated thiosemicarbazones were subjected to the same docking protocol. The obtained results are presented in Table 1.

Table1. Binding energies of studied compounds and inhibitor to DNA Gyrase active site

Compound	Binding energy, kcal/mol
inhibitor	-4.1, RMSD 2.17 Å
1	-5.3
2	-5.5
3	-6.7
4	-5.5
5	-5.5
6	-7.1

As shown in Table 1, all of the studied compounds exhibit lower binding energies compared to the reference inhibitor. This suggests that they have a higher affinity for the active site of DNA gyrase, indicating an enhanced potential for antibacterial activity.

Table 2. Druglikeness rules corresponding and octanol-water partition coefficient for studied thiosemicarbazones

Compound	Druglikeness rule			Log P _{o/w}
	Lipinski	Ghose	Veber	
1	+	+	+	3.12
2	+	+	+	3.29
3	+	+	+	4.05
4	+	+	+	2.67
5	+	+	+	4.4
6	+	+	+	3.92

”+” means that compound corresponds to the selected druglikeness rule

In addition, an ADME screening was performed, which showed that all thiosemicarbazones comply with the most commonly analyzed druglikeness rules (Table 2). The octanol-water partition index values fall perfectly within the optimal range, which means that all the compounds studied will have to pass through the cell membrane.

CONCLUSION

In this study, *in silico* screening was carried out using molecular docking and ADME analysis. The investigated compounds demonstrated promising potential as antibacterial agents, exhibiting favourable ADME profiles. Notably, compounds 3 and 6, which showed the highest binding affinities for the active site of DNA gyrase, are strong candidates for synthesis and further detailed biological evaluation.

BIBLIOGRAPHY

1. ZAHRA S., KHAN A., AHMED N., RAFIQUE M., FATIMA L., KHAN I., HUSSAIN J., KHALID S., OGALY H., AHMED M., AL-HARRASI A. Versatile biological activities of thiosemicarbazones and their metal complexes. In: *Journal of Molecular Structure*, 2025, 15, 1322. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2024.140511>.
2. CIURSIN, A., RUSNAC, R., GULEA, A. Synthesis, absorption, distribution, metabolism, excretion and antioxidant assay of some N4 – substituted Thiosemicarbazones of Cinnamaldehyde. In: *One Health and Risk Management*, 2025, vol. 6, nr. 3, pp. 54-65. ISSN 2587-3458. DOI: <https://doi.org/10.38045/ohrm.2025.3.05>.
3. USHIYAMA, F., et.al. Lead Identification of 8-(Methylamino)-2-oxo-1,2-dihydroquinoline Derivatives as DNA Gyrase Inhibitors: Hit-to-Lead Generation Involving Thermodynamic Evaluation. In: *ACS Omega*, 2020, 5(17), pp.10145–10159. DOI: <https://doi.org/10.1021/acsomega.0c00865>

Recomandat
Aurelian GULEA, Acad., dr. hab., prof. univ.

MODELE COMPUTAȚIONALE ÎN CHIMIA ECOLOGICĂ

Andrei MÎȚĂ, andrei.mita@example.com

*Universitatea de Stat din Moldova, Facultatea de Chimie și Tehnologie Chimică
Departamentul Chimie*

Lucrarea abordează rolul esențial și tot mai important al modelelor computaționale ca instrumente indispensabile în arsenalul chimiei ecologice (ecochimie), o ramură științifică dedicată înțelegerii profunde a destinului și impactului substanțelor chimice în mediul înconjurător. În fața unui panorama complex al poluării, caracterizat de amenințări invizibile și persistente precum microplasticile, reziduurile farmaceutice și amestecurile complexe de emisii, aceste modele oferă soluții complementare vitale metodelor experimentale tradiționale, care sunt adesea profund insuficiente, incredibil de costisitoare, consumatoare de timp și limitate în capacitatea lor de a anticipa efectele pe termen lung sau combinate ale poluanților.

În primul rând, modelele computaționale sunt fundamentale pentru simularea destinului și transportului poluanților în mediu. Un concept seminal în acest sens este cel al modelelor de fugacitate, care prezic modul în care o substanță chimică se distribuie între diferitele compartimente ale mediului (aer, apă, sol, sediment, biotă) în funcție de proprietățile sale fizico-chimice. Aceste modele permit, de exemplu, să se prevadă partiționarea unui pesticide aplicat pe un sol agricol între apa subterană, atmosferă și particulele de sol. Complementar, modelele toxicocinetice bazate pe fiziologie (PBPK) aduc simularea la nivelul organismului viu, urmărind procesele de absorbție, distribuție, metabolizare și excreție (ADME) ale unui toxicant. Împreună, aceste abordări oferă o imagine holistică, de la macro la nano scală, a călătoriei invizibile a substanțelor chimice, de la sursă până în lanțul trofic.

În al doilea rând, aceste modele facilitează o evaluare cantitativă, proactivă și mai etică a riscului ecologic și pentru sănătatea umană. Un pilon central al acestei abordări îl constituie Relațiile Cantitative Structură-Activitate (QSAR), modele statistice care prezic toxicitatea sau alte proprietăți ale unui compus pe baza descriptorilor săi structurali, permițând estimarea potențialului toxic sau a biodegradabilității și ocolind astfel testele animale extensive. Aceste instrumente se integrează într-un cadru formal de evaluare a riscului – care cuprinde identificarea pericolului, evaluarea expunerii (folosind modelele de destin și transport) și caracterizarea riscului final (calculând indicatori precum Cotă de Pericol). Această metodologie computațională este astăzi la centrul reglementărilor internaționale, agenții precum Agenția Europeană pentru Substanțe Chimice (ECHA) și Agenția Americană pentru Protecția Mediului (U.S. EPA) bazându-se pe astfel de modele pentru a fundamenta deciziile de management al riscului pe o bază științifică robustă.

În cele din urmă, revoluția inteligenței artificiale (IA) și a datelor masive (big data) extind dramatic și transformă capacitățile domeniului. În predicția toxicității, algoritmi de învățare automată (Machine Learning - ML) aduc un salt calitativ față de QSAR-ul clasic, fiind capabili să identifice relații complexe, neliniare în seturi de date eterogene și de volum mare, ceea ce permite prezicerea cu acuratețe ridicată a efectelor unor compuși complet noi. Integrarea Big Data din surse diverse precum imagini satelitare (pentru a urmări deversări sau dezvoltarea florei algale), rețele de senzori (pentru date în timp real despre calitatea aerului și apei) și tehnologiile „omice” oferă un flux continuu de informații pentru a alimenta aceste modele. Mai mult, IA permite optimizarea proceselor industriale și de cercetare, incarnând principiile chimiei verzi prin anticiparea defecțiunilor în stațiile de epurare sau optimizarea sintezelor chimice pentru a minimiza deșeurile.

În ciuda acestui potențial imens, implementarea pe scară largă se confruntă cu provocări semnificative. Printre acestea se numără: problema critică a calității, disponibilității și interoperabilității datelor de mediu; opacitatea multor modele avansate de IA (problema „cutiei negre”), care ridică probleme de încredere și transparență în context reglementar; dificultatea de a scala modelele de la sisteme de laborator simplificate la complexitatea ireductibilă a ecosistemelor reale, cu interacțiuni ecologice, variabilitate

biogeografică și efecte de „cocktail”; și necesitatea unei validări riguroase și a unei gestionări atente a incertitudinilor inerente modelării.

Pentru a depăși aceste obstacole și a realiza pe deplin promisiunea acestor instrumente, lucrarea propune patru direcții strategice pentru o dezvoltare sustenabilă a domeniului:

1. Crearea unui Sistem Integrat de Monitorizare și Predictie a Poluanților (SIMP), o platformă open-source care să agreghe date în timp real și să le alimenteze în modele avansate pentru simularea în timp real a dispersiei poluanților și generarea de hărți predictive de risc.

2. Optimizarea modelelor prin încorporarea factorilor umani și economici, folosind abordări precum modelarea bazată pe agenți pentru a simula comportamentul industriilor, consumatorilor și eficacitatea politicilor de mediu.

3. Promovarea unei „chimii verzi computaționale” ca standard, impunând prin reglementare o „audiere computațională” obligatorie pentru noile substanțe înainte de sinteză, pentru a estima impactul lor potențial și a proiecta molecule alternative mai sigure și biodegradabile.

4. Crearea unui cadru național pentru formare și acces la resurse computaționale, incluzând programe de instruire pentru specialiști și o platformă națională de calcul, pentru a asigura echitate și promovarea standardizării și a datelor deschise.

CONCLUZII

În concluzie, modelarea computațională, cadrele sofisticate de evaluare a riscului și analitica condusă de IA constituie împreună un arsenal științific fără precedent. Ele reprezintă o tranziție paradigmatică de la un management reactiv al poluării către unul predictiv și preventiv, esențial pentru gestionarea științifică a poluării chimice și pentru inaugurarea unei ere a chimiei verzi computaționale. Cu toate acestea, puterea extraordinară a acestor instrumente aduce cu sine o responsabilitate etică majoră, necesitând un angajament ferm față de calitatea datelor, transparență, explicabilitate și acces echitabil, pentru a le utiliza în slujba bunăstării planetare și a unui viator durabil.

BIBLIOGRAFIE

1. ANASTAS, P.T., WARNER, J.C. *Green Chemistry: Theory and Practice*. Oxford University Press, 1998.
2. CHERKASOV, A., et al. QSAR modeling: where have you been? Where are you going to? In: *Journal of Medicinal Chemistry*, 57(12), 2014, pp. 4977-5010. Disponibil: <https://doi.org/10.1021/jm4004285>.
3. CRAMER, S., et al. Towards a European Digital Twin of the Ocean – The potential of AI and big data. In: *Frontiers in Marine Science*, 2022.
4. FILATOVA, T., et al. Agent-based modeling of climate change impacts on coastal urban land markets: A critical survey. In: *Environmental Modelling & Software*, 84, 2016, pp. 378-394. Disponibil: <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2016.06.017>.
5. GOMES, P.H., et al. Machine Learning in Ecotoxicology: A Review. In: *Environmental Science & Technology*, 54(22), 2020, pp. 14036-14048. Disponibil: <https://doi.org/10.1021/acs.est.0c05025>.

Recomandat

Iolanta BĂLAN, dr., cercet. șt. coord., lect. univ.

ВНЕДРЕНИЕ КОНЦЕПЦИИ ZERO WASTE В СИСТЕМУ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ

Anna CHIRIAC^{1*}, Elizaveta CERNOMOREȚ¹, Tatiana KULEVA¹

¹*Departamentul Alimentație și Nutriție, Facultatea Tehnologia Alimentelor,
Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova*

**Autorul corespondent: Chiriac Anna, anna.chiriac@an.utm.md*

Conducător științific: Tatiana CAPCANARI, dr., conf. univ.

ВВЕДЕНИЕ

Проблема пищевых отходов и нерационального использования продовольственных ресурсов занимает одно из ключевых мест в международной повестке регулирования пищевого законодательства. Отходы, образующиеся на всех этапах продовольственной цепи — от производства до потребления, — оказывают значительное влияние на различные аспекты общественной, экономической и экологической жизни, о чём более подробно будет изложено далее. В ответ на сложившуюся ситуацию сформировалась концепция Zero Waste, которая представляет собой идею, ориентированную на изменение образа жизни и повседневных привычек людей с целью сокращения количества отходов и более эффективного использования ресурсов.

Последствия пищевых отходов

Пищевые отходы образуются преимущественно на заключительных этапах продовольственной цепи — в процессе распределения, розничной торговли и конечного потребления, включая домашние хозяйства и предприятия общественного питания. Основными причинами их образования являются избыточные закупки, истечение сроков годности продуктов, а также приобретение лишнего объёма пищи и несвоевременное использование её остатков. Пищевые отходы вызывают значительные экономические потери, поскольку ресурсы, вложенные в производство и доставку продуктов, расходуются впустую. Они наносят серьёзный ущерб окружающей среде, способствуя выбросам парниковых газов и чрезмерному использованию природных ресурсов. Кроме того, пищевые отходы усугубляют социальное неравенство, ведь пока одни выбрасывают еду, другие страдают от голода и нехватки продовольствия. По данным ФАО, в 2024 году по всему миру было утрачено около 13 % продовольствия, что соответствует 1,25 миллиарда тонн пищи, потерянной на этапе от сбора урожая до поступления на прилавки. Ещё 19% пропадает в розничной торговле, сфере общественного питания и домохозяйствах (ЮНЕП, 2024). Кроме того, около 28 % населения планеты — то есть 2,3 миллиарда человек, в 2024 году испытывали умеренную или серьёзную продовольственную незащищённость (ФАО, 2025), при этом каждый 12 человек в мире сталкивался с голодом [1].

Концепция «Zero Waste»

Одним из решений данной проблемы является феномен «Zero Waste», основанный на сохранении ресурсов посредством ответственного производства и потребления, повторного использования и восстановления продуктов, упаковки и материалов — без их сжигания и захоронения, наносящих вред окружающей среде и здоровью человека [2]. Идеологом этого движения считается Бей Джонсон, автор книги «Дом без отходов: как сделать жизнь проще и не покупать мусор». Именно она сформулировала пять базовых принципов «Zero waste: Refuse, Reduce, Reuse, Recycle, Rot», которые в русском варианте интерпретируются как пять «О» — *отказ* от ненужного и от его покупок, *ограничение* необходимого, *опять использование* приобретенного ранее, *отдача* на переработку что невозможно использовать вновь, *отправка* в компост оставшееся. Правила просты и очевидны, но, чтобы выполнять их, необходимо обладать высоким уровнем дисциплины и чувством ответственности перед окружающей нас природой.

Технологические и организационные решения на предприятиях общественного питания

Ресторанный бизнес относится к числу отраслей, характеризующихся высоким объёмом образования пищевых отходов. Полностью исключить их возникновение в процессе деятельности

невозможно, однако внедрение эффективных управленческих решений и современных технологий позволяет существенно сократить их количество и повысить эффективность использования ресурсов.

Системный подход к обращению с пищевыми отходами на предприятиях общественного питания включает комплекс взаимосвязанных мер. Одним из ключевых направлений является оптимизация закупок и планирования меню, предполагающая расчёт объёмов закупок и приготовления блюд с учётом реального спроса, сезонности и сроков хранения продуктов; внедрение систем учёта и анализа пищевых отходов, таких как Winnow и Leanpath, что обеспечивает мониторинг и фиксацию причин их образования для последующего сокращения; рационализация процесса закупок, заключающаяся в регулярном приобретении продуктов небольшими партиями, что снижает вероятность их порчи и списаний; совершенствование систем хранения, основанное на принципах FIFO (first in – first out) и FEFO (first expired – first out), а также строгом соблюдении санитарно-гигиенических и температурных норм; корректировка размеров порций, включающая использование меньших тарелок и уменьшение объёма блюд с целью сокращения количества недоеденной пищи.

Важным направлением является комплексное использование продуктов, предусматривающее применение всех частей ингредиентов — кожуры, стеблей, косточек — при приготовлении соусов, бульонов и напитков; рациональное использование остатков, включающее переработку пригодных компонентов в новые блюда, такие как супы, соусы или смузи; компостирование органических отходов, при котором непригодные остатки перерабатываются в органические удобрения, что способствует снижению нагрузки на полигоны и восстановлению плодородия почв; отдельный сбор и переработка вторичных ресурсов, предусматривающие сортировку стекла, пластика, бумаги и органики с последующей передачей на переработку; внедрение экологических упаковочных решений, направленных на замену одноразового пластика многоразовой или биоразлагаемой посудой [3].

Дополнительное значение имеет цифровизация процессов обслуживания, включающая использование электронных меню, систем онлайн-заказов и безбумажных расчётов, что способствует сокращению бумажных отходов; повышение экологической культуры персонала и потребителей посредством обучающих программ, тренингов и информационных кампаний, формирующих ответственное отношение к вопросам устойчивого потребления; а также развитие социального партнёрства и благотворительности, выражающееся в передаче излишков готовых блюд и продуктов питания нуждающимся через благотворительные организации.

Комплексная реализация указанных мер позволяет предприятиям ресторанного сектора существенно сократить объём пищевых отходов, повысить экономическую и экологическую эффективность своей деятельности, а также внести вклад в достижение целей устойчивого развития. Рациональное обращение с отходами способствует формированию экологически ответственного бизнеса и укреплению социальной репутации отрасли общественного питания.

ВЫВОДЫ

Пищевые отходы оказывают значительное экономическое, экологическое и социальное воздействие. Внедрение концепции Zero Waste в предприятиях общественного питания позволяет существенно сократить их объём через рациональное планирование, использование всех частей продуктов, контроль порций, цифровизацию процессов и экологичную упаковку. Эффективная реализация требует дисциплины и ответственности персонала, что способствует устойчивому развитию отрасли и снижению нагрузки на окружающую среду.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединённых Наций. *Платформа по сокращению потерь и отходов продовольствия (Technical Platform on the Measurement and Reduction of Food Loss and Waste)*. <https://www.fao.org/platform-food-loss-waste/en/>.
2. Zero Waste International Alliance. *Zero Waste Definitio*. <https://zwia.org>.
3. Franch-Home. Система Winnow Vision. <https://franch-home.ru/biznes-idei/sistema-winnow-vision>.

SPAȚIILE VERZI DIN MUNICIPIUL CHIȘINĂU: STAREA ACTUALĂ ȘI STUDII DE CAZ

Argentina FRON, argentina.argint3@gmail.com, fron.argentina@usm.md
Universitatea de Stat din Moldova, Facultatea de Biologie și Pedologie
Conducător științific: Vitalie SOCHIRĂ, dr., conf. univ.

Municipiul Chișinău este considerat unul dintre cele mai verzi orașe din Europa de Est. Spațiile verzi nu sunt doar un decor plăcut, ci reprezintă o componentă esențială a identității și funcționării orașului: ele îmbunătățesc microclimatul, filtrează aerul poluat, reduc nivelul de zgomot, absorb dioxidul de carbon, oferă locuitorilor spații vitale pentru relaxare, sport și contact direct cu natura, contribuind astfel în mod direct la sănătatea fizică și psihică a populației.

Conform datelor Biroului Național de Statistică (BNS) publicate în mai 2025 în 2024 suprafața totală a spațiilor verzi în localitățile urbane din Republica Moldova a fost de 6600 hectare, reprezentând 12,8% din intravilanul urban. Municipiul Chișinău deține peste 66% din această suprafață (aproximativ 4356–4370 ha), fiind urmat de Bălți (~300–400 ha) și Călăraș. Suprafața spațiilor verzi pe cap de locuitor în Chișinău este estimată la 52–58 m².

Chișinăul dispune de o rețea vastă și diversificată de spații verzi, organizate în mai multe categorii:

- parcuri de folosință generală accesibile publicului larg;
- parcuri și grădini cu utilizare restrânsă (din incinta școlilor, spitalelor sau instituțiilor);
- păduri-parc și zone protejate;
- scuaruri și alei plantate.

Conform datelor Primăriei (actualizate pentru perioada 2021–2023 și menținute fără modificări majore în 2025), municipiul include aproximativ 10–11 păduri-parc, 6–8 parcuri mari, 4 grădini publice istorice, peste 30–40 de scuaruri și sute de zone verzi minore. Administrarea lor este realizată în mare parte de Î.M. „Asociația de Gospodărire a Spațiilor Verzi”.

Printre cele mai reprezentative parcuri se numără Grădina Publică „Ștefan cel Mare și Sfânt”, cu alei umbroase și Alea Clasicilor, Parcul Valea Morilor, cu teatrul de vară și Scara Cascadelor, Parcul Valea Trandafirilor, cunoscut pentru lacurile în cascadă și colecțiile de trandafiri, Parcul Dendrariu, cu peste 1000 de specii de arbori și arbuști, și Parcul „La Izvor”.

Principalele parcuri și zone verzi ale municipiului Chișinău:

1. Grădina Publică „Ștefan cel Mare și Sfânt” (7 ha)
Este, probabil, parcul el mai vechi al orașului. Aici se găsește monumentul lui Ștefan cel Mare (1928) și renumita Alea Clasicilor (1958), extinsă ulterior la 28 de busturi din bronz. Parcul păstrează peste 50 de specii de arbori, inclusiv exemplare cu vârsta de peste 150 de ani.
2. Parcul Valea Morilor (102-114 ha, inclusiv un lac de 34 ha)
Aici se găsesc Teatrul de Vară și Scara Cascadelor, una dintre cele mai lungi structuri de acest tip din regiune. În 2024–2025 au fost efectuate lucrări de curățare a lacului și reparații la infrastructura istorică, zona „Aventura Parc” intrând în proces de reamenajare.
3. Parcul Valea Trandafirilor (145 ha, inclusiv 9 ha luciu de apă)
Parcul este renumit pentru cele trei lacuri în cascadă legate prin poduri și insulițe. Dispune de un parc de distracții cu roată panoramică, plaje amenajate, zone sportive și locuri de joacă moderne. În perioada 2023–2025 infrastructura parcului a fost reabilitată, păstrându-și statutul de una dintre cele mai vizitate zone verzi ale orașului, în special vara.
4. Parcul Dendrariu (83 ha)
Dendrariul reprezintă o colecție botanică urbană de excepție, cu peste 1000 de specii de arbori și arbuști de pe diferite continente. Parcul include sectoare tematice – autohton, asiatic, european, american – și numeroase colecții floricole (liliac, trandafir, iris etc.). Peisajul este completat de un lac cu nuferi și elemente decorative de inspirație japoneză. În ultimii ani a fost demarat un amplu

program de modernizare ce include instalarea iluminatului LED, reabilitarea aleilor și plantarea a sute de arbori noi ș.a.

5. Parcul „La Izvor” (150 ha)

Cel mai mare și cel mai modern parc al orașului, creat în anii 1972–1973 sub denumirea „Parcul Prieteniei Popoarelor”. În perioada 2021–2023, parcul a trecut printr-o renovare capitală, devenind una dintre cele mai atractive și bine amenajate zone verzi din Chișinău. Dispune de stadioane, terenuri sportive, piste pentru biciclete, locuri de picnic, zone de fitness, plajă modernă și un pod suspendat supranumit „Podul Iubirii”.

Pentru a ilustra starea efectivă a spațiilor verzi, am realizat două studii de caz:

Studiu de caz nr. 1 – Grădina Botanică Națională

Grădina Botanică Națională „Alexandru Ciubotaru” se întinde pe o suprafață de 104 hectare și reprezintă cea mai importantă zonă verde de importanță științifică și recreativă din Chișinău. Înființată inițial în anii 1950 și extinsă ulterior pe amplasamentul actual, grădina combină funcțiile de cercetare științifică, conservare a biodiversității și recreere urbană. Structura sa este organizată pe sectoare tematice, cu rozarium central, lacuri, pajiști și altele, fiind concepută pentru a oferi vizitatorilor o experiență completă și diversificată.

Observațiile din teren, realizate în iunie – noiembrie 2025, arată că grădina păstrează o biodiversitate valoroasă, chiar și la sfârșitul toamnei. Lacurile grădinii găzduiesc rațe sălbatice și alte specii acvatice, în timp ce coniferele și arborii foioși, unele cu vârste de peste 50–60 de ani, mențin un aspect sănătos și vital. În anumite sectoare, vegetația se menține densă și verde, creând un microclimat plăcut pentru vizitatori și contribuind la menținerea calității aerului.

Totuși, studiul a evidențiat și probleme majore de infrastructură și întreținere. Aleile principale sunt crăpate, panourile informative sunt deteriorate sau depășite, iar unele structuri metalice sunt ruginite, inclusiv suporturile pentru panouri sau porți decorative. În mai multe zone, vegetația pare lăsată în voia naturii, iar lipsa investițiilor recente afectează aspectul general și accesibilitatea grădinii. De asemenea, iluminatul public este insuficient, ceea ce limitează utilizarea grădinii în sezonul rece sau în serile mai lungi.

Din punct de vedere educațional și turistic, Grădina Botanică oferă panouri informative, hărți și chiar coduri QR, prin care vizitatorii pot accesa informații digitale despre plante, trasee și colecții. Această combinație de tradiție și modernizare arată eforturile de valorificare a potențialului grădinii, însă acestea sunt încă insuficiente pentru întreaga suprafață și diversitate a sitului.

Studiu de caz nr. 2 – Parcul Dendrariu

Situat în sectorul Buiucani, Parcul Dendrariu se evidențiază prin colecția sa dendrologică impresionantă, cu peste 1000 de specii și forme de plante lemnoase, de origine autohtonă și alohtonă, inclusiv specii exotice. Parcul include alei tematice, grădini specializate, lacuri mici, fântâni, zone sportive și locuri de joacă, oferind oportunități de recreere, educație ecologică și agrement. În perioada 2023–2025 au fost implementate lucrări de modernizare, inclusiv iluminat LED, alei noi și sistem de irigare, iar în toamna 2025 s-au plantat sute de arbori noi. Dendrariul reprezintă astfel un exemplu de spațiu verde bine întreținut, cu un echilibru între funcția recreativă și cea științifică.

În concluzie, municipiul deține un potențial verde semnificativ, care, dacă este valorificat eficient, poate asigura nu doar recreerea și agrementul, ci și conservarea biodiversității și promovarea educației ecologice în comunitate.

Cu toate acestea, studiile de caz realizate în Grădina Botanică Națională și Parcul Dendrariu arată contraste evidente: pe de o parte, există zone bine întreținute, cu colecții valoroase de plante, infrastructură modernizată și facilități pentru recreere și educație ecologică, iar pe de altă parte, anumite spații prezintă semne de degradare, lipsă de investiții și efectele presiunii antropice.

FOTOSINTEZA – PROCES FUNDAMENTAL PENTRU VIAȚĂ

Arina GULEAC, arinaguliak376@gmail.com

*Universitatea de Stat din Moldova, Facultatea de Chimie și Tehnologie Chimică
Departamentul Chimie Industrială și Ecologică Academician „Acad. Gheorghe Duca”*

Fototransformarea energiei solare în energie chimică reprezintă unul dintre cele mai fundamentale procese biochimice de pe Terra, având un rol esențial în menținerea funcționării ecosistemelor, stabilității climatice și ciclurilor biogeochimice. Prin procesul de fotosinteză se produce oxigenul indispensabil respirației organismelor aerobe. În același timp, plantele verzi, algele și unele bacterii fotosintetizatoare au capacitatea de a transforma energia solară în energie chimică stabilă, stocată sub formă de glucoză și alte substanțe organice. Aceste substanțe constituie sursa primară de energie pentru toate formele de viață [1].

Fotosinteza poate fi clasificată în **două tipuri principale**: oxigenică și anoxigenică. Fotosinteza oxigenică este procesul specific plantelor, algelor și cianobacteriilor, în cadrul căruia energia solară este convertită în energie chimică. În prima etapă, susținută de lumina solară, se formează moleculele de ATP și NADPH, necesare fazei de fixare a carbonului. Ulterior, în ciclul Calvin, energia și puterea reductoare furnizate de ATP și NADPH permit fixarea CO_2 și sinteza carbohidraților, contribuind direct la reducerea concentrației dioxidului de carbon din atmosferă și la acumularea biomasei. Un rezultat esențial al fotosintezei oxigenice este eliberarea oxigenului molecular, indispensabil pentru respirația organismelor aerobe. Astfel, fotosinteza reprezintă nu doar sursa principală de oxigen pe planetă, ci și un mecanism fundamental de stabilizare a compoziției atmosferice și a climatului global [1-3].

Fotosinteza anoxigenică, caracteristică unor bacterii specifice precum bacteriile purpurii sau verzi sulfuroase, utilizează ca donori de electroni compuși precum H_2S , H_2 sau molecule organice, generând ca produse secundare sulfați, sulfuri sau alte specii reduse, în funcție de metabolism. Deși aceste procese nu eliberează oxigen, ele sunt esențiale pentru funcționarea ecosistemelor anaerobe, contribuind la ciclurile globale ale carbonului și sulfului. Adaptabilitatea metabolică a acestor organisme demonstrează diversitatea structurală și funcțională a fotosintezei, reflectând modul în care viața a evoluat în condiții extreme, cu resurse limitate de apă și oxigen. Cu toate că fotosinteza anoxigenică este mai puțin eficientă comparativ cu cea oxigenică, importanța ei ecologică este considerabilă, deoarece susține lanțurile trofice microbiene și contribuie la procese de bioremediere naturală [4].

Rolul fotosintezei în ciclul carbonului este esențial, prin transformarea CO_2 atmosferic în carbohidrați, organismele fotosintetizatoare fixează și transferă carbonul din atmosferă în biosferă, generând resurse energetice pentru organismele heterotrofe. Reacțiile luminoase asigură necesarul energetic al fixării carbonului, iar ciclul Calvin convertește carbonul anorganic în compuși organici esențiali. O parte din această biomasă este degradată prin respirație sau descompunere, eliberând din nou CO_2 în atmosferă, însă o fracțiune semnificativă este stocată în soluri sau transformată în depozite sedimentare. Astfel, fotosinteza este principalul regulator al concentrației atmosferice de dioxid de carbon, iar perturbarea acestui proces generează dezechilibre majore în condițiile climatice. În acest context, cercetările moderne se concentrează pe înțelegerea detaliată a mecanismelor naturale de captare și utilizare a carbonului, cu scopul de a le adapta sistemelor tehnologice [1,5].

Importanța fotosintezei este fundamentală atât pentru biologie, cât și pentru funcționarea sistemelor planetare. Acest proces asigură prezența oxigenului în atmosferă și stă la baza tuturor lanțurilor trofice, deoarece plantele, algele și cianobacteriile produc materia organică necesară vieții. Totodată, fotosinteza contribuie la diminuarea concentrației de CO_2 , un gaz cu efect de seră, având astfel un rol esențial în atenuarea schimbărilor climatice și în menținerea echilibrului carbonului în ecosistemele globale [6].

În ultimele decenii, interesul pentru fotosinteza artificială a crescut considerabil. Oamenii de știință încearcă să reproducă sau să adapteze mecanismele naturale ale conversiei luminii solare în energie chimică, cu scopul de a produce combustibili nepoluanți, precum hidrogenul sau metanolul. Sistemele

fotoelectrocatalitice moderne permit separarea apei în hidrogen și oxigen sau reducerea dioxidului de carbon la compuși utili, oferind astfel posibilitatea obținerii unor surse de energie ecologică și durabilă [5,6].

Un exemplu relevant este conceptul de „frunză artificială”, dezvoltat în mai multe centre de cercetare avansată. Acest tip de dispozitiv utilizează materiale semiconductoare și catalizatori pentru a imita funcțiile de bază ale cloroplastului, transformând direct energia solară în energie chimică care poate fi stocată. În prezent, principalele provocări includ creșterea stabilității și durabilității materialelor, optimizarea eficienței conversiei energetice și reducerea costurilor de producere, pentru a permite o aplicare la scară largă [6].

CONCLUZII

1. O înțelegere aprofundată a fotosintezei naturale oferă baza necesară proiectării unor tehnologii inspirate din natură.
2. Fotosinteza oxigenică și anoxigenică constituie mecanismele esențiale pentru funcționarea ecosistemelor și reglarea ciclului carbonului.
3. Adaptarea acestor procese în sisteme artificiale a deschis noi perspective pentru obținerea combustibililor nepoluanți și a compușilor chimici esențiali, reducând dependența de resurse fosile.
4. Deși rămân provocări legate de eficiență, stabilitate și scalare, progresul rapid în domeniul materialelor avansate și al catalizei arată că fotosinteza artificială poate deveni o tehnologie centrală pentru o economie durabilă, cu emisii reduse de carbon.

BIBLIOGRAFIE

1. RAZEGHIFARD, R. *Natural and Artificial Photosynthesis: Solar Power as an Energy Source*. Weinheim: Wiley-VCH, 2013. Disponibil: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781118659892>.
2. VASEASHTA, A., DUKA, Gh., TRAVIN, S. Molecular Oxygen Activation Mechanisms. In: *Fundamental and Biomedical Aspects of Redox Processes*, IGI Global, 2023, vol. 1, pp. 27-38. ISBN 978-166847200-2. Disponibil: <http://dx.doi.org/10.4018/978-1-6684-7198-2.ch002>.
3. LIS, A., GLADKI, V., DUKA, Gh., TRAVIN, S. Indirect photolysis of cysteine and thiourea in the presence of metal ions in the aquatic environment. In: *Inorganica Chimica Acta*, 2024, vol. 560. ISSN 0020-1693. Disponibil: <https://doi.org/10.1016/j.ica.2023.121832>.
4. OZAKI, K., REINHARD, C. T., et al. Anoxygenic photosynthesis and the delayed oxygenation of Earth's atmosphere. In: *Nature Communications*, 2019, vol. 10. Disponibil: https://reinhard.gatech.edu/uploads/5/4/1/0/54106417/ozaki_natcomm_2019.pdf
5. ARDO, S., et al. From natural to artificial photosynthesis. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, 2013, vol. 110, no. 23, pp. 11902–11907. Disponibil: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3627107/>.
6. KOKHAN, O., POKHREL, R. Organic and artificial photosynthesis: Current advancements and future prospects. In: *Frontiers in Plant Science*, 2023, vol. 14. Disponibil: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10807655/>.

Recomandat
Angela LIS, dr., lect. univ.

IMPACTUL PRODUSELOR FARMACEUTICE ȘI COSMETICE ASUPRA MEDIULUI: REZIDURI FARMACEUTICE, BIOACTIVITATEA COSMETICELOR ȘI SOLUȚII DE TRATARE

Beatrice BLEAH, beatrice.bleah15@gmail.com

*Universitatea de Stat din Moldova, Facultatea de Chimie și Tehnologie Chimică
Departamentul Chimie Industrială și Ecologică Academician „Acad. Gheorghe Duca”*

Produsele farmaceutice și cosmetice, deși aduc beneficii incontestabile sănătății și confortului uman, s-au transformat în surse majore de poluare a mediului, datorită rezistenței lor chimice și biologice. Aceste substanțe, cunoscute ca „contaminanți organici emergenți”, pătrund în ecosisteme prin multiple căi – apele uzate provenite din spitale, gospodării și laboratoare, dar și prin eliminarea necorespunzătoare a medicamentelor și produselor cosmetice expirate [1].

În ultimii ani, specialiștii în chimie ecologică au atras atenția că aceste substanțe persistă în mediu perioade îndelungate, menținându-și activitatea biologică și chimică. Ele pot afecta structura ecosistemelor acvatice și solul, prin bioacumulare și biomagnificare, transferându-se pe verticala lanțului trofic și influențând chiar sănătatea umană.

În plus, numeroase cercetări au demonstrat că prezența acestor contaminanți în mediu poate modifica procesele biologice esențiale, cum ar fi fotosinteza și respirația organismelor acvatice. În special, antibioticele reduc activitatea bacteriilor nitrificatoare, încetinind procesele naturale de descompunere a substanțelor organice. Acest fenomen perturbă echilibrul trofic și capacitatea naturală de autoepurare a ecosistemelor [2].

Reziduurile farmaceutice, precum diclofenacul, ibuprofenul, amoxicilina sau hormoni sintetici, prezintă stabilitate ridicată și rezistență la degradarea biologică. Ele persistă în mediul acvatic și terestru, afectând echilibrul natural al ecosistemelor. În mod similar, compușii cosmetici — parabeni, coloranți, surfactanți, filtre UV – pătrund în mediu în timpul utilizării produselor de igienă, formând pelicule la suprafața apelor care reduc oxigenarea și afectează fotosinteza. Astfel, chiar și la concentrații de ordinul microgramelor, aceste substanțe pot produce efecte toxice semnificative asupra florei și faunei acvatice.

Unele dintre aceste substanțe prezintă o mare afinitate la lipidele organismelor, ceea ce facilitează acumularea lor în țesuturi. Pe termen lung, acest proces determină modificări hormonale, stres oxidativ și deteriorarea structurilor celulare, ceea ce explică sensibilitatea ridicată a speciilor acvatice la contaminanții emergenți.

Compușii farmaceutici precum carbamazepina, triclosanul sau 3-benzofenona se pot acumula în țesuturile organismelor acvatice și pot fi transferați către niveluri trofice superioare, afectând pe termen lung sănătatea ecosistemelor. Reziduurile farmaceutice pot interfera cu sistemul hormonal al peștilor și amfibienilor, determinând feminizarea masculilor și perturbarea ciclului reproductiv, iar în cazul organismelor terestre – scăderea fertilității și a diversității genetice [2].

Un exemplu reprezentativ este diclofenacul sodic, un antiinflamator nesteroidian utilizat pe scară largă, identificat în apele reziduale și în organisme acvatice. Din cauza stabilității sale chimice, el rămâne intact în procesele convenționale de epurare, acumulându-se în nămoluri și sedimente. Studiile recente au demonstrat că procesele de oxidare avansată (POA) – precum tratarea prin sistemul Fenton, ozonarea sau fotocataliza TiO_2/UV – pot asigura degradarea completă a acestui compus până la CO_2 și H_2O . Radicalii hidroxil ($\cdot\text{OH}$), generați în cadrul acestor procese, posedă un potențial de oxidare ridicat, de +2,8 V, fiind capabili să distrugă structurile aromatice complexe ale moleculelor farmaceutice și cosmetice [3,4].

Infrastructura de epurare din Republica Moldova rămâne, în mare parte, ineficientă în fața acestor poluanți emergenți. Majoritatea stațiilor de epurare utilizează tehnologii biologice tradiționale, care reduc doar parțial încărcătura organică. Integrarea proceselor POA în treptele terțiare de epurare, împreună cu utilizarea adsorbanților naturali precum biocharul, zeolitul sau argilele modificate, reprezintă soluții moderne

și durabile. Aceste metode pot reduce concentrațiile compușilor farmaceutici cu peste 90%, contribuind la îmbunătățirea calității apelor [4].

Utilizarea combinată a proceselor fizico-chimice cu metode biologice inovatoare, cum ar fi bioreactoarele cu membrane sau sistemele bazate pe microalge, crește eficiența epurării și reduce costurile energetice. În viitor, aceste sisteme hibride pot deveni o alternativă viabilă pentru epurarea apelor contaminate în zonele urbane și rurale.

O direcție promițătoare în acest domeniu este atribuită biotehnologiilor ecologice. Fitoremedierea bazată pe utilizarea plantelor acvatice (*Lemna minor*, *Typha latifolia*) și bioremedierea cu ajutorul microalgelor (*Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus obliquus*) s-au dovedit a fi eficiente în eliminarea antibioticelor și hormonilor sintetici. Integrarea acestor metode în tehnologiile de oxidare avansată conduce la o epurare completă, ecologică și sustenabilă. În paralel, dezvoltarea centrelor naționale de cercetare și parteneriatele internaționale pot accelera aplicarea acestor soluții inovatoare la scară industrială.

Pe lângă inovațiile tehnologice, este esențială implicarea socială și instituțională. Implementarea unui sistem național de colectare a medicamentelor expirate, amplasarea punctelor de colectare în farmacii și spitale, precum și promovarea campaniilor educaționale privind utilizarea rațională sunt măsuri fundamentale pentru reducerea poluării. În același timp, este necesară armonizarea legislației naționale cu directivele Uniunii Europene privind calitatea apei și protecția ecosistemelor.

Educația ecologică joacă un rol crucial în conștientizarea populației. Introducerea disciplinei „Chimia ecologică aplicată” în programele universitare și desfășurarea campaniilor de informare („Nu arunca medicamentele în chiuvetă!”, „Cosmeticele verzi – alegerea ta pentru un viitor curat!”) pot stimula schimbări de comportament și pot consolida responsabilitatea individuală față de mediul înconjurător. Astfel, combinarea educației cu inovația științifică și cu reglementările eficiente poate constitui baza unei tranziții către o economie circulară, cu impact minim asupra mediului.

CONCLUZII

Impactul produselor farmaceutice și cosmetice asupra mediului este un fenomen complex, cu implicații ecologice, economice și sanitare de amploare. Persistența acestor compuși, capacitatea lor de bioacumulare și efectele ecotoxice impun o abordare interdisciplinară. Dintre principalele soluții durabile, pentru reducerea poluării, pot fi menționate modernizarea infrastructurii de epurare, aplicarea proceselor de oxidare avansată și utilizarea biotehnologiilor verzi.

În plus, cooperarea între mediul academic, autoritățile publice, industrie și societatea civilă este indispensabilă. Prin politici coerente, cercetare aplicată și educație ecologică, se poate realiza o gestionare eficientă a poluanților emergenți, reducând presiunea asupra ecosistemelor și asigurând o dezvoltare durabilă. Numai prin acțiune comună și responsabilitate colectivă se poate asigura protecția mediului și sănătatea generațiilor viitoare.

BIBLIOGRAFIE

1. DUCA, Gh., ȚUGUI, T. *Managementul deșeurilor. Aspecte teoretice și practice*. Chișinău: Academia de Științe a Moldovei, 2006. 248 p.
2. DUCA, Gh. *Chimia ecologică. Principii și aplicații*. Chișinău: Tipografia Centrală, 2012, 412 p. ISBN 978-9975-70-643-0.
3. MOCANU, L., GONȚA, M., MATVEEVICI, V. Degradarea/mineralizarea diclofenacului sodic din soluții apoase prin aplicarea fotolizei și a proceselor de oxidare avansată. În: *Studia Universitatis Moldaviae (Seria Științe Reale și ale Naturii)*, nr. 5 (155), 2022, pp. 145-152. ISSN 1814-3237.
4. GONȚA, M., MOCANU, L. Degradarea antibioticelor prin procese de oxidare avansată. În: *Studia Universitatis Moldaviae (Seria Științe Reale și ale Naturii)*, nr. 1 (151), 2022, pp. 130-138. ISSN 1814-3237.

Recomandat
Angela LIS, dr., lect. univ.

PACTUL VERDE EUROPEAN ȘI REPUBLICA MOLDOVA

Beatricia MÎNDRESCU, beatriciamindrescu14@gmail.com
Universitatea de Stat din Moldova, Facultatea de Chimie și Tehnologie Chimică
Departamentul Chimie

În contextul actual al crizei climatice globale, Pactul Verde European (European Green Deal), lansat de Uniunea Europeană în 2019, reprezintă o strategie complexă menită să transforme Europa în primul continent neutru din punct de vedere climatic până în anul 2050. Pactul nu se rezumă doar la reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră, ci vizează o transformare profundă a economiei, a modului de producție și de consum al resurselor, promovând dezvoltarea durabilă, economia circulară și inovația ecologică.

Republica Moldova, deși nu este membră a Uniunii Europene, și-a asumat angajamentul de a se alinia la obiectivele Pactului Verde prin adoptarea unor politici și reforme în domeniul mediului. Prin Acordul de Asociere și cooperarea cu instituțiile europene, țara urmărește modernizarea sectorului energetic, reducerea poluării și creșterea eficienței utilizării resurselor naturale.

Pactul Verde European are mai multe obiective majore: atingerea neutralității climatice până în 2050, tranziția către energie curată și eficientă, implementarea economiei circulare, promovarea agriculturii durabile, protejarea biodiversității, dezvoltarea mobilității sustenabile și asigurarea unei tranziții juste pentru toate regiunile. De asemenea, Pactul promovează diplomația verde și cooperarea internațională, transformând Uniunea Europeană într-un lider global în lupta împotriva schimbărilor climatice.

În Republica Moldova, angajamentele în acest sens s-au concretizat prin documente strategice recente. Strategia de mediu pentru anii 2024–2030, aprobată prin Hotărârea Guvernului nr. 409/2024, stabilește reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră cu cel puțin 70% până în 2030, comparativ cu nivelurile din 1990, și consolidarea sistemului național de monitorizare a mediului. Documentul stabilește direcții clare privind protecția resurselor naturale, gestionarea durabilă a deșeurilor, reducerea poluării aerului și apelor, precum și promovarea educației ecologice. În același timp, Programul de promovare a economiei verzi și circulare (2024–2028), aprobat prin Hotărârea Guvernului nr. 495/2024 prevede tranziția treptată a economiei naționale spre un model durabil, bazat pe reciclare, inovație și eficiență energetică. Printre măsurile propuse se numără: sprijinirea întreprinderilor verzi, dezvoltarea infrastructurii de colectare a deșeurilor, modernizarea proceselor industriale și crearea unor mecanisme de stimulare financiară pentru companiile care adoptă practici sustenabile.

Un alt exemplu relevant îl constituie Planul Național Integrat pentru Energie și Climă (2025–2030), care are ca obiective creșterea ponderii energiei din surse regenerabile la cel puțin 30% din consumul final și reducerea intensității energetice a economiei. Aceste măsuri sunt sprijinite prin programe europene precum EU4Environment Moldova (2020–2025) și prin Parteneriatul Estic Verde, care contribuie la modernizarea infrastructurii ecologice și la promovarea transportului nepoluant.

Progresele sunt deja vizibile: capacitatea totală instalată din surse regenerabile a depășit 600 MW, dintre care peste 400 MW provin din energie solară. În marile orașe, cum sunt Chișinău și Bălți, s-au modernizat rețelele de termoficare, iar investițiile în eficiența energetică sunt în creștere constantă. Totuși, infrastructura energetică rămâne învechită, iar economia Moldovei are încă o intensitate energetică de trei ori mai mare decât media UE, ceea ce impune continuarea investițiilor și consolidarea capacităților instituționale.

Un rol esențial în susținerea tranziției verzi îl are chimia ecologică, care contribuie la dezvoltarea tehnologiilor curate, la reducerea poluării și la valorificarea durabilă a resurselor naturale. Acest domeniu științific oferă soluții practice pentru transformarea deșeurilor în resurse utile, purificarea apelor și reducerea impactului industrial asupra mediului. Un exemplu remarcabil îl constituie proiectul ECOAQUA (2024–2027), desfășurat de Institutul de Chimie al Universității de Stat din Moldova, care are scop sinteza

compozitelor carbonice din surse regenerabile, tratarea apelor uzate și reducerea poluanților industriali. Totodată, cercetările privind procesele de autopurificare a apelor naturale, realizate de specialiști moldoveni, evidențiază modul în care știința aplicată poate contribui la protecția ecosistemelor acvatice.

Importanța acestui domeniu este consolidată și prin activitatea acad. Gheorghe Duca, fondatorul școlii moldovene de chimie ecologică, care a promovat integrarea principiilor verzi în educație, cercetare și industrie. Prin inițiativele sale — inclusiv crearea Catedrei de Chimie Industrială și Ecologică la USM și organizarea conferințelor internaționale dedicate chimiei verzi — s-a dezvoltat o bază solidă pentru formarea specialiștilor capabili să aplice tehnologii sustenabile. De asemenea, evenimente precum „*Chimia versus Ecologia – O privire asupra viitorului sustenabilității*” au contribuit la conștientizarea publicului și a tinerilor cercetători privind rolul științei în atingerea obiectivelor Pactului Verde European.

Chimia ecologică are aplicații practice diverse: utilizarea biomasei agricole pentru producerea biocombustibililor, purificarea apei prin materiale adsorbante naturale (cum ar fi cojile de porumb) și valorificarea deșeurilor solide în cadrul economiei circulare. Astfel de proiecte demonstrează că Republica Moldova poate combina cercetarea științifică, inovația și resursele locale pentru a atinge obiectivele Pactului Verde European.

Pentru consolidarea tranziției verzi, se recomandă intensificarea educației ecologice în școli și universități, crearea unor centre de inovație verde care să unească cercetarea cu industria, precum și stimularea investițiilor private prin politici fiscale favorabile. Totodată, colaborarea internațională și implicarea comunității științifice în procesul decizional sunt esențiale pentru elaborarea unor politici publice eficiente și bazate pe dovezi științifice.

CONCLUZII

Republica Moldova a demonstrat o direcție clară și consecventă în adaptarea la principiile Pactului Verde European. Deși provocările rămân semnificative, progresele realizate în domeniul energiei regenerabile, al economiei circulare și al cercetării ecologice arată că țara se află pe un drum pozitiv spre dezvoltarea durabilă. Integrarea chimiei ecologice în sistemul educațional și în industrie consolidează această tranziție, demonstrând că știința și inovația pot deveni factori decisivi în construirea unui viitor verde, sănătos și prosper pentru Republica Moldova.

BIBLIOGRAFIE

1. Hotărârea Guvernului nr. 409 din 12 iunie 2024 cu privire la aprobarea Strategiei de mediu pentru anii 2024–2030. În: *Monitorul Oficial al Republicii Moldova*, nr. 325–328, art. 650, 30 iulie 2024. [Citat 04.11.2025]. Disponibil: https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=144295&lang=ro.
2. Hotărârea Guvernului nr. 495 din 10 iulie 2024 cu privire la aprobarea Programului de promovare a economiei verzi și circulare în Republica Moldova pentru perioada 2024–2028. În: *Monitorul Oficial al Republicii Moldova*, nr. 332–335, art. 664, 2 august 2024. [Citat 04.11.2025]. Disponibil: https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=144384&lang=ro.
3. Acordul de asociere Republica Moldova – Uniunea Europeană. [Citat 04.11.2025]. Disponibil: <https://mecc.gov.md/sites/default/files/acordul-de-asociere-rm-ue.pdf>.

Recomandat
Iolanta BĂLAN, dr., cercet. șt. coord., lect. univ.

INTEGRAREA PRINCIPIILOR VERZI: REDUCEREA RESURSELOR; EDUCAȚIA ECOLOGICĂ

Cătălina SOCOLOV, lina.socolov123@gmail.com
Universitatea de Stat, Facultatea de Chimie și Tehnologie Chimică
Departamentul Chimie

Chimia ecologică reprezintă una dintre cele mai importante direcții ale științelor moderne, deoarece analizează comportamentul substanțelor chimice în mediu și impactul lor asupra ecosistemelor naturale și antropizate. Într-o perioadă în care omenirea se confruntă cu probleme serioase — poluarea aerului și apei, schimbările climatice, epuizarea resurselor naturale și reducerea biodiversității — această disciplină devine un instrument indispensabil pentru înțelegerea și corectarea dezechilibrelor produse de activitatea umană. Prin caracterul său interdisciplinar, chimia ecologică oferă o imagine integrată a modului în care substanțele se transformă, se dispersează și influențează mediul, constituind baza științifică pentru elaborarea politicilor de protecție a mediului și pentru dezvoltarea unor tehnologii moderne, eficiente și sustenabile.

Un rol central în evoluția acestui domeniu îl are aplicarea principiilor chimiei verzi, un set de norme concepute pentru prevenirea poluării încă de la sursă. Principiile formulate de Anastas și Warner promovează procese chimice bazate pe reducerea deșeurilor, eficientizarea consumului de materii prime, minimizarea toxicității și creșterea eficienței energetice. În acest sens, chimia verde încurajează utilizarea materiilor regenerabile, dezvoltarea proceselor catalitice, proiectarea de produse biodegradabile și adoptarea solvenților ecologici, precum apa sau etanolul. Aceste idei sunt în concordanță cu viziunea lui Gheorghe Duca, unul dintre cei mai importanți promotori ai chimiei ecologice în Republica Moldova, care subliniază necesitatea implementării tehnologiilor cu impact redus asupra mediului și a unui control riguros asupra fluxurilor de substanțe din ecosferă.

În contextul modern, economia circulară completează perfect paradigma chimiei verzi, oferind o strategie practică pentru reducerea riscurilor asupra mediului. Această abordare presupune transformarea deșeurilor în resurse utile, reutilizarea continuă a materialelor și optimizarea fluxurilor industriale astfel încât pierderile să fie minime. Numeroase studii, inclusiv cercetările realizate de Duca și colaboratorii săi, demonstrează că reziduurile agro-industriale — precum borhotul, tărâțele sau zerul — pot fi convertite în produse valoroase, cum ar fi acizii organici, biogazul, bioetanolul sau materialele sorbante. Prin astfel de procese se reduce presiunea asupra resurselor naturale, se limitează poluarea apelor și se promovează dezvoltarea unor biorefinării locale, adaptate realităților economice ale Republicii Moldova.

O altă dimensiune esențială a dezvoltării durabile este reprezentată de strategia de reducere a consumului de resurse. În ultimele decenii, consumul global de materii prime a crescut accelerat, în timp ce resursele sunt tot mai dificil de regenerat. Chimia ecologică propune soluții concrete precum reciclarea chimică și energetică, recuperarea solvenților, utilizarea materiilor prime secundare și înlocuirea reactivilor toxici cu echivalenți biodegradabili. Aceste măsuri contribuie la optimizarea proceselor industriale, la eficiența energetică și la diminuarea poluării, transformând industria într-un sistem mai rațional și mai responsabil.

Un element fundamental pentru a asigura durabilitatea acestor transformări îl constituie educația ecologică. Aceasta nu se limitează doar la transmiterea informațiilor despre protecția mediului, ci urmărește formarea unei culturi ecologice solide și dezvoltarea unor competențe profesionale orientate spre sustenabilitate. Universitățile introduc tot mai multe cursuri dedicate mediului, precum „Chimia mediului”, „Tehnologii curate” sau „Ecotoxicologie”, pentru a pregăti specialiști capabili să înțeleagă riscurile tehnologice și să proiecteze soluții inovatoare. Totodată, educația ecologică are un rol important și la nivelul populației generale, deoarece succesul tehnologiilor verzi depinde și de adoptarea unor comportamente responsabile precum reciclarea, economisirea resurselor sau preferința pentru produse ecologice. Lucrarea propune și câteva direcții inovatoare în domeniul protecției mediului. Printre acestea se numără crearea unor

laboratoare universitare verzi, dotate cu echipamente eficiente energetic și sisteme de recuperare a solvenților, digitalizarea educației ecologice prin platforme interactive cu simulări virtuale, precum și integrarea senzorilor inteligenți și a inteligenței artificiale în monitorizarea poluării în timp real. De asemenea, este subliniată necesitatea modernizării industriei prin tehnologii low-energy, reutilizarea căldurii reziduale, utilizarea biocatalizatorilor și transformarea deșeurilor organice în bioproduse regenerabile.

CONCLUZII

În ansamblu, rezumatul evidențiază faptul că chimia ecologică, susținută de principiile verzi, de economia circulară și de educația ecologică, oferă un cadru coerent și eficient pentru construirea unei societăți durabile. Prin aplicarea acestor concepte, atât la nivel industrial, cât și educațional, se pot reduce semnificativ impacturile negative asupra mediului și se poate promova un model de dezvoltare în care progresul economic și protecția naturii coexistă armonios. Această abordare reprezintă nu doar o necesitate, ci și o oportunitate pentru viitor, în special pentru țările în curs de dezvoltare, unde potențialul de transformare este uriaș, iar beneficiile pentru mediul înconjurător sunt incontestabile.

BIBLIOGRAFIE

4. DUCA, Gh. *Chimie Ecologică: Istorie și realizări*. Chișinău: CEP USM, 2022. Disponibil: <https://duca.md/monografii>; <https://msuir.usm.md/handle/123456789/8033>.
5. TELEUȚĂ, A., DUCA, Gh., STRATAN, A. *Economia mediului și dezvoltarea durabilă*. Chișinău: Centrul Editorial UASM, 2003, 190 p. Disponibil: <https://duca.md/monografii>.
6. DUCA, Gh., COVALIOVA, O., COVACI, E., ROMANCIUC, L., TAȘCA, C. Effect of bioactive additives on biomass fermentation from agro-industrial sector. In: *Journal of Engineering Science*, 2022.
7. DUCA, Gh. *Bazele chimiei ecologice*. Ediția a II-a. Chișinău. Disponibil: <https://duca.md/monografii>.
8. ANASTAS, P., WARNER, J. *Green Chemistry: Theory and Practice*. Oxford University Press, 1998.
6. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). *Green Chemistry Principles*. Disponibil: <https://www.epa.gov/greenchemistry/basics-green-chemistry>.
7. United Nations Environment Programme (UNEP). *Sustainability and Resource Efficiency*. Disponibil: <https://www.unep.org/explore-topics/resource-efficiency/about-resource-efficiency>.

Recomandat

Iolanta BĂLAN, dr., cercet. șt. coord., lect. univ.

БУДУЩЕЕ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Dumitru ZADOIA, dumitru.zadoia@tpa.utm.md
Факультет Пищевых Технологий, Технический Университет Молдовы,
Кишинёв, Республика Молдова
Научный руководитель: Ольга БОЕШТЯН, др., доцент

Ключевые слова: голод, недоедание, продовольственная безопасность, изменение климата, устойчивое развитие.

Мы живём в мире, где ежедневно происходит тысячи событий, косвенно или напрямую меняющие нашу жизнь. Каждый имеет право оставаться вне политических, экономических,

социальных и прочих вопросов. Однако, тема продовольствия будет актуальной всегда. Для нас сейчас еда — это нечто само собой разумеющееся, имеющееся в шаговой доступности в любом виде.

Но нужно понимать, что так было и будет не всегда. Тема голода редко поднимается в СМИ, однако уже сейчас от голода страдают 637 миллионов человек, то есть 8.2 % населения Земли (данные на 2024 год), а от недоедания -2.3 миллиарда человек, и в дальнейшем это число будет увеличиваться, достигнув 840 миллионов в 2030 году, по множеству глобальных причин.

Самое первое, что влечёт за собой всё остальное — это пресная вода. Мы знаем со школы, насколько ограничены в этом жизненно важном ресурсе. Лишь 2.5 % пресной воды содержится на земле, 68.7 % которой заморожено в ледниках, то есть лишь 30 % нам доступно (под землёй), а поверхностные воды составляют 0.3 % от всей пресной воды. Итого, мы имеем приблизительно 113000 км³ невосполняемого, жизненно необходимого ресурса, без которого продолжительность человеческой жизни составляет считанные сутки. За неимением чистой воды, жаждущие пьют из грязных и заражённых природных источников, что хорошо видно на примере африканских государств.

Сколько воды тратится на пропитание населения в год?

-7130 км³ на растениеводство (82 % - осадки)

-280 км³ на животноводство + 4387 км³ для производства кормовых культур и поддержания пастбищ.

Итого, 11797 км³ в год тратится только для производства еды. Это катастрофически много, и поэтому от животного белка нам в ближайшем времени нужно будет отказаться, ибо его производство будет непозволительно дорогим. Однако полноценное развитие и поддержание человеческого организма невозможно и альтернатива уже была найдена.

Помимо этого, практически все растения, употребляемые в пищу - генномодифицированные, либо же являются клонами друг друга (как например, банан). Это не плохо в обычном понимании, но проблема заключается в их уязвимости. Достаточно лишь одной болезни, чтобы уничтожить всю популяцию клонов (как случилось с бананами), а в условиях изменения климата это вполне вероятно. В таком случае, даже на растения будет сложно полагаться.

Вернёмся к белку. Для производства килограмма говядины надо 15000 литров, а для килограмма съедобных насекомых - 1000-2500 литров. Экономия в 5-15 раз, в 100 раз меньше площади необходимо для того же количества белка. В 100 раз меньше выброс парниковых газов (метан, углекислый текст). Корове нужно примерно 8 кг корма, чтобы получить 1 кг массы. Насекомым - 1.5–2 кг корма → 1 кг массы.

Они не тратят энергию на согрев тела, не нуждаются в огромных пастбищах, быстро растут — всё это даёт адскую эффективность.

Некоторые виды (например, личинки чёрной львинки) едят органические отходы, то есть превращают мусор в белок, жир, удобрение. Это фактически рециклинг биомусора в пищу. Аминокислотный профиль у многих насекомых сопоставим с говядиной или рыбой. В них много полноценного белка, железа, цинка, витаминов группы В, омега-жиров.

Животноводство массово использует антибиотики. Насекомоводство — почти нет. Это уменьшает риск формирования антибиотикорезистентных бактерий, которые могут подвергнуть всё человечество риску.

Животные растут месяцами/годами. Насекомые — недели. Скорость оборота — выше, ресурсы — меньше. Можно выращивать вертикально — многоярусно, мясо так не вырастить. Насекомые не переносят болезни, характерные для крупного рогатого скота, свиней или птиц: нет риска коровьего бешенства, птичьего гриппа, свиного гриппа и пр. При масштабировании стоимость падает быстрее, чем у мяса. Корма, площадь, отопление, энергия — всё дешевле. Насекомые куда менее чувствительны к засухам, колебаниям цен на корма, климатическим стрессам. Единственное, что не

позволяет нам принять эту альтернативу — это пищевые привычки, но они забудутся быстро, если будет нечего есть.

Страны, где употребление насекомых в пищу уже либо легализовано, либо широко практикуется:

В 2024 году Сингапур одобрил 16 видов насекомых для употребления человеком: сверчки, кузнечики, мотыльки и др. Насекомые для употребления должны выращиваться в контролируемых условиях.

Европейский Союз - насекомые считаются «новой пищей» (*novel food*) по регламенту ЕС. Утверждены конкретные виды: сверчок (*Acheta domestica*), личинки жука-темного мучного червя (*Tenebrio molitor*), перелётная саранча (*Locusta migratoria*) и др. Некоторые страны ЕС наиболее продвинуты: Бельгия имеет специальные нормы для разведения и продажи. В Нидерландах есть фермы сверчков и мучных червей.

Итальянская компания Nutrinsect получила лицензию на продажу муки из сверчков для потребления человеком. Это стало возможным после согласования с новыми правилами ЕС про «новую пищу».

Таиланд — одна из стран с очень давней традицией потребления насекомых. Также там развиты фермы насекомых (сверчки, кузнечики) для экспорта и внутреннего потребления.

В Китае насекомые традиционно едят (энтомофагия) — это часть культуры питания. Однако законодательство по насекомым может быть сложнее и не везде формализовано, как отдельный «продукт питания».

В ряде африканских стран (например, Камерун, Мадагаскар, Того и др.) употребление насекомых широко распространено, часть традиционной практики.

Австралия и Новая Зеландия Агентство FSANZ (*Food Standards Australia New Zealand*) уже рассматривало некоторые виды насекомых (сверчки, мучные черви и др.) и, в целом, не установило жёстких запретов.

Таким представляется будущее пищевой промышленности. Это может казаться нам дикостью сейчас, но уже завтра наши потомки будут считать дикостью смыл унитаза водой. Это - не сценарий апокалипсиса, а наше будущее, и мы должны быть готовы к нему морально.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. CHOW, A. Restaurants in Singapore may be allowed to serve up to 16 insect species. In: *Time Out Singapore*, 2024. Available: [Time Out Worldwide](#).
2. CNA. Grasshoppers, crickets, mealworms among 16 insect species approved as food in Singapore. In: *Channel News Asia*, 2024. Available: [CNA](#).
3. International Platform of Insects for Food & Feed (IPIFF). *Applicable legislation for edible insects in the EU*. 2022. [Info sheet]. IPIFF. Available: [ipiff.org](#).
4. International Platform of Insects for Food & Feed (IPIFF). (n.d.). *FAQ: Insects as novel foods in the European Union*. IPIFF. Available: [ipiff.org](#).
5. Singapore Food Agency. *SFA approves 16 insect species for human consumption* (as reported in The Star). The Star. 2024. Available: [thestar.com.my](#).
6. Straits Times. *Singapore to approve 16 species of insects ... to be sold as food*. The Straits Times. 2023. Available: [The Straits Times](#).
7. WEIMERS, C. *Question for written answer E-000581/2023 — Insects in food*, European Parliament. 2023. Available: [europarl.europa.eu](#).

INDICATORI CHIMICI AI SCHIMBĂRILOR CLIMATICE

Ecaterina DONEV, donev.katerina17@gmail.com
Universitatea de Stat din Moldova, Facultatea de Chimie și Tehnologie Chimică
Departamentul Chimie

Schimbările climatice reprezintă una dintre cele mai mari provocări ale secolului XXI, cu efecte profunde asupra mediului, economiei și societății. Fenomene precum topirea ghețarilor, creșterea nivelului mării, intensificarea furtunilor și pierderea biodiversității evidențiază dezechilibrul planetei. Dincolo de aceste semnale vizibile, există indicatori chimici care oferă informații esențiale despre modificările climatice. Aerul, apa oceanelor și gheața polară înregistrează amprenta activităților umane – arderea combustibililor fosili, defrișările și industrializarea – iar analiza compoziției chimice a acestor medii permite evaluarea stării actuale a climei și prognoza evoluției acesteia.

Indicatori precum dioxidul de carbon (CO_2), metanul (CH_4), protoxidul de azot, variațiile pH-ului oceanelor și nivelul aerosolilor oferă informații despre efectele activităților antropice și pot fi folosiți pentru reconstrucția trecutului climatic al Pământului, comparând perioadele naturale de încălzire și răcire cu încălzirea accelerată actuală.

Indicatorii chimici ai schimbărilor climatice includ parametri care reflectă modificările atmosferice, oceanice și ale solului. Dioxidul de carbon este un gaz cu efect de seră esențial, a cărui concentrație a crescut de la aproximativ 315 ppm în 1958 la peste 420 ppm în prezent, ca urmare a consumului de combustibili fosili și defrișărilor. CO_2 -ul nu doar monitorizează schimbările climatice, ci reflectă și impactul socio-economic al activităților umane.

Metanul (CH_4), deși are o durată relativ scurtă în atmosferă (~12 ani), are un potențial de încălzire de 84 de ori mai mare decât CO_2 pe termen de 20 de ani. Emisiile antropice provenite din agricultură, deșeuri și sectorul energetic contribuie semnificativ la încălzirea globală, iar reducerea lor oferă beneficii rapide asupra climei și calității aerului.

Aciditatea oceanelor reprezintă un alt indicator crucial. Absorbția CO_2 de către oceane formează acid carbonic, reducând pH-ul și saturarea cu aragonită, mineral vital pentru corali și organisme marine. Aceasta afectează sănătatea ecosistemelor și lanțurile trofice, având consecințe asupra pescuitului și comunităților dependente de resursele marine.

Aerosolii anorganici secundari (SIA), formați prin reacții chimice ale gazelor precursori precum SO_2 , NO_x și NH_3 , influențează direct și indirect clima. Ei pot reflecta radiația solară (efect de răcire) sau absorbi energia (încălzire locală) și modifică proprietățile norilor, afectând cantitatea de energie solară reflectată. Deși impactul lor este mai pronunțat regional, interacțiunea cu gazele cu efect de seră este complexă și importantă pentru echilibrul climatic pe termen scurt și mediu.

Analiza indicatorilor chimici oferă o înțelegere aprofundată a mecanismelor schimbărilor climatice și permite luarea de măsuri preventive. Acești indicatori permit monitorizarea poluării, evaluarea impactului activității umane și optimizarea proceselor care influențează clima.

Metodele de optimizare includ:

- Optimizarea multi-obiectivă (MOO) – permite evaluarea simultană a mai multor parametri interdependenți, cum ar fi eficiența energetică, reducerea deșeurilor și maximizarea randamentului proceselor, oferind soluții echilibrate între performanță și sustenabilitate.

- Optimizarea bazată pe date – utilizează algoritmi avansați, cum ar fi optimizarea Bayes sau rețelele neuronale, pentru a analiza volume mari de date experimentale și a determina condițiile optime de reacție. Această abordare accelerează procesul de cercetare și depășește limitele analizei manuale.

- Monitorizarea proceselor în timp real – oferă posibilitatea ajustării imediate a parametrilor, asigurând stabilitatea și calitatea rezultatelor, precum și reducerea pierderilor.

— Optimizarea unui singur obiectiv – se concentrează pe perfecționarea unui parametru specific, cum ar fi reducerea unei emisii sau atingerea unei valori precise de pH, pentru controlul fin al proceselor.

Propunerile includ crearea de rețele integrate de monitorizare care să măsoare simultan mai mulți indicatori și să transmită date în timp real către platforme centralizate, permițând identificarea rapidă a surselor de poluare. Tehnologiile moderne și inteligența artificială pot prezice evoluția poluării și a gazelor cu efect de seră, ajutând autoritățile să adopte politici preventive și să identifice sectoarele cu impact major asupra mediului. Implicarea societății este esențială: educația, campaniile de informare și aplicațiile de conștientizare pot determina schimbări comportamentale semnificative.

În concluzie, indicatorii chimici sunt instrumente fundamentale pentru monitorizarea și gestionarea schimbărilor climatice. Colectarea și analiza sistematică a acestora permit identificarea surselor de poluare, monitorizarea emisiilor și anticiparea fenomenelor periculoase. Optimizarea metodelor de analiză și utilizarea rețelelor integrate și a tehnologiilor digitale oferă o imagine completă asupra mediului și sprijină luarea de decizii preventive. Colaborarea între cercetători, autorități, industrie și societate este crucială pentru transformarea datelor științifice în acțiuni concrete, protejând mediul și reducând impactul negativ al schimbărilor climatice pentru generațiile viitoare.

BIBLIOGRAFIE

1. NASA. *Mauna Loa Observatory, Hawai‘i*. Goddard Earth Sciences Division, 1 octombrie 2025. Disponibil: <https://earth.gsfc.nasa.gov/acd/campaigns/mauna-loa>.
2. European Environment Agency. *Methane, climate change and air quality in Europe: Exploring the connections*. 27 februarie 2025. Disponibil: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/methane-climate-change-and-air-quality-in-europe-exploring-the-connections>.
3. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). *Climate change indicators: Ocean acidity*. Disponibil: <https://www.epa.gov/climate-indicators/climate-change-indicators-ocean-acidity>.
4. ADEAGA, S. M. A. și colab. Secondary inorganic aerosols: Impacts on the global climate system and human health. In: *British Journal of Innovation*, 2019. Disponibil: <https://medcraveonline.com/BIJ/secondary-inorganic-aerosols-impacts-on-the-global-climate-system-and-human-health.html>.
5. RANGAIAH, G. P., FENG, Z., HOADLEY, A. F. Multi-Objective Optimization Applications in Chemical Process Engineering: Tutorial and Review. In: *Processes*, 8(5), 2020, p. 508. <https://doi.org/10.3390/pr8050508>.

Recomandat
Iolanta BĂLAN, dr., cercet. șt. coord., lect. univ.

REAȚIILE REDOX FUNDAMENTALE ÎN ECOSISTEME

Ekaterina CÎSSA, ekaterinacissa004@gmail.com

*Universitatea de Stat din Moldova, Facultatea de Chimie și Tehnologie Chimică
Departamentul Chimie*

Studiul de față abordează în mod sistematic și aprofundat reacțiile fundamentale de oxidare-reducere (redox) în cadrul ecosistemelor, subliniind importanța lor esențială în reglarea proceselor biogeochimice și menținerea echilibrului ecologic. Procesele redox constituie un segment central al dinamicii chimice naturale, implicând transferul de electroni între agenții reducători și agenții oxidanți, ceea ce determină transformări complexe ale mediului pedologic și acvatic.

Lucrarea oferă o perspectivă integrată asupra rolului acestor reacții în mobilizarea nutrienților, degradarea poluanților și susținerea proceselor biochimice, evidențiind impactul potențialului redox asupra stabilității ecosistemelor. În plus, sunt analizate implicațiile variabilității acestui potențial în contextul presiunilor antropice și al schimbărilor climatice globale, subliniind necesitatea unor metode riguroase de monitorizare și gestionare durabilă a mediului natural.

Reacțiile redox — transfer de electroni între oxidanți și reducători — reprezintă motorul ciclurilor biogeochimice ale carbonului, azotului, sulfului, fierului și manganului în soluri și ape. Potențialul redox (Eh, mV) este indicatorul-cheie al „sănătății” ecosistemelor: valori peste +400 mV indică condiții aerobe cu mineralizare rapidă, formare de humus și auto-purificare eficientă, în timp ce sub +200 mV sau negative creează condiții anaerobe cu formare de H_2S , CH_4 , N_2O , mobilizare excesivă a Fe^{2+} și Mn^{2+} și risc crescut de eutrofizare. În soluri, Eh între +300 și +700 mV susține nitrificarea ($\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NO}_3^-$ prin *Nitrosomonas* și *Nitrobacter*) și păstrarea fertilității datorită humusului stabil; scăderea sub 0 mV activează denitrificarea ($\text{NO}_3^- \rightarrow \text{N}_2$ prin *Pseudomonas*), reducerea sulfatilor ($\text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{H}_2\text{S}$ prin *Desulfovibrio*) și metanogeneza ($\text{CO}_2 \rightarrow \text{CH}_4$ prin *Methanobacterium*), favorizând emisiile de gaze cu efect de seră și toxicitatea pentru plante. Poluarea antropică, excesul de umiditate sau materie organică accelerează aceste tranziții, ducând la pierderea nutrienților, pete ruginii și degradarea structurii solului. În corpurile de apă, profilul redox stratificat — suprafață aerobă versus fund anaerob — reglează auto-purificarea prin oxidarea materiei organice și eliminarea nitraților, iar compușii tiolici (acid tioglicolic, tiouree) modulează Eh-ul, accelerând degradarea poluanților și prevenind acumularea toxinelor. Studiile pe râul Nistru arată că menținerea Eh-ului pozitiv asigură auto-purificarea, în timp ce stratificarea excesivă în lacuri eliberează fosforul legat de fier, stimulând înflorirea algelor. Metodele de măsurare a potențialului redox (Eh) se bazează pe determinarea tensiunii electrochimice în sistem cu ajutorul senzorilor electrochimici speciali și electrozilor, cele mai frecvent utilizate fiind electrozii de platină și de clorură de argint. Măsurătorile se realizează în milivolți și reflectă activitatea chimică a mediului, caracterizând echilibrul proceselor oxido-reducere.

Valoarea Eh depinde de condițiile mediului, cum ar fi pH-ul, conținutul de oxigen și prezența substanțelor reducătoare sau oxidante. În apele naturale, valorile Eh pot varia de la -400 mV, corespunzător condițiilor reductive, până la +700 mV, caracteristice mediilor oxidative. Un Eh pozitiv și ridicat indică o activitate energetică puternică de oxidare, asigurând o mineralizare eficientă a materiei organice și autopurificarea apelor. Valorile negative ale Eh indică predominanța proceselor reductive, asociate cu condiții anaerobe ce favorizează formarea compușilor toxici, cum ar fi hidrogenul sulfurat și metanul.

Pentru evaluarea cuprinzătoare a stării ecosistemului este necesar să se ia în considerare indicatori integrați, incluzând Eh, pH și temperatura, precum și dinamica acestor parametri în timp, care permit identificarea efectelor factorilor antropici și prognoza schimbărilor ecologice. În lucrare se subliniază importanța creării de rețele de monitorizare cu senzor automatizat pentru controlul continuu al Eh în soluri și ape, ceea ce va permite luarea rapidă a măsurilor pentru prevenirea degradării ecosistemelor și optimizarea proceselor de bioremediere și gestionare durabilă a terenurilor agricole. De

asemenea, se recomandă utilizarea datelor Eh pentru dezvoltarea unor practici agricole adaptive și protecția resurselor naturale.

Propunerile proprii concrete și fezabile includ:

Instalarea unei rețele naționale de senzori Eh low-cost în soluri agricole și stații automate pe Nistru pentru date în timp real prin platformă open-source; fertilizare adaptivă pe baza hărților Eh în sistem informațional geografic, reducând pierderile de azot cu 20–30% și emisiile de N_2O ; restaurarea zonelor umede riverane pe minimum 10% din malurile Nistrului ca buffer-e redox naturale pentru absorbția excesului de nutrienți și stabilizarea potențialului; proiecte pilot de bioremediere cu inoculare controlată *Thiobacillus* sau *Desulfovibrio* în soluri poluate cu hidrocarburi, obținând degradare accelerată cu 40–60%; integrarea indicatorilor Eh în sistemele naționale de monitorizare a apelor subterane și irigațiilor pentru prevenirea salinizării și acidifierii; promovarea practicilor agricole conservative (culturi de acoperire, rotație), care mențin Eh stabil prin îmbunătățirea aerisirii solului.

CONCLUZII

Reacțiile redox reprezintă „acumulatorul” și „respirația chimică” a ecosistemelor; monitorizarea, optimizarea și educarea lor oferă soluții practice, accesibile și scalabile pentru o Moldovă sustenabilă, protejând baza vieții pe Pământ de presiunile antropice și climatice. Procesele redox reprezintă un punct esențial în funcționarea ecosistemelor, influențând transformarea chimică a elementelor și compușilor biologici, precum și stabilitatea ciclurilor biogeochimice. Monitorizarea și gestionarea corectă a potențialului redox (Eh) oferă un instrument puternic pentru evaluarea sănătății mediului și pentru prevenirea proceselor degradative, cum ar fi eutrofizarea, toxicitatea crescută și pierderea biodiversității. Valorile optime ale potențialului redox facilitează menținerea echilibrului între procesele aerobe și anaerobe, contribuind la fertilitatea solului și la auto-purificarea apelor. În schimb, dezechilibrele redox cauzate de factori antropici sau condiții naturale duc la modificări chimice și biologice negative, afectând ecosistemele și serviciile acestora. Sistemele integrate de monitorizare bazate pe senzori automați și tehnologiile moderne de bioremediere oferă oportunități reale pentru gestionarea durabilă a resurselor naturale. Implementarea unor practici agricole adaptative și conservatoare, împreună cu restaurarea zonelor umede, sunt strategii cheie pentru stabilizarea potențialului redox și pentru protejarea mediului înconjurător.

Astfel, înțelegerea aprofundată a proceselor redox și aplicarea lor practică în monitorizarea și gestionarea mediului contribuie la dezvoltarea durabilă și reziliența ecosistemelor în fața provocărilor globale. Aceste abordări oferă soluții scalabile, eficiente și accesibile pentru protejarea vieții pe Pământ în contextul schimbărilor climatice și presiunilor antropice.

BIBLIOGRAFIE

1. GLADCHI, V., GOREACEVA, N., DUCA, Gh., BUNDUCHI, E., ROMANCIUC, L., MARDARI, I., BORODAEV, R. The Study of Redox Conditions in the Dniester River. In: *Chemistry Journal of Moldova*, 2008.
2. DUCA, Gh., ROMANCIUC, L., SCURLATOV, I. Redox-state as a parameter of water reservoirs ecological condition. In: *Water Pollution-97*, 1997.
3. BLONSCHI, V., GLADCHI, V., DUCA, Gh., BUNDUCHI, E. Influence of Thiol Compounds on Redox State of Natural Waters in the Republic of Moldova. In: *Environmental and Technological Aspects of Redox Processes*. IGI Global, 2023. DOI: 10.4018/979-8-3693-0512-6.ch004.

Recomandat
Iolanta BĂLAN, dr., cercet. șt. coord., lect. univ.

ЗАГРЯЗЕНИЕ МИКРОПЛАСТИКОМ- ИСТОЧНИКИ И ПОСЛЕДСТВИЯ

Elena DRONIC, lenadronic06@gmail.com

*Universitatea de Stat din Moldova, Facultatea de Chimie și Tehnologie Chimică
Departamentul Chimie Industrială și Ecologică Academician „Acad. Gheorghe Duca”*

Ключевые слова: микропластик, загрязнение, окружающая среда, здоровье человека.

ВВЕДЕНИЕ

Загрязнение микропластиком является одной из самых серьезных экологических угроз XXI века. Микропластик представляет собой мельчайшие частицы пластика размером менее 5 мм, образующиеся при разрушении пластиковых отходов или в результате использования синтетических материалов. В связи с активным ростом производства и ограниченной переработкой пластиковых изделий, частицы микропластика накапливаются во всех компонентах биосферы — воде, почве, атмосфере и живых организмах. Эти микрочастицы способны взаимодействовать с другими загрязнителями и проникать в пищевые цепи, что вызывает обеспокоенность воздействием на здоровье человека и окружающую среду.

Цель данной работы — проанализировать источники образования микропластика, пути его распространения в окружающей среде, а также возможные последствия для экосистем и человеческого здоровья.

Распространение и влияние

В Республике Молдова загрязнение микропластиком усугубляется низким уровнем переработки отходов (около 10%), отсутствием эффективной системы раздельного сбора мусора и несанкционированными свалками. Частицы микропластика способны проникать в организм человека с водой, воздухом и пищей, вызывая воспалительные процессы, гормональные нарушения, окислительный стресс и репродуктивные расстройства.

Микропластик оказывает комплексное негативное воздействие на морские и наземные экосистемы. В морской среде он приводит к физическим повреждениям, нарушению питания и снижению репродуктивной способности у организмов, что в конечном итоге влияет на структуру и устойчивость популяций. В почве микропластик изменяет физико-химические свойства — плотность, пористость и водоудерживающую способность, а также способствует накоплению токсичных веществ и тяжелых металлов. Его длительная сохранность усиливает процессы биоаккумуляции, создавая угрозу для экосистем и здоровья человека.

Методы и пути решения

Для решения проблемы загрязнения микропластиком необходим комплексный и междисциплинарный подход, объединяющий научные, технологические и социально-образовательные меры. На международном уровне реализуются инициативы Организации Объединённых Наций и Европейского Союза, направленные на сокращение одноразового пластика и развитие технологий переработки. Программа ООН «Чистые моря» ориентирована на устранение основных источников загрязнения океанов микропластиком, улучшение управления отходами и повышение общественной осведомлённости. Европейский Союз ввёл запрет на использование микропластика в косметических средствах и инициировал ограничение одноразовых пластиковых изделий, таких как соломинки и столовые приборы.

В Республике Молдова приоритетными шагами являются внедрение системы раздельного сбора отходов, создание мощностей по переработке пластика и реализация образовательных программ, способствующих формированию экологического сознания. Особое внимание должно уделяться повышению уровня информированности населения, поскольку недостаточная осведомлённость остаётся одной из главных преград в борьбе с загрязнением микропластиком.

Среди инновационных методов перспективными являются технологии биоремедиации и нанотехнологии. Исследования показывают, что определённые микроорганизмы и ферменты способны разрушать полимерные структуры до безвредных соединений. Биополимеры и биоразлагаемые материалы, полученные из возобновляемого сырья, могут стать устойчивой альтернативой традиционным пластикам. В области очистки сточных вод эффективно применяются мембранные системы, гидрогели и сорбенты на основе активированного угля, способные улавливать микропластик до его попадания в природные водоёмы.

Кроме того, нанотехнологии предлагают широкий спектр решений — от каталитического разложения микропластика до создания нановолокон и функциональных материалов, способных связывать и нейтрализовать микропластические частицы. Гидрогели, представляющие собой трёхмерные сети гидрофильных полимеров, находят применение не только в биомедицине, но и в технологиях очистки воды, сельском хозяйстве и защите окружающей среды.

ВЫВОДЫ

1. Анализ научных источников показал, что микропластик уже присутствует практически во всех природных средах — воде, воздухе, почве, а также в живых организмах. Его частицы были обнаружены даже в питьевой воде и пищевых продуктах, что свидетельствует о серьёзной угрозе для здоровья человека.
2. Микропластик оказывает негативное воздействие на экосистемы. Он накапливается в почве, влияет на качество воды, нарушает физиологические процессы у животных и растений, а также способствует переносу других токсичных веществ, включая тяжёлые металлы и органические загрязнители.
3. Воздействие микропластика на здоровье человека также вызывает серьёзные опасения. Он может проникать в органы, вызывать воспалительные процессы, гормональные нарушения, воздействовать на нервную и репродуктивную системы, а также повышать риск развития хронических заболеваний.
4. Изучив различные исследования и инициативы, можно прийти к выводу, что решение проблемы микропластика возможно только при комплексном подходе: совершенствовании технологий переработки, внедрении биоразлагаемых материалов, усилении очистки сточных вод и повышении экологического образования населения.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. БУРАК, Л., ПИСАРИК, М., БОГДАНОВ, Н. *Загрязнение микропластиком окружающей среды и потенциальные угрозы для жизни человека*. В: *Научное обозрение. Биологические науки*, №2, 2024, сс. 33-34. ISSN 2500-3399.
2. NAGLE, S. Почему загрязнение пластиком в Молдове выходит из-под контроля: реальные причины появления микропластика в почве и воде. *AboutMoldova.md*. [онлайн]. [Дата обращения 17.10.2025]. Доступно: https://aboutmoldova.md/view_articles_post.php?id=1674.
3. ЯХЬЕВА, М., ЭРГАШЕВА, Ф. *Влияние микропластических частиц на организм*. В: *Теория и практика современной науки*, №10 (88), 2022 [онлайн]. [Дата обращения 18.10.2025]. Доступно: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-mikroplasticheskikh-chastits-na-organizm>.
4. ПУПЫКИНА, В., ЗАХАРОВА, И. *Осторожно – микропластик: влияние на организм человека и окружающую среду*. В: *Педиатрия. Consilium Medicum*, №3, 2024. Доступно: <https://doi.org/10.26442/26586630.2024.3.202959>.
5. GHOSH, S., SINHA, J.K., VASHISTH, K., HAN, S.; BHASKAR, R. Microplastics as an Emerging Threat to the Global Environment and Human Health. In: *Sustainability*, 15(14), 2023. <https://doi.org/10.3390/su151410821>.

Recomandat
Angela LIS, dr., lect. univ.

BIOCOMBUSTIBILII – AVANTAJE ȘI RISCURI ECOLOGICE

Elena RUSU, russulena07@gmail.com

Universitatea de Stat din Moldova, Facultatea de Chimie și Tehnologie Chimică
Departamentul Chimie

În ultimele decenii, creșterea consumului global de energie și dependența excesivă de combustibilii fosili au generat numeroase provocări de mediu. Acestea includ creșterea concentrațiilor de gaze cu efect de seră (GES), intensificarea efectelor schimbărilor climatice și degradarea ecosistemelor naturale. În acest context, dezvoltarea surselor de energie regenerabile devine o prioritate globală, iar biocombustibilii reprezintă una dintre cele mai promițătoare alternative. Obținuți din resurse biologice regenerabile, ei oferă o soluție cu emisii reduse de carbon, în comparație cu combustibilii tradiționali derivați din petrol. Biocombustibilii pot fi clasificați în funcție de materia primă utilizată și tehnologia de producție, în trei generații principale. *Biocombustibilii de primă generație* sunt obținuți din plante alimentare, precum porumbul, sfecla de zahăr, trestia de zahăr sau soia. Bioetanolul produs prin fermentarea zahărului din aceste plante poate fi utilizat ca înlocuitor pentru benzina din transportul rutier, iar biodieselul, obținut prin transesterificarea uleiurilor vegetale, poate înlocui motorina. Aceste procese sunt mature din punct de vedere tehnologic, însă utilizarea culturilor agricole ca materie primă a fost intens criticată, deoarece poate afecta securitatea alimentară și favorizează monoculturile agricole, cu impact negativ asupra biodiversității. *Biocombustibilii de a doua generație* sunt obținuți în principal din biomasă lignocelulozică – materiale necomestibile precum paie, resturi forestiere, rumeguș sau alte deșeuri agricole și industriale. Avantajul major al acestei categorii îl reprezintă faptul că materia primă nu intră în competiție cu lanțul alimentar, iar utilizarea deșeurilor contribuie la reducerea poluării și la valorificarea eficientă a resurselor. Totuși, transformarea biomasei lignocelulozice în biocombustibili necesită procese avansate și costisitoare de pretratare, hidroliză și fermentație, care încă prezintă provocări tehnice. Procesul necesită enzime specifice și condiții controlate de reacție, iar subprodusele formate pot avea efect toxic asupra microorganismelor implicate în fermentație. Cea mai inovatoare categorie este reprezentată de *biocombustibilii de a treia generație*, produși din microalge și alte microorganisme fotosintetice. Aceste organisme pot acumula cantități semnificative de lipide și carbohidrați, utilizabile pentru fabricarea biodieselului, respectiv bioetanolului. Avantajul major constă în faptul că microalgele nu necesită teren arabil și pot fi cultivate în bazine artificiale cu apă sărată sau chiar ape reziduale. În plus, acestea pot absorbi dioxid de carbon din atmosferă sau din gaze industriale, contribuind la reducerea emisiilor. Totuși, dezvoltarea acestei tehnologii la scară industrială este încă în fază de cercetare, iar eficiența energetică a procesului depinde de utilizarea unor surse regenerabile pentru energia necesară extracției și uscării biomasei. Procesul de producere a biocombustibililor implică metode specifice, dintre care cele mai utilizate sunt:

- *Fermentație* – pentru bioetanol (din zaharuri și amidon).
- *Transesterificare* – pentru biodiesel (din uleiuri vegetale și grăsimi).
- *Digestie anaerobă* – pentru biogaz (din deșeuri organice).
- *Conversie electrochimică* – pentru hidrogen verde.
- *Aditivi bioactivi*.

Conform unor studii recente, utilizarea aditivilor bioactivi poate stimula procesele de fermentație cu 20–25%, datorită intensificării activității microorganismelor. Acești aditivi includ enzime, metaboliți secundari sau aminoacizi care îmbunătățesc eficiența conversiei biomasei în combustibil. În același timp, tehnologiile verzi integrate permit utilizarea combinată a fermentării biologice și a electrolizei apei pentru obținerea hidrogenului, oferind o soluție energetică mixtă, eficientă și cu emisii foarte reduse. Utilizarea biocombustibililor generează o serie de avantaje ecologice și economice: reducerea emisiilor de dioxid de carbon, valorificarea deșeurilor agricole și industriale, utilizarea resurselor regenerabile, dezvoltarea industriei verzi în mediul rural și creșterea independenței energetice. Pe termen lung, adoptarea

biocombustibililor poate facilita trecerea la economia circulară, în care resursele sunt reutilizate în mod inteligent, iar deșeurile sunt transformate în resurse valoroase. Cu toate acestea, biocombustibilii prezintă și riscuri ecologice. Extinderea necontrolată a culturilor energetice poate duce la defrișări, la degradarea solului și la pierderea biodiversității. Unele procese de transformare a biomasei sunt energointensive și pot genera reziduuri toxice care poluează solurile și apele, dacă nu sunt gestionate corespunzător. De asemenea, impactul pozitiv al biocombustibililor este diminuat semnificativ dacă energia utilizată în procesul de producție provine din surse neregenerabile. Pentru a reduce aceste riscuri, este necesară elaborarea unui cadru legislativ clar care să reglementeze producerea și utilizarea biocombustibililor, promovarea culturilor sustenabile, utilizarea responsabilă a apei și implementarea tehnologiilor circulare de valorificare a deșeurilor. Totodată, este importantă educarea publicului și implicarea comunității în adoptarea unor practici energetice responsabile, deoarece orice tehnologie ecologică depinde de nivelul de conștientizare și de acceptare socială.

CONCLUZII

În concluzie, biocombustibilii reprezintă o parte esențială a tranziției către o economie verde, oferind oportunități pentru reducerea emisiilor poluante și valorificarea deșeurilor într-un sistem energetic sustenabil. Succesul implementării lor depinde de inovația tehnologică, cooperarea dintre mediul academic, industrie și autorități, și de educația ecologică a consumatorilor. Biocombustibilii ne provoacă să schimbăm modul în care interacționăm cu resursele naturale – nu doar să le consumăm, ci să le transformăm în mod responsabil pentru binele generațiilor viitoare.

BIBLIOGRAFIE

1. DEMIRBAS, A. Progress and recent trends in biofuels. In: *Progress in Energy and Combustion Science*, 33(1), 2007, pp. 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.pecs.2006.06.001>.
2. MUNTEANU, N., BLONSCHI, V. Obținerea prin proces biotehnologic a etanolului din deșeuri vegetale. Chișinău: Universitatea de Stat din Moldova, Facultatea de Chimie și Tehnologie Chimică, Departamentul Chimie Industrială și Ecologică „Acad. Gheorghe Duca”. [Accesat 09.11.2025]. Disponibil: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/Rezumatele_Biotehnologiile%2B%C8%99i%2Btendin%C8%9Bele%2Bactuale2025.pdf#page=36.
3. DUCA, Gh., COVALIOV, V., COVALIOVA, O. Novel Materials and Reactors for the Efficient Electrochemical Production of Hydrogen. In: *Environmental Engineering and Management Journal*, 21(6), 2022, pp. 1037–1046. Disponibil: <http://www.eemj.icpm.tuiasi.ro>.
4. DUCA, Gh., COVALIOVA, O., COVACI, E., ROMANCIUC, L., TAȘCA, C. Effect of bioactive additives on biomass fermentation from agro-industrial sector. In: *Journal of Engineering Science*, Cat. B+, 29(3), 2022, pp. 176–188. [https://doi.org/10.52326/jes.utm.2022.29\(3\).15](https://doi.org/10.52326/jes.utm.2022.29(3).15).

Recomandat
Iolanta BĂLAN, dr., cercet. șt. coord., lect. univ.

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ПИЩЕВЫХ ОТХОДОВ В КОМПОСТ И БИОГАЗ-ЭКОЛОГИЧНОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ПИТАНИЯ

Elizaveta CERNOMOREȚ^{*1}, Anna CHIRIAC¹, Tatiana CULEVA¹
*Departamentul Alimentație și Nutriție, Facultatea Tehnologia Alimentelor,
Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova*

**Autor corespondent: Elizaveta CERNOMOREȚ, elizaveta.cernomoret@an.utm.md
Conducător științific: Tatiana CAPCANARI, dr., conf. univ.*

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время ежегодный объём пищевых отходов составляет около 1,6 миллиарда тонн, что составляет около 1,2 триллиона долларов убытков. 50-60 % из них составляют отходы после потребления. Ожидается, что в течение следующего десятилетия мировое производство пищевых отходов увеличится на 33% [1].

Говоря о классах опасности, данная проблема относится к 3-5 классам, то есть средней или малой опасности. Несмотря на относительную безопасность пищевых отходов, их утилизация – вопрос крайне актуальный и даже проблематичный. Пищевые отходы, попадающие на свалки, производят большое количество метана — более мощного парникового газа, чем даже CO₂. Избыточное количество парниковых газов, таких как метан, CO₂ и хлорфторуглероды, поглощает инфракрасное излучение и нагревает атмосферу Земли, вызывая глобальное потепление и изменение климата. Стоит отметить, что разложение пищевых отходов является опасным и за счет своей длительности. Органика, оказавшись на природе, не «исчезнет» за считанные дни. Сроки разложения могут составлять и несколько лет. Например, яблочной кожуре потребуется 2 месяца, цитрусовой цедре — 1,5-2 года, а кости будут гнить до 5-6 лет. Чем дольше длится данный процесс, тем больше урона наносится Земле.

Целью данной работы является определения влияния пищевых отходов и рациональное, экологическое решение данной проблемы для спасения нашей планеты.

Экологические пути решения проблемы пищевых отходов: получение компоста и биогаза

В связи с губительным действием выбросов пищевых отходов и наличием в них пищевой ценности, были выявлены несколько направлений по повторному использованию. Одним из решений данной проблемы является производство компоста. Производство компоста — самый эффективный метод утилизации органических отходов, требующий минимальных вложений. Компостирование не только спасает планету от пищевых отходов, но и является натуральным удобрением, используемым для восстановления плодородия почвы.

Особым аспектом компостирования является количество технологических вариантов, которые можно использовать, от полномасштабных установок до небольших компостеров. В связи с этим интерес к компостированию в домашних условиях или в масштабах сообщества в последние годы потенциально растёт, поскольку оно позволяет самостоятельно управлять органическими отходами и получать компост, который может быть использован тем же производителем [2].

В ходе перегнивания мусор проходит несколько стадий обезвреживания. Тепло, которое выделяется при разложении, очищает биомассу от личинок насекомых и других вредителей, а также «стерилизует» удобрение от патогенных бактерий. Сырьё, полученное в процессе такой переработки, идеально подходит для восстановления «обеднённых» почв. Для компостирования мусора требуется качественная сортировка исходного сырья и довольно длительное время. При искусственном ускорении процесса расщепления органики, себестоимость компоста возрастает.

На местном уровне, в селах, поселках компостирование не требует никаких затрат и денежных вложений, представляет собой создание кучи, куда скидываются все пищевые отходы, все перегнивает за несколько месяцев и в дальнейшем используется в садах и т.д.

На глобальном уровне, получение компоста минимальных, но требует вложений в покупке оборудования. Органические отходы (остатки пищи, продукты жизнедеятельности сельскохозяйственных животных, растения и пр.) складываются в специальных валках и туннелях. Устройства туннельного типа, как правило, укомплектованы системой вентиляции и поворотными механизмами.

Любое купленное оборудование должно выполнять только 3 требования: воздухопроницаемость, оптимальная увлажненность, обустройство дренажа.

Вторым способом рационально и полезно использовать пищевые отходы — это получение из них биогаза. Биогаз — это горючий газ, образующийся при разложении органических отходов в бескислородной среде, анаэробное сбраживание. Он состоит в основном из метана (~55-75%) и углекислого газа (~25-45%). Процесс происходит в герметичных емкостях с участием микроорганизмов, которые расщепляют органику на простые соединения. Качество газа оценивается по содержанию метана. При глубокой очистке в биогазе может содержаться более 90% метана, что не уступает качеству природного газа. Из произведенного биогаза можно получить электроэнергию или тепло. Как дополнение в результате переработки получают высокоэффективные удобрения. Это позволяет обеспечить населенный пункт, вблизи которого находится производственный комплекс, тепло- и электроэнергией, а также снабдить местные фермы растительными удобрениями.

Простейшая биогазовая установка состоит из реактора, куда подаются отходы с помощью насоса или загрузчика. В реакторе находятся бактерии, которые перерабатывают органические отходы в биогаз. Он получается в результате брожения биологической массы. Установка для получения биогаза не наносит вреда окружающей среде. Реактор, где происходит брожение, полностью герметичен, его работа безопасна для людей и экологии.

На производство биогаза может влиять содержание питательных веществ в пищевых отходах, в частности, углеводов, белков и липидов. Исследования показали, что липиды дают наибольшее количество биогаза. Однако из-за их медленной биоразлагаемости для завершения процесса требуется более длительное время удерживания [3].

Исходя из данных таблицы о биогазовой ценности из разного сырья, наиболее ценным является технический жир. При его переработке выходит 1392 м^3 биогаза из 1 тонны сырья. При переработке отходов переработки подсолнечника (прессованный кусками) выходит 550 м^3 из 1 тонны сырья, из зерноотходов (пшеница) выходит 517 м^3 из 1 тонны сырья.

ВЫВОДЫ

Пищевые отходы представляют собой значимую экологическую проблему современности, оказывая негативное воздействие на климат и состояние окружающей среды за счёт выделения метана и углекислого газа при разложении органики. Их нерациональное захоронение способствует усилению парникового эффекта и ускоряет процессы глобального потепления. Рациональное управление пищевыми отходами может стать эффективным инструментом устойчивого развития. Наиболее перспективными направлениями их переработки являются компостирование и получение биогаза, которые позволяют одновременно решать экологические и экономические задачи. Компостирование способствует восстановлению плодородия почв и снижению объёмов отходов, а производство биогаза обеспечивает получение возобновляемой энергии и органических удобрений.

Внедрение данных технологий как на промышленном, так и на бытовом уровне способствует снижению углеродного следа, рациональному использованию природных ресурсов и формированию экологической культуры населения. Таким образом, переработка пищевых отходов является не только экологически оправданным, но и социально значимым направлением, обеспечивающим переход к замкнутой биоэкономике и устойчивому будущему.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. FATEMEH, H.P., YASSIR T.M. A review of post-consumption food waste management and its potentials for biofuel production. In: *Energy Reports*, Volume 7, 2021, pp. 7759-7784. ISSN 2352-4847. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2021.10.119>.
2. SÁNCHEZ, A. Decentralized Composting of Food Waste: A Perspective on Scientific Knowledge. In: *Frontiers in Chemical Engineering*, Volume 4, 2022. <https://doi.org/10.3389/fceng.2022.850308>.
3. CHEW, K.R., LEONG, H.Y., KHOO, K.S. *et al.* Effects of anaerobic digestion of food waste on biogas production and environmental impacts: a review. In: *Environ Chem Lett* **19**, 2021, pp. 2921–2939. <https://doi.org/10.1007/s10311-021-01220-z>.

ENERGIA HIDROGENULUI ȘI FOTOSINTEZA ARTIFICIALĂ

Gabriel CUCIUC, gabi.cuciuc@mail.ru

*Universitatea de Stat din Moldova, Facultatea de Chimie și Tehnologie Chimică
Departamentul Chimie*

Hidrogenul și fotosinteza artificială sunt considerate tehnologii esențiale pentru tranziția energetică globală, oferind o soluție curată pentru reducerea emisiilor de carbon și înlocuirea combustibililor fosili. Hidrogenul, ca vector energetic, are densitate energetică ridicată și eliberează doar vapori de apă la utilizare. Fotosinteza artificială, inspirată din procesele naturale ale plantelor, urmărește conversia energiei solare în energie chimică stocată în hidrogen sau alți combustibili solari.

Contextul energetic global

Creșterea continuă a cererii de energie, industrializarea și urbanizarea au menținut dependența de sursele fosile, care încă reprezintă peste 80% din consumul global. Emisiile masive de CO₂ accelerează schimbările climatice, iar sursele regenerabile prezintă provocări legate de stocarea și intermitența producției. Hidrogenul este propus ca soluție pentru echilibrarea sistemelor energetice bazate pe energii regenerabile, în special atunci când este produs prin electroliza apei alimentată de energie verde.

Hidrogenul ca vector energetic

Hidrogenul este cel mai răspândit element din Univers și are o densitate energetică masivă de aproximativ 120 MJ/kg, de trei ori mai mare decât benzina. Aplicațiile sale includ transportul cu pile de combustie, producția de energie electrică și termică, precum și utilizări industriale. Principalele provocări sunt stocarea la presiuni mari sau temperaturi criogenice și infrastructura insuficient dezvoltată de distribuție.

Electroliza apei și catalizatorii utilizați

Electroliza este metoda principală de producere a hidrogenului verde. Cele mai studiate tehnologii sunt:

- Electrolizoare alcaline (AEC) – mature, costuri reduse, eficiență 60–70%.
- Electrolizoare PEM – densitate de curent mare și răspuns rapid la variațiile de sarcină, dar costuri ridicate din cauza catalizatorilor pe bază de Pt și Ir.
- Electrolizoare SOEC – funcționează la temperaturi înalte, atingând eficiențe de peste 80%, dar prezintă provocări de stabilitate a materialelor.

Catalizatorii pot fi metalici (Pt, Ir, Ni, Co, Mo) sau nemetalici/compozite (grafen, carburi, sulfizi), având rolul de a reduce energia de activare și de a crește viteza reacțiilor electrochimice.

Fotosinteza naturală și inspirația tehnologică

Fotosinteza naturală transformă energia solară în energie chimică prin faza luminoasă și faza întunecată (Ciclul Calvin). Aceste mecanisme au inspirat conceptul fotosintezei artificiale, în care materialele semiconductoare și catalizatorii separă apa în hidrogen și oxigen sub acțiunea fotonilor.

Fotosinteza artificială și celulele PEC

Celulele fotoelectrochimice (PEC) utilizează semiconductori cu band gap optim (TiO_2 , Fe_2O_3 , WO_3 , BiVO_4) și catalizatori pentru reacțiile de evoluție a hidrogenului (HER) și oxigenului (OER). Structurile nanometrice cresc suprafața activă și reduc recombinarea electron-gol. Sistemele hibride organo-anorganice permit absorbția îmbunătățită a spectrului vizibil și eficiențe superioare.

Provocări tehnologice și economice

Limitările actuale includ:

- eficiență redusă (10–15% în medie),
- degradarea catalizatorilor sub lumină și reacții chimice,
- costuri mari ale materialelor, în special Pt și Ir,
- lipsa infrastructurii sigure de stocare și transport al hidrogenului.

Standardizarea proceselor, reducerea costurilor și creșterea durabilității materialelor sunt obiective prioritare.

Aplicații și perspective viitoare pentru Hidrogenul verde:

- transport cu pile de combustie;
- generarea de energie electrică;
- sinteza amoniacului, metanolului și combustibililor sintetici;
- sisteme energetice descentralizate în zone izolate.

Progresele în materiale semiconductoare, catalizatori și proiectarea celulelor PEC vor face posibilă implementarea hidrogenului ca pilon al economiei energetice globale.

CONCLUZII

Hidrogenul și fotosinteza artificială reprezintă tehnologii strategice pentru un viitor energetic sustenabil. Deși există provocări tehnice și costuri ridicate, cercetările în sisteme hibride, nanomateriale și cataliză avansată indică perspective favorabile pentru adoptarea la scară industrială și reducerea impactului asupra mediului.

BIBLIOGRAFIE

1. POPESCU, I. *Energia hidrogenului și aplicațiile sale*. București: Editura Tehnică, 2020.
2. IONESCU, M. Fotosinteza artificială: concepte și aplicații. In: *Revista de Chimie*, 2022.
3. VASILESCU, D. *Catalizatori pentru electroliza apei*. București: Editura Academiei Române, 2021.
4. RADU, A. *Sisteme fotoelectrochimice moderne*. București: Editura Universitară, 2023.
5. European Hydrogen Energy Association. Disponibil: <https://www.h2europe.org>. [Accesat 22.11.2025].
6. KUMAR, N., AEPURU, R., LEE, S.-Y., PARK, S.-J. Advances in Catalysts for Hydrogen Production: A Comprehensive Review of Materials and Mechanisms. In: *Catalysis Today*, 2024. Disponibil: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov>.
7. LE, A. H., GUILLOMAITRE, N. Artificial Photosynthesis: A Review of the Technology, Application, Opportunities and Challenges. In: *Journal of Solar Research*, 2025. Disponibil: <https://jsr.org>.
8. A Brief Review of Hydrogen Production Methods and Their Challenges. In: *Energies*, 2023. Disponibil: <https://www.mdpi.com>.
9. Catalytic Production of Renewable Hydrogen for Use in Fuel Cells. In: *Topics in Catalysis*, 2022. Disponibil: <https://link.springer.com>.
10. The Bright Future of Solar Driven Hydrogen Production. In: *Frontiers in Science*, 2024.

Recomandat
Iolanta BĂLAN, dr., cercet. șt. coord., lect. univ.

AGRICULTURA ECOLOGICĂ ȘI DEZVOLTAREA DURABILĂ

Gabriela HAHULEAC, hahuleac.gabriela@gmail.com
Universitatea de Stat din Moldova, Facultatea de Chimie și Tehnologie Chimică
Departamentul Chimie

Agricultura ecologică reprezintă un sistem complex de producție orientat spre protejarea mediului, menținerea echilibrului natural și obținerea unor produse sigure și nutritive. Ea se bazează pe practici care exclud pesticidele și îngrășămintele chimice de sinteză, punând accent pe resurse regenerabile, fertilizare organică și metode biologice de protecție a plantelor. În Republica Moldova, dezvoltarea agriculturii ecologice este susținută de condiții naturale favorabile – soluri fertile, un nivel scăzut al poluării și tradiții agricole pastrate timp de generații. Cu toate acestea, suprafețele cultivate ecologic sunt încă reduse comparativ cu alte state europene, ceea ce evidențiază necesitatea intensificării politicilor de susținere, instruire și investiții în acest sector. Agricultura durabilă se înscrie în obiectivele dezvoltării durabile, care presupun satisfacerea nevoilor societății fără a compromite capacitatea generațiilor viitoare de a-și asigura resursele necesare existenței [1,2].

Beneficiile agriculturii durabile sunt multiple și vizează atât mediul, cât și sănătatea populației și economia agricolă. În primul rând, reducerea utilizării pesticidelor și a îngrășămintelor sintetice contribuie la protejarea biodiversității și a resurselor naturale. Practici precum rotația culturilor, folosirea compostului, acoperirea solului și utilizarea culturilor verzi îmbunătățesc structura solului și fertilitatea sa. Solurile sănătoase joacă un rol major în menținerea echilibrului ecologic, oferind nutrienții necesari plantelor, facilitând filtrarea apei și contribuind la stocarea carbonului. Un hectar de teren arabil poate găzdui până la 25 de tone de biomasă microbiană, ceea ce demonstrează activitatea biologică intensă și rolul solului în transformarea materiei organice [3]. Prin menținerea acestor funcții, solurile sănătoase asigură recolte stabile, rezistență în fața schimbărilor climatice și reducerea dependenței de substanțe chimice.

Agricultura conservativă reprezintă o direcție esențială în gestionarea durabilă a solurilor. Ea se bazează pe trei principii fundamentale: perturbarea minimă a solului, menținerea permanentă a unui strat protector de resturi vegetale și diversificarea culturilor prin rotație. Perturbarea minimă a solului previne distrugerea agregatelor naturale, menține porozitatea și permite dezvoltarea microorganismelor benefice. Acoperirea solului cu resturi vegetale reduce evaporarea apei, moderează temperatura, limitează eroziunea și previne instalarea buruienilor. În același timp, culturile de acoperire contribuie la fixarea azotului, reciclarea nutrienților și îmbunătățirea activității microbiologice. Diversificarea culturală previne epuizarea nutrienților, întrerupe ciclurile dăunătorilor și contribuie la o utilizare mai eficientă a resurselor naturale [4].

Reducerea pesticidelor constituie un obiectiv central al practicilor ecologice. Deși pesticidele tradiționale contribuie la protecția culturilor, efectele lor negative asupra sănătății umane și mediului sunt semnificative. În Republica Moldova se utilizează anual peste două mii de tone de pesticide, iar în unele regiuni intensitatea depășește 4,6 kg/ha, ceea ce crește riscul intoxicațiilor și contaminării alimentelor [5]. Pentru combaterea dăunătorilor se pot aplica metode alternative precum controlul biologic (utilizarea organismelor prădătoare), extracte naturale, plante companion și tehnici de monitorizare localizată. Pentru prevenirea bolilor fungice pot fi utilizate extractele de usturoi, ardei iute sau ciupercile antagoniste. În ceea ce privește buruienile, mulcirea organică și plivitul mecanic reprezintă alternative eficiente. Aceste metode reduc riscul poluării, mențin fertilitatea solului și protejează organismele utile ecosistemului [6].

Certificarea produselor ecologice constituie o etapă esențială pentru accesul pe piețele europene. Procesul presupune verificarea respectării normelor ecologice, audituri periodice și trasabilitatea completă a produselor. Organisme precum Ecocert, Bio Inspecta, KIWA BCS sau Control Union Dnjestr se ocupă de certificarea fermierilor din Republica Moldova. În perioada 2019–2020, cele mai multe exploatații au fost certificate de Control Union Dnjestr și Certificat ECO [7]. Certificarea permite agricultorilor să valorifice recoltele la prețuri mai mari și să pătrundă pe piețe în care consumatorii apreciază produsele naturale și

sustenabile. În Uniunea Europeană, consumul de produse ecologice este în continuă creștere, ceea ce reprezintă o oportunitate majoră pentru producătorii moldoveni.

Accesul pe piețele europene este consolidat prin Acordul de Asociere RM–UE și DCFTA, care facilitează exporturile prin eliminarea barierelor tarifare, armonizarea standardelor și modernizarea sistemelor de control și certificare. Moldova poate exporta numeroase produse agricole în UE fără taxe vamale, iar modernizarea continuă a sectorului agricol este esențială pentru competitivitatea internațională. Implementarea tehnologiilor moderne, atragerea investițiilor străine și identificarea produselor cu potențial ridicat pentru export reprezintă direcții prioritare pentru dezvoltarea durabilă a agriculturii [8].

În concluzie, agricultura ecologică reprezintă o soluție viabilă și necesară pentru dezvoltarea durabilă a Republicii Moldova. Aceasta contribuie la protecția solului, reducerea poluării, obținerea unor produse alimentare sigure și consolidarea economiei agricole. Investițiile în tehnologii ecologice, formarea fermierilor, extinderea suprafețelor certificate și modernizarea infrastructurii comerciale sunt pași esențiali pentru valorificarea potențialului agricol al țării. Agricultura durabilă nu oferă doar beneficii imediate, ci reprezintă o garanție pentru viitorul generațiilor următoare, asigurând un model agricol eficient, echilibrat și prietenos cu mediul.

BIBLIOGRAFIE

1. PALADE, A., DARII, D. *Practici ecologice în agricultură*. Chișinău: PNUD Moldova, 2021. 38 p.
2. TIMOFTI, E., MEMEȚ, D. Dezvoltarea durabilă a agriculturii Republicii Moldova: probleme, realizări, perspective.
3. BOINCEAN, B. Sănătatea solului – veriga de bază în asigurarea sănătății plantelor. In: *Protecția plantelor – realizări și perspective*, Ed. 40, 2009, nr. 40, pp. 7–19. Disponibil: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/7-19_7.pdf. [Accesat 22.11.2025].
4. RURAC, M., ZBANCĂ, A., BALTAG, G., BACEAN, I., CAZMALÎ, N., BOSTAN, M. *Agricultura conservativă – soluție indispensabilă pentru conservarea solului și adaptarea la schimbările climatice*. Chișinău, 2021. Disponibil: <https://repository.utm.md/>... [Accesat 22.11.2025].
5. DUCA, Gh., BALMUȘ, V. Diversificarea „4D” a surselor de finanțare a științei și inovării în Republica Moldova. In: *Idei și valori perene în științele socio-umane: Studii și cercetări*. Inst. de Cercetări Economice și Sociale „Gh. Zane”, Academia Română – filiala Iași. Cluj-Napoca, 2012, pp. 151–164.
6. CAPITANU, D. Utilizarea pesticidelor în agricultura Republicii Moldova. In: *Chimia ecologică și a mediului*, Ediția 20, Chișinău: Centrul Editorial-Poligrafic al USM, 2022, pp. 13–14. ISBN 978-9975-62-467-1.
7. IGNAT, G. Analiza actorilor cheie din sectorul producției agricole ecologice din Republica Moldova. In: *Creșterea economică în condițiile globalizării*, Ediția 16, Vol. 1, Chișinău: INCE, 2022, pp. 466–477. ISBN 978-9975-3583-7-8. DOI: <https://doi.org/10.36004/nier.cecg.I.2022.16>.
8. SÂRBU, O., ZAHARCO, S. Promovarea produselor agroalimentare autohtone pe piețele externe. In: *Dezvoltarea relațiilor comerciale din perspectiva integrării economice a Republicii Moldova în circuitul economic internațional*, Vol. 1, Chișinău: Complexul Editorial INCE, 2017, pp. 65–70. ISBN 978-9975-3171-5-3.

Recomandat

Iolanta BĂLAN, dr., cercet. șt. coord., lect. univ.

SINTEZA ȘI CERCETAREA FT-IR A UNOR AZOMETINE PE BAZA BENZOCAINEI CU ACȚIUNE ANTIMICROBIANĂ

Iana PINTELEI, ianapintelei@gmail.com

*Universitatea de Stat din Moldova, Facultate de Chimie și Tehnologie Chimică,
Specialitatea biofarmaceutică*

Dezvoltarea medicamentelor noi urmărește identificarea unor soluții terapeutice mai eficiente, mai puțin toxice și mai ușor de administrat, adaptate unui spectru larg de probleme de sănătate. În prezent domeniul farmaceutic are o valoare foarte importantă, deoarece implică descoperirea și perfecționarea tratamentelor pentru maladiile deja existente, precum cancerul, afecțiunile cardiovasculare sau infecțiile, precum și dezvoltarea unor terapii noi pentru bolile rare sau greu de tratat. De asemenea, un obiectiv major este creșterea nivelului de siguranță al medicamentelor existente și reducerea efectelor adverse nedorite.

Benzocaina, denumită și anestezina (IUPAC: 4-aminobenzoat de etil) este un anestezic local din categoria esterilor, este utilizat pentru amelionarea rănilor și arsurilor [1]. Anestezina este disponibilă și fără prescripția medicală, de asemenea este utilizată pe scara largă în procedurile dentare, contribuind astfel la un control mai eficient al durerii și la diminuarea anxietății pacientului [1-2].

Bazele Schiff reprezintă interes atât din punct de vedere chimic, cât și farmacologic, datorită posibilităților proprietăți biologice, cum ar fi de activitate antibacteriană, antimicrobiană, antifungic ect. [3].

Scopul lucrării: este funcționalizarea benzocaina cu aldehida salicilică, pentru a obține o azometină aromatică. În lucrare este descrisă procedura de sinteză a bazele Schiff dintre benzocaină cu aldehida salicilică (Figura 1A). **Protocolul experimental:** la prima etapă se amestecă benzocaina cu aldehida salicilică (în raport molar 1:1), se dizolvă în C_2H_5OH de 96%, apoi se adugă aldehida salicilică (cantitatea echimolară). Se observă apariția unei colorații galbene deschise, în calitate de catalizator s-a folosit 50 μ L de CH_3COOH glacial. La următoarea etapă, s-a utilizat baia de apă în care s-a imersat bolonul pentru sinteză conectat la un refrigerent cu bule Allihn. Încălzirea a durat aproximativ 8 ore, la temperatura de reflux (control cromatografic în strat subțire (Fig. 1 B)).

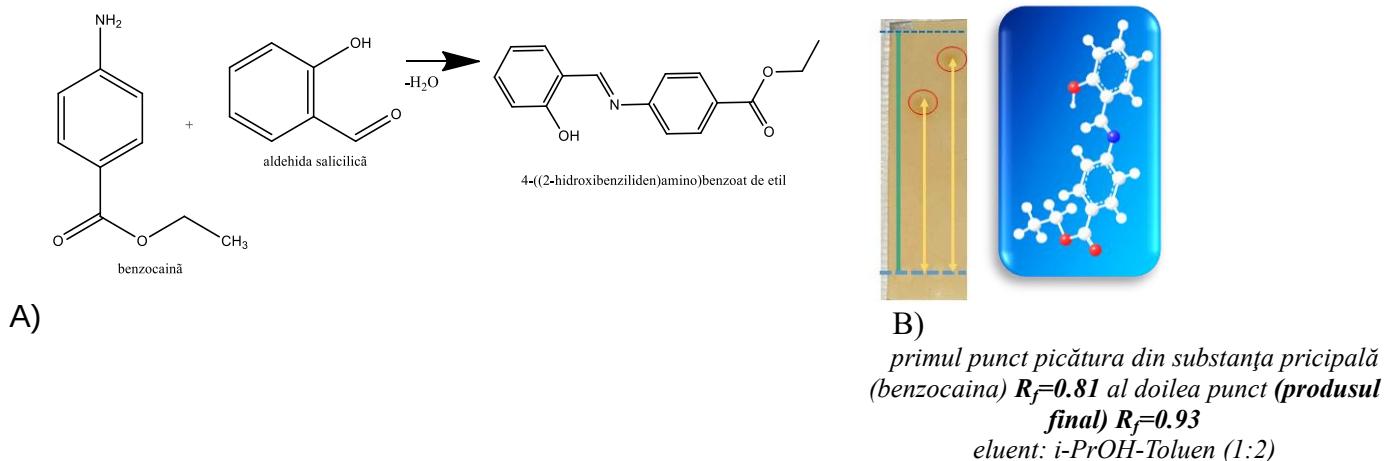
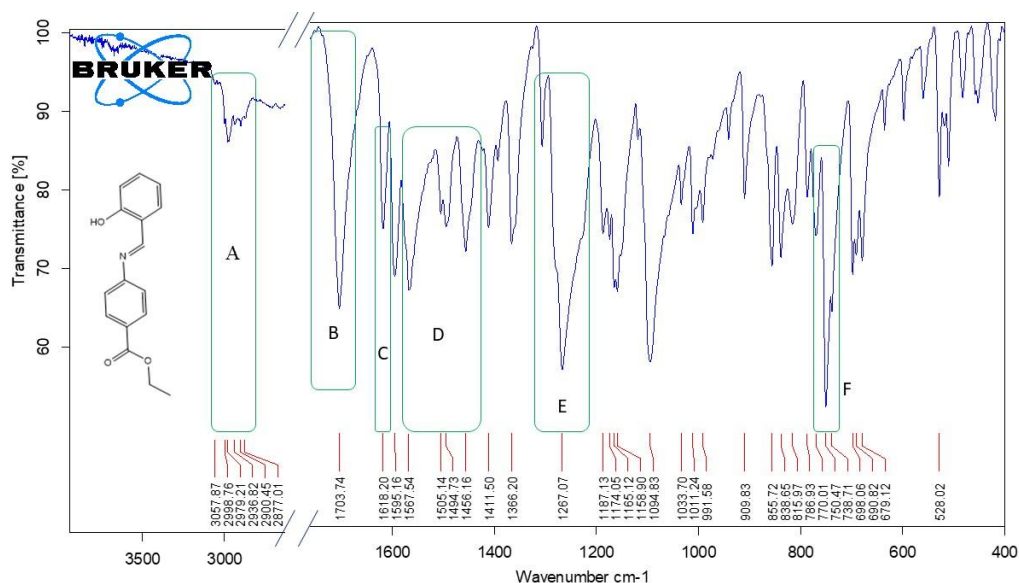


Figura 1. Schema de sinteză a benzocainei cu aldehida salicilică și aspectul fizic al plăcuței cromatografice

Din placa cromatografică se observă că în soluția din sinteză nu este prezentă pata pe nivelul benzocainei, respective poate fi concluzionat că acest compus a fost consumat și sinteza este finalizată. Pentru purificarea produsului final s-a purces la recristalizare din amestecul de etanol-cloroform (1:4) apoi solidul cristalin de culoare oraj a fost cercetat FTIR (Fig.2) și s-a înregistrat punctul de topire 89-90°C, randament 95 %.



Analiza FTIR, care înseamnă Spectroscopia în Infraroșu cu Transformată Fourier, este o tehnică analitică des utilizată pentru a identifica structura moleculară a unei probe prin măsurarea absorbției acesteia de lumină infraroșie. Astfel fiind cercetată proba sintetizată și purificată apoi la analiza IR, prezența vibrațiilor caracteristice în spectrul infraroșu a și precizat prezența grupelor etilenice (A), grupele esterice C=O, (B), gruparea azometinică (C), vibrații caracteristice inelelor aromatice (D), gruparea esterică COO (simetric/asimetric)(E) și substituția inelului aromatic în poziția orto (F).

CONCLUZII

În concluzie putem afirma: a fost sintetizată o substanță organică de tip bază Schif în baza benzocainei și aldehyde salicilice cu randament înalt (95%), fiind caracterizată prin analiza punctului de topire, factorului de retenție în cromatografia în strat subțire și analiza spectrală FTIR, confirmând prezența grupelor funcționale care caracterizează formula de structură a azometinei sintetizate. În perspectivă vor fi cercetate și proprietățile antiradicalice; antimicrobiene, pentru o potențială aplicabilitate farmacologică.

BIBLIOGRAFIE

1. ISAC-GARCÍA, J. *Experimental Organic Chemistry Laboratory Manual*. Elsevier Science & Technology, 2015. ISBN 978-0-12-803893-2.
2. GOMDIM, D., et al. Comparative Analysis of the Effectiveness of the Topical Administration of Benzocaine and EMLA® on Oral Pain and Tactile Sensitivity. *International Journal of Dentistry*, 2018, Art. 7916274.
3. FUIOR, A., et al. Synthesis, Structures, and Solution Studies of a New Class of [Mo₂O₂S₂]-Based Thiosemicarbazone Coordination Complexes. *ACS Omega*, 2022, 7(19), pp. 16547–16560. Disponibil: <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acsomega.2c00705>.

Recomandat
Roman RUSNAC, dr., lect. univ.

SITUAȚIA ECOLOGICĂ A LACULUI DE ACUMULARE GHIDIGHICI

Ioana OSADCIUC, iosadciuc@gmail.com

*Universitatea de Stat din Moldova, Facultatea de Chimie și Tehnologie Chimică
Departamentul Chimie Industrială și Ecologică „Acad. Gheorghe Duca”*

Lacul de acumulare Ghidighici, situat pe râul Bîc, reprezintă o resursă hidrografică esențială afectată sever de poluarea antropică. Deversările insuficient epurate, scurgerile agricole și depunerile atmosferice au intensificat procesul de eutrofizare, determinând acumularea excesivă de nutrienți în apă [1].

Fenomenul eutrofizării, care în mod natural evoluează timp de mii de ani, s-a accelerat la Ghidighici în numai câteva decenii, din cauza activităților umane. Concentrațiile de nitrați ating frecvent 50–130 mg/L, depășind de peste două ori CMA, iar fosfații ating 0,2–1,5 mg/L, depășind de până la cincisprezece ori limita admisă (CMA $\approx$ 0,1 mg/L) [2]. Aceste valori confirmă o încărcare trofică ridicată și perturbarea echilibrului ecosistemului [3].

Compușii azotați trec printr-un ciclu accelerat de transformări microbiene (amoniac $\rightarrow$ amoniu $\rightarrow$ nitrați $\rightarrow$ nitrați), alimentând eutrofizarea, iar în condiții anoxice, nitrații sunt reduși în azot gazos prin denitrificare [4]. În paralel, fosforul eliberat din sedimente în condiții reducătoare amplifică suplimentar concentrația de nutrienți prin remobilizare internă.

Consecința directă este proliferarea algelor, în special vara, când concentrațiile ridicate de N și P generează „înflorirea apei”. Aceasta reduce transparența apei, limitează fotosinteza altor organisme și determină scăderea drastică a oxigenului dizolvat, creând zone hipoxice și mortalitate piscicolă [3]. Cercetările sezoniere arată un ciclu anual în care vara predomină biomasa algală, iar toamna sedimentarea materiei organice intensifică degradarea ecosistemului [1].

Starea redox a lacului este în prezent predominant reducătoare, indicând încetinirea proceselor naturale de oxidare și o capacitate scăzută de autopurificare [4]. Acest dezechilibru chimic afectează întreg lanțul trofic și menține procesul de eutrofizare.

Pentru ameliorarea situației sunt necesare măsuri integrate: modernizarea stațiilor de epurare din Chișinău și Strășeni, implementarea practicilor agricole durabile și aplicarea tehnologiilor moderne de bioremediere. Tehnicile de oxigenare controlată și îndepărtarea nămolurilor bogate în fosfați contribuie la reducerea surselor interne de poluare.

Restaurarea echilibrului ecologic al lacului Ghidighici necesită o abordare complexă, poluării. Prin aplicarea acestor măsuri, impactul antropic poate fi redus, iar calitatea apei poate fi îmbunătățită treptat.

Lacul Ghidighici joacă un rol hidrologic și socio-economic important, fiind utilizat pentru protecția împotriva inundațiilor, piscicultură și activități recreative. Totuși, presiunea antropică persistentă a transformat acest ecosistem într-unul vulnerabil, în care procesele naturale de autopurificare sunt depășite de aportul continuu de poluanți. Eutrofizarea accelerată nu afectează doar calitatea apei, ci și biodiversitatea acvatică, reducând habitatele disponibile pentru numeroase specii și afectând funcționarea întregului sistem acvatic.

Analizele ecologice indică faptul că acumularea nutrienților nu provine doar din surse punctuale, ci și din surse difuze, cum ar fi scurgerile agricole. Îngrășămintele chimice bogate în azot și fosfor contribuie semnificativ la încărcarea trofică a lacului, iar depunerile atmosferice de oxizi de azot, generate de traficul intens din apropierea municipiului Chișinău, accentuează suplimentar această problemă [3]. Procesele de remobilizare a fosforului din sedimente determinate de condițiile reducătoare, reprezintă una dintre principalele dificultăți în stoparea eutrofizării, deoarece lacul eliberează constant cantități suplimentare de fosfați chiar și atunci când aportul extern este redus.

Pentru a preveni colapsul ecologic al lacului, strategiile de intervenție trebuie aplicate simultan asupra surselor interne și externe de poluare. Monitorizarea continuă a parametrilor de calitate, oxigenul dizolvat, pH-ul, elementele biogene N, P și turbiditatea, este esențială pentru evaluarea eficienței măsurilor aplicate.

De asemenea, promovarea educației ecologice și implicarea comunității locale sunt factori importanți în formarea unui comportament responsabil față de resursele acvatice din regiune.

BIBLIOGRAFIE

1. ȘALARU, V., DUDNICENCO, T., TINCUI, A. Troficitatea unor lacuri din municipiul Chișinău. In: *Studias Universitatis Moldaviae (Seria Științe ale Naturii)*, nr.1, 2007, pp. 196-199. ISSN 1857-1735. Disponibil: <https://natural.studiamsu.md/wp-content/uploads/-2022/01/40.-p.196-199.pdf>.
2. BUNDUCHI, E., GLADCHI, V., DUCA, Gh. Stabilirea calității unor ape naturale în baza formelor active ale oxigenului. In: *Conferința Integrare prin cercetare și inovare, 10-11 noiembrie 2022, Chișinău, Moldova*, pp.165-168.
3. CRIVOI, I., AȘEVSCI, V., BACALOV, I., CHIRIȚA, E., COJOCARI, L., PARA, I., ILIEȘ, A., POZDNEACOVA, I., TOBULTOC, O., DRUȚA, A. Calitatea apei potabile și influența ei asupra morbidității populației autohtone. In: *Revistă științifică, de educație, spirituale și cultură ecologică*, nr. 17, 2016, pp. 99-111. ISSN 1857-3517. Disponibil: [99-111 2 l.i ch. ecologică.pdf](#)
4. BUNDUCHI, E., DUCA, Gh., GLADCHI, V. *Monitorizarea proceselor de autopurificare chimică a sistemelor acvatice în baza indicatorilor cinetici. Procese redox cu transfer de electroni și protoni*. Sub red. Gh. Duca. Chișinău: CEP USM, 2021, pp. 250-258.

Recomandat

Vladislav BLONSCHI, dr. lector univ.

SYNTHESIS AND FTIR ANALYSIS OF CU(II) COORDINATION COMPOUNDS BASED ON N4-CYCLOHEXYLTHIOSEMICARBAZONE OF 2-CHLORO-6-NITROBENZALDEHYDE

**Iulia GRIBANOVA, Andrei CIURSIN, gribanova.iulia@usm.md
Moldova State University, Chisinau, Republic of Moldova**

Thiosemicarbazones are organic compounds with a wide range of biological activities. These compounds have already found application as medicinal agents, for example, *Ambazone*, for the treatment of sore throat. In addition, thiosemicarbazones are versatile ligands for obtaining coordination compounds with 3d metals. Coordination compounds of thiosemicarbazones with Cu (II) are of great interest. Studies show that they have good anticancer [1], antimicrobial [2], and antifungal [2] properties. For these reasons, we decided to synthesize a series of coordination compounds of Cu(II) with a thiosemicarbazone based on 2-chloro-6-nitrobenzaldehyde for this paper.

The synthesis of thiosemicarbazone stated with the obtaining of cyclohexyl isothiocyanate. For this purpose, 1.1 eq. of carbon disulfide was added dropwise to a mixture of 1 eq. of cyclohexylamine and 1.2 eq. of triethylamine (TEA) in acetonitrile. The appearance of triethylammonium cyclohexyldithiocarbamate precipitate was observed, which dissolved upon addition of a portion of the solvent.

Afterwards, the obtained solution was cooled in an ice bath and 1.1 eq of tosyl chloride was added in several portions. The solution was stirred for 30 minutes, after which 1N HCl solution (containing 1.1 eq. of hydrochloric acid) was added. The solution was stirred 15 minutes more, after which cyclohexyl isothiocyanate was extracted with dichloromethane. After, dichloromethane solution was dried with anhydrous sodium sulfate and the solvent was distilled off to yield the cyclohexyl isothiocyanate as a yellow oil.

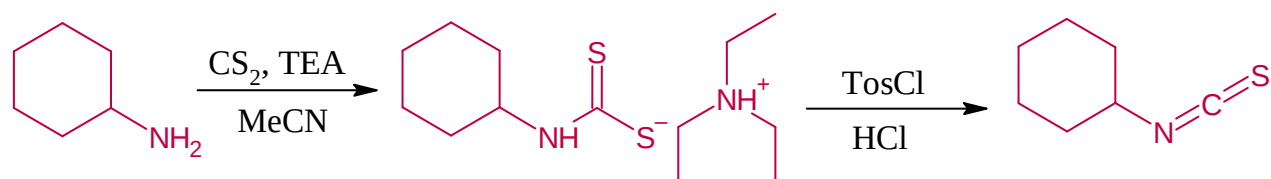


Figure 1. Synthesis scheme of cyclohexyl isothiocyanate

In the next step, 1 eq. of the obtained cyclohexylisothiocyanate was dissolved in ethanol and added dropwise to an ethanolic solution of 1 eq. of hydrazine monohydrate. During the addition, a white solid, representing cyclohexylthiocarbazine, was precipitated. After the addition was complete, the mixture was stirred for 30 minutes more. The formed precipitate was filtered, washed with water and cold ethanol, and then recrystallized from an alcohol-water mixture (7:3) to yield a white crystalline solid.

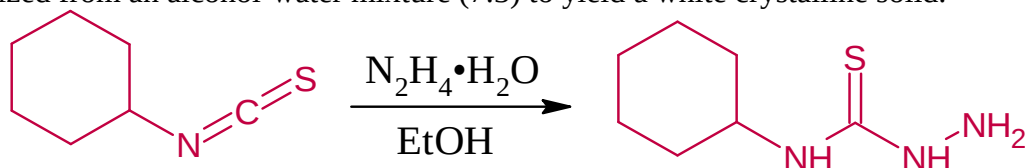


Figure 2. Synthesis scheme of N-cyclohexylthiosemicarbazide

In the next step, the desired N4-cyclohexylthiosemicarbazone of 2-chloro-6-nitrobenzaldehyde (HL) was obtained by the condensation reaction of 1 eq. of cyclohexylthiosemicarbazide with 1 eq. of 2-chloro-6-nitroaldehyde in ethanol, with 500 μ L of glacial acetic acid as a catalyst. The reaction proceeded for 4 hours at reflux. The end of the reaction was determined using thin layer chromatography (eluent - toluene:ethyl acetate, in a 2:1 ratio).

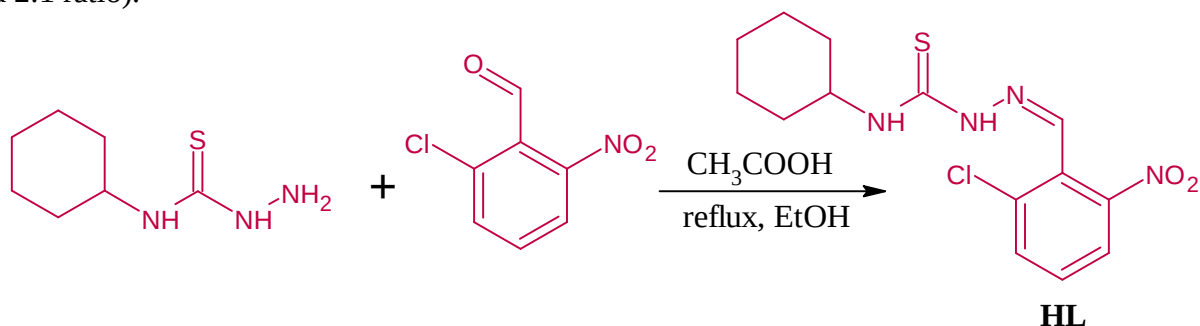


Figure 3. Synthesis scheme of thiosemicarbazone HL

The obtained thiosemicarbazone was used as the ligand for the synthesis of Cu(II) coordination compounds. The following salts were used for their synthesis: $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, CuBr_2 , $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, and $\text{Cu}(\text{Ac})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. The synthesis was carried out according to a general procedure described in [2].

General procedure for coordination compounds synthesis

The copper (II) salt was dissolved in isopropanol (copper (II) acetate was dissolved in a minimal amount of water and the obtained solution was diluted with isopropanol), heated to 70-80 degrees and added to the hot solution of thiosemicarbazone (HL). The obtained mixture was stirred for 30 minutes and then filtered. The obtained solid was dried, and the solution remaining after filtration was used to obtain single crystals.

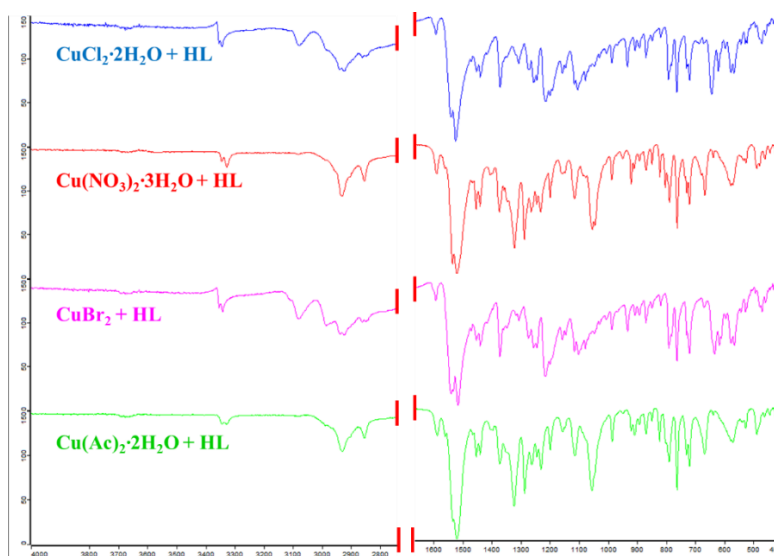


Figure 4. FTIR spectra of synthesised coordination compounds

FTIR analysis showed that all coordination compounds have the same spectrum, which means that they are identical. This is only possible if thiosemicarbazone HL behaves as a deprotonated bidentate ligand and copper has a coordination number of four. Based on these considerations, the structural formula of the obtained coordination compound can be assumed, as shown in Figure 5.

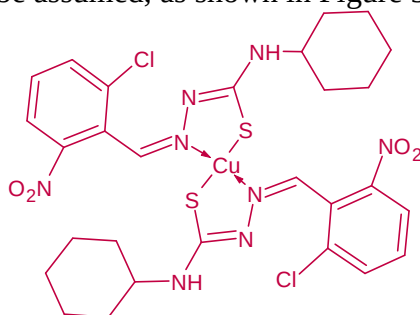


Figure 5. The assumed structure of synthesised coordination compound

CONCLUSIONS

N⁴-cyclohexylthiosemicarbazone of 2-chloro-6-nitrobenzaldehyde was obtained. A series of copper (II) salts was coordinated with this thiosemicarbazone. This resulted in the formation of an identical coordination compound in all 4 cases, which was demonstrated by FTIR spectroscopy.

BIBLIOGRAPHY

1. FABRA, D., et.al. A select thiosemicarbazone copper(II) complex induces apoptosis in gastric cancer and targets cancer stem cells reducing pluripotency markers. In: *European Journal of Medicinal Chemistry*, 2024, Vol. 280, pp. 116994. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2024.116994>.
2. PINTEA, A., CIURSIN, A., RUSNAC, R., GULEA, A. Combinații coordinative ale Cu(II) în baza n-hexil-2-[(piridin-2-il)metiliden]hidrazine-1-carbotioamidei: proiectare, sinteză, evaluarea proprietăților antimicrobiene și antifungice. In: *Studia Universitatis Moldaviae (Seria Științe Reale și ale Naturii)*, 2024, nr. 1(171), pp. 168-177. ISSN 1814-3237. DOI: [https://doi.org/10.59295/sum1\(171\)2024_21](https://doi.org/10.59295/sum1(171)2024_21).

Recomandat
Aurelian GULEA, acad., dr. hab., prof. univ.

CONVENȚIILE INTERNAȚIONALE PRIVIND CONTROLUL POLUANȚILOR CHIMICI

Iulia TARUTINA, tarutina-1995@mail.ru

*Universitatea de Stat din Moldova, Facultatea de Chimie și Tehnologie Chimică
Departamentul Chimie*

Poluanții chimici sunt substanțe toxice rezultate din activitatea umană – industrie, agricultură, transport sau gestionarea necorespunzătoare a deșeurilor. Ei includ metale grele (plumb, mercur, cadmiu), pesticide, hidrocarburi și plastifianți.

Aceste substanțe se acumulează în sol, apă și organisme vii, provocând efecte grave: tulburări endocrine, boli neurologice, cancer sau mutații genetice. Deoarece poluarea nu respectă granițele, controlul ei necesită cooperare internațională.

Pentru a limita impactul poluării chimice, sub egida ONU au fost create mai multe convenții internaționale.

- ✓ *Convenția de la Stockholm* (2001) este cea mai importantă, care urmărește eliminarea poluanților organici persistenți (POPs) – substanțe stabile ce nu se degradează în natură și se transmit în lanțul trofic. Exemple: DDT, PCB, dioxine și furani. Scopul convenției este protejarea sănătății umane și a ecosistemelor, prin interzicerea producției și monitorizarea globală a acestor compuși.
- ✓ *Convenția de la Basel* (1989) a apărut după ce țările dezvoltate au început să exporte deșeuri toxice către state cu resurse limitate. Ea controlează transportul transfrontalier al deșeurilor periculoase și obligă statele să le gestioneze în siguranță pe propriul teritoriu. Prin acest acord se previn contaminările solului și ale apelor și se responsabilizează industria în privința depozitării și reciclării.
- ✓ *Convenția de la Minamata* (2013) a fost inspirată de tragedia ecologică din orașul japonez Minamata, unde mercurul deversat de o fabrică a provocat intoxicații grave populației. Convenția stabilește reguli stricte pentru reducerea și eliminarea mercurului din procesele industriale, aparatele medicale și produsele de consum, protejând sănătatea oamenilor și mediul acvatic.

Implementări naționale în Republica Moldova

Republica Moldova a ratificat toate cele trei convenții și a introdus măsuri naționale pentru controlul poluanților chimici. Agenția de Mediu, Inspectoratul pentru Protecția Mediului și ANSA monitorizează calitatea apei, solului și alimentelor. Utilizarea pesticidelor interzise este eliminată, iar nivelurile de reziduuri în produsele agricole sunt scăzute. Țara implementează politici de reducere a mercurului și gestionare sigură a deșeurilor periculoase. Implementarea este susținută de școala științifică de Chimie Ecologică fondată și dezvoltată în țară, care a contribuit la crearea bazei teoretice și metodologice pentru evaluarea poluării. Contribuția Școlii de Chimie Ecologică, fondată de acad. Gheorghe Duca, a fost esențială pentru dezvoltarea cadrului teoretic și metodologic al acestor măsuri. Totuși, persistă dificultăți: lipsa infrastructurii moderne de laborator, costurile mari ale tratării deșeurilor, control insuficient în zonele rurale și nivel scăzut de informare publică.

Instituțiile cheie care monitorizează aceste probleme sunt:

- Agenția de Mediu (efectuează monitorizarea calității apei, solului și aerului; oferă rapoarte oficiale privind nivelurile de poluare; gestionează registrele substanțelor periculoase);
- Inspectoratul pentru Protecția Mediului (controlează întreprinderile industriale; verifică modul în care sunt depozitate și transportate deșeurile periculoase; aplică amenzi și măsuri de sancționare);
- ANSA (testează produse alimentare pentru pesticide, metale grele și contaminanți);
- laboratoarele universitare (dezvoltă metode analitice și modele de evaluare a impactului).

Controlul pesticidelor și substanțelor POP: În RM, utilizarea pesticidelor organoclorurate (ex. DDT) este interzisă. Studiile recente arată că în producția vitivinicolă locală există niveluri scăzute de reziduuri pesticide, iar substanțele POP persistente nu au fost depistate în probe analizate cu metode moderne.

Monitorizarea metalelor grele în sol și produse agricole: Se monitorizează transferul metalelor grele (Pb, Cd, Hg) din sol în plante. Acest control este important deoarece aceste metale pot provoca tulburări metabolice și neurologice.

Gestionarea deșeurilor periculoase (Convenția de la Basel): RM a introdus: obligativitatea autorizației pentru transportul deșeurilor periculoase, interzicerea importului de deșeuri toxice, cerințe stricte pentru depozitare și neutralizare.

Reducerea utilizării mercurului (Convenția de la Minamata): Aceasta include eliminarea treptată a termometrelor și tensiometrelor cu mercur din sistemul medical, restricții pentru utilizarea mercurului în industrie și laboratoare, înlocuirea lămpilor fluorescente cu alternative eficiente energetic.

Propuneri

1. Gestionarea corectă a deșeurilor periculoase. Crearea punctelor regionale pentru colectarea aparatelor cu mercur, bateriilor, uleiurilor uzate și electronicelor.
2. Educație aplicată. Introducerea programelor simple pentru elevi și agricultori despre utilizarea sigură a substanțelor chimice și riscurile lor.
3. Promovarea agriculturii sustenabile. Reducerea utilizării pesticidelor și stimularea metodelor ecologice (rotația culturilor, control biologic al dăunătorilor).
4. Informare a populației. Publicarea periodică a rezultatelor monitorizării mediului într-o formă accesibilă și ușor de înțeles.

CONCLUZII

1. Poluanții chimici sunt substanțe toxice create sau eliberate de activitatea umană, care ajung în mediu (sol, apa, aer) și afectează organismele vii. Ei reprezintă un risc real pentru sănătatea umană și pentru ecosisteme, deoarece se acumulează acolo.
2. Convențiile internaționale de la Stockholm, Basel și Minamata au apărut pentru a reduce aceste riscuri la nivel global și pentru a stabili reguli comune de protecție.
3. Republica Moldova a făcut pași importanți prin interzicerea unor substanțe toxice, monitorizarea mediului și controlul deșeurilor.
4. Totuși, eficiența depinde de implementarea practică: dotarea laboratoarelor, formarea personalului, responsabilitatea companiilor și informarea publicului.

BIBLIOGRAFIE

1. DUCA, G., VASEASHTA, A. *Handbook of Research on Emerging Developments and Environmental Impacts of Ecological Chemistry*. Hershey PA: IGI Global, 2020, 472 p. ISBN 9781799812432.
2. FURTUNĂ, A., ADAUGE, M. *Academicianul Gheorghe Duca. Schita genealogica*. Chisinau: «Bons Offices» SRL, 2012, 42 p. ISBN 978-9975-4307-3-9.
3. History of the negotiations of the Stockholm Convention. In: *Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPs)* [online]. [цитировано 31.10.2025]. Доступен: <http://chm.pops.int>.
4. History of the negotiations of the Basel Convention. In: *Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and their Disposal* [online]. [цитировано 31.10.2025]. Доступен: <http://www.basel.int>.
5. History of the Negotiations Process. In: *The Minamata Convention on Mercury* [online]. [цитировано 31.10.2025]. Доступен: <http://www.mercuryconvention.org>.

Recomandat
Iolanta BĂLAN, dr., cercet. șt. coord., lect. univ.

CHIMIA ECOLOGICĂ ȘI SĂNĂTATEA PUBLICĂ

Ksenia PETROVA, petrova.ksenia@usm.md

*Universitatea de Stat din Moldova, Facultatea de Chimie și Tehnologie Chimică
Departamentul Chimie Industrială și Ecologică Academician „Acad. Gheorghe Duca”*

INTRODUCERE

Problemele de mediu constituie una dintre cele mai mari provocări ale secolului XXI, având efecte directe asupra sănătății umane și a calității vieții. Industrializarea rapidă, utilizarea intensă a substanțelor chimice și exploatarea nesustenabilă a resurselor naturale au determinat acumularea de poluanți în aer, apă și sol. În acest context, **chimia ecologică** joacă un rol crucial, oferind metode științifice de analiză, control și reducere a poluării în scopul protejării sănătății publice [1].

Poluarea mediului

Mediul poluat acționează asupra organismului uman prin mecanisme complexe – stres oxidativ, inflamație cronică, dereglări hormonale și modificări genetice. Poluanții atmosferici, precum particulele fine $PM_{2,5}$ și PM_{10} , oxizii de azot (NO_x), dioxidul de sulf (SO_2) și compușii organici volatili, provoacă tulburări respiratorii, cardiovasculare și metabolice. Expunerea îndelungată crește riscul de astm, bronhopneumopatie obstructivă, infarct miocardic și accidente vasculare cerebrale.

Substanțele chimice persistente (pesticide organoclorurate, metale grele, policlorobifenili) se acumulează în organisme și lanțurile trofice, afectând metabolismul, sistemul endocrin și funcțiile de reproducere. Perturbatorii endocrini pot produce efecte negative asupra dezvoltării fetale și pot favoriza apariția cancerelor hormonodependente. În plus, nanoparticulele, tot mai prezente în produse industriale și cosmetice, pot traversa barierele biologice, afectând sistemul nervos și imunitar, favorizând apariția tulburărilor neurodegenerative, precum Alzheimer și Parkinson [2-4].

Poluarea mediului manifestă atât prin efecte directe asupra omului, cât și prin degradarea ecosistemelor. Contaminarea solului și a apelor cu nitrați, pesticide și hidrocarburi reduce biodiversitatea și afectează siguranța alimentară, prin bioacumularea substanțelor toxice în lanțul trofic [5].

Prevenirea și reducerea impactului poluării

Chimia verde are un rol esențial în prevenirea poluării, promovând procese industriale care reduc substanțele toxice, utilizează materii prime biodegradabile și consum energetic redus. În practică, aceasta presupune înlocuirea solvenților periculoși, optimizarea catalizatorilor, reciclarea deșeurilor și limitarea emisiilor poluante.

Pentru protecția mediului, reglementările de calitate a aerului, apei și solului trebuie aplicate eficient, iar monitorizarea poluanților (de ex. $PM_{2,5}$ și PM_{10}) prin stații automate este esențială.

Reducerea expunerii necesită acțiuni colective și individuale: transport ecologic, crearea spațiilor verzi, reciclare, utilizarea energiei regenerabile și agricultură sustenabilă. Educația ecologică și promovarea unui stil de viață sănătos sunt cruciale pentru prevenirea bolilor cronice.

Educația ecologică are un rol esențial în formarea unui comportament responsabil. Introducerea disciplinelor de chimie ecologică, protecția mediului și dezvoltare durabilă în școli și universități contribuie la formarea unei generații conștiente de impactul poluării. Campaniile publice și platformele online care permit monitorizarea calității mediului sporesc participarea civică și implicarea comunităților în protejarea sănătății colective [2,4].

Sugestii pentru Republica Moldova

În Republica Moldova, poluarea aerului, apei și solului reprezintă o problemă majoră, cu impact semnificativ asupra sănătății publice. În orașe precum Chișinău, Bălți și Tiraspol sunt frecvente depășiri ale nivelurilor admise de $PM_{2,5}$, PM_{10} și gaze toxice, ceea ce favorizează creșterea incidenței bolilor respiratorii și cardiovasculare. Astfel, sunt necesare acțiuni integrate, bazate pe cercetare și bune practici internaționale, adaptate contextului local.

Se recomandă:

- extinderea rețelei de monitorizare a calității aerului și informarea populației;
- dezvoltarea transportului ecologic și a infrastructurii pentru mobilitate urbană durabilă;
- modernizarea tehnologiilor industriale și reducerea emisiilor poluante;
- îmbunătățirea sistemelor de epurare a apelor, monitorizarea periodică a calității apei și protejarea bazinelor acvatice;
- promovarea agriculturii ecologice și reducerea utilizării pesticidelor.

Totodată, sunt necesare măsuri educaționale și de implicare civică, precum integrarea tematicilor ecologice în sistemul de învățământ, derularea campaniilor publice de informare și utilizarea platformelor digitale pentru monitorizarea mediului și raportarea cazurilor de poluare.

Pentru obținerea unor rezultate durabile, cooperarea dintre autorități, mediul academic, organizațiile internaționale și societatea civilă este esențială. Aplicarea riguroasă a legislației de mediu, stimulentele pentru adoptarea tehnologiilor verzi și dezvoltarea parteneriatelor internaționale vor accelera tranziția spre un model de dezvoltare sustenabil, concentrat pe protecția mediului și sănătatea populației [1,6,7].

CONCLUZII

1. Chimia ecologică este strâns legată de sănătatea publică, deoarece nivelul poluării influențează direct apariția bolilor cronice.
2. Poluanții atmosferici, chimici și nanoparticulele provoacă inflamații, dereglări hormonale și acumulări toxice în organism.
3. Expunerea la poluanți crește riscul de boli respiratorii, cardiovasculare, metabolice și oncologice.
4. Prevenția necesită aplicarea chimiei verzi, tehnologii industriale curate, monitorizarea mediului și promovarea transportului ecologic.
5. Educația ecologică este esențială și trebuie susținută prin programe școlare, campanii publice și implicarea comunităților.
6. Protejarea sănătății publice impune o abordare integrată: știință, tehnologie, legislație și educație, iar rezultatele pot fi obținute doar prin colaborarea statului, mediului academic și societății civile.

BIBLIOGRAFIE

1. DUCA, Gh. *Chimie ecologică: istorie și realizări*. Chișinău: CEP USM, 2022, 412 p. ISBN 978-9975-159-05-0.
2. SALAVOURA, A. *Chemical Environmental Pollutants and their Effect on Health*. Springer, 2025, 396 p. Disponibil: <https://doi.org/10.1007/978-3-031-80271-3>.
3. HANQING, X., YANG J. et al. Environmental pollution, a hidden culprit for health issues. In: *Eco-Environment & Health*, nr. 1, 2022, pp. 31-45. Disponibil: <https://doi.org/10.1016/j.eehl.2022.04.003>.
4. MAHLER B., BĂICEANU D., PANCIU T.C. et al. Air Pollutants and Their Impact on Chronic Diseases — A Retrospective Study in Bucharest, Romania. In: *Atmosphere*, nr. 14(5), 2023. Disponibil: <https://doi.org/10.3390/atmos14050867>.
5. SPARLING, D. *Ecotoxicology Essentials: Environmental Contaminants and Their Biological Effects on Animals and Plants*. Academic Press, 2016, 490 p. ISBN 978-0-12-801947-4.
6. RESZ, M., ROMAN, C., SENILA, M. et al. A Comprehensive Approach to the Chemistry, Pollution Impact and Risk Assessment of Drinking Water Sources in a Former Industrialized Area of Romania. In: *Water*, 15 (6), 2023. Disponibil: <https://doi.org/10.3390/w15061180>.
7. DUCA, Gh. *Impactul elementelor chimice determinate prin analiza de activare cu neutroni asupra calității mediului ambiant în Republica Moldova*. Chișinău: CEP USM, 2023. Disponibil: https://doi.org/10.59295/PRTEP2023_14.

Recomandat

Angela LIS, dr., lect. univ.

ETICA ȘI RESPONSABILITATEA CHIMISTULUI-ECOLOG

Marta CARASIC, morthsmt@gmail.com

*Universitatea de Stat din Moldova, Facultatea de Chimie și Tehnologie Chimică
Departamentul Chimie Industrială și Ecologică „Academician Gheorghe Duca”*

Cuvinte-cheie: etică profesională, integritate academică, moralitate științifică, responsabilitate socială, transparență, comunicare științifică, dezvoltare durabilă, chimie ecologică.

Etica și responsabilitatea chimistului-ecolog reprezintă o direcție esențială în contextul transformărilor globale și al necesității de a asigura o dezvoltare durabilă. Într-o societate în care impactul activităților industriale asupra mediului se resimte la scară planetară și afectează securitatea ecologică, devine tot mai evident că rolul chimistului-ecolog nu se limitează doar la cercetări de laborator. Acesta este chemat să îmbine cunoștințele științifice cu principiile etice, responsabilitatea socială și capacitatea de comunicare a rezultatelor sale pentru binele comunității. Transparența, integritatea, exactitatea datelor și absența plagiatului – constituie garanția credibilității rezultatelor științifice. Orice abatere, fie ea intenționată sau cauzată de neglijență, poate conduce la erori sistemice și la pierderea încrederii publicului în știință. Astfel, principiile eticii reprezintă cadrul indispensabil de autoreglare a comportamentului profesional.

Prezenta lucrare analizează modul în care deciziile profesionale ale chimistului-ecolog, orientate spre protecția mediului și sănătății populației, sunt influențate de norme morale, cadrul legal existent și exigențele de transparență în comunicarea științifică. În acest sens, tema promovează reflecția asupra misiunii specialistului modern, pentru care etica devine un pilon esențial în prevenirea și reducerea riscurilor ecologice.

Actualmente dimensiunea etică a profesiei de chimist-ecolog este considerată fundamentul oricărei activități științifice responsabile. Este importantă onestitatea științifică, obiectivitatea în cercetare și respectul față de viață, natură și societate. Chimistul-ecolog nu este doar un cercetător, ci un gardian al mediului înconjurător.

Normele de conduită etică și morală a chimistului-ecolog nu se limitează doar la respectarea normelor de laborator, ci include și obligația de a evalua riscurile ecologice ale fiecărui experiment, de a preveni poluarea și de a promova practici sustenabile. În epoca tehnologiilor avansate, când apar continuu noi substanțe chimice și procese industriale, este strict necesară evaluarea biodegradabilității și a impactului acestora asupra ecosistemelor. Alegerea metodelor care reduc risipa de resurse și minimalizează efectele nocive asupra mediului reprezintă o expresie a responsabilității sociale și a moralității științifice a cercetătorului.

Responsabilitatea socială a chimistului-ecolog este privită ca o expresie a solidarității profesionale și civice. Specialistul din domeniu nu acționează izolat, ci influențează direct sănătatea publică, economia și calitatea vieții. De aceea, acesta trebuie să fie conștient de consecințele deciziilor sale științifice și să adopte o atitudine proactivă față de prevenirea riscurilor. Aplicarea principiului precauției, promovarea tehnologiilor „verzi”, reducerea deșeurilor toxice și susținerea proiectelor educaționale care contribuie la formarea unei culturi ecologice în rândul populației sunt considerate componente esențiale ale acestei responsabilități.

Un alt aspect important îl constituie independența cercetătorului față de presiunile economice sau politice. Chimistul-ecolog trebuie să-și mențină neutralitatea și să nu falsifice rezultatele pentru a favoriza interese comerciale, chiar și în situații de conflict de interese. Această independență morală este definită ca o condiție indispensabilă pentru păstrarea demnității profesionale și a încrederii publice în știință.

Problematika comunicării rezultatelor științifice este un element indispensabil al eticii academice. Într-un secol al informației, diseminarea cunoștințelor către publicul larg și către instituțiile decizionale este parte integrantă a responsabilității cercetătorului. O comunicare transparentă, clară și bazată pe dovezi contribuie la o mai bună înțelegere a fenomenelor chimice și la adoptarea unor politici de mediu corecte.

Comunicarea științifică nu se rezumă la publicarea rezultatelor în reviste de specialitate, ci implică prezentarea lor într-un limbaj accesibil societății. În acest context, chimistul ecolog devine un mediator între știință și comunitate, un interpret al realităților naturale.

De asemenea, colaborarea interdisciplinară și interinstituțională – la nivel național și internațional – favorizează schimbul de bune practici, dezvoltarea soluțiilor inovatoare și progresul cunoașterii responsabile, orientate către nevoile societății.

Etica, responsabilitatea socială și comunicarea rezultatelor formează o structură unitară ce definește identitatea profesionistului modern, în care progresul tehnologic trebuie armonizat cu protecția biosferei.

CONCLUZII

1. Principiile etice ale chimistului-ecolog constituie fundamentul activității profesionale și includ onestitatea științifică, rigoarea experimentală și respectul față de viață și mediu. Respectarea lor susține încrederea societății în știință și limitează riscurile ecologice asociate dezvoltării industriale.
2. Responsabilitatea socială se reflectă prin conștientizarea impactului cercetărilor asupra ecosistemelor și sănătății publice. Adoptarea tehnologiilor „verzi”, prevenirea poluării și implicarea în educația ecologică sunt componente esențiale ale profesiei, alături de păstrarea independenței și integrității profesionale.
3. Comunicarea științifică transparentă și corectă reprezintă o obligație profesională. Diseminarea rezultatelor în mod accesibil contribuie la fundamentarea deciziilor autorităților și la formarea unei societăți informate și responsabile ecologic.
4. În ansamblu, integrarea eticii, a responsabilității sociale și a comunicării eficiente consolidează rolul chimistului-ecolog în protejarea biosferei și asigurarea unei dezvoltări sustenabile, în echilibrul dintre progres și conservarea mediului.

BIBLIOGRAFIE

1. МЕРЕДОВ, Е. Н., НАРМАМЕДОВА, Р. Ш., ХАМПАЕВ, А. Б. Экологическая химия: стратегии и инновации для сохранения окружающей среды. В: *Вестник науки*, №3 (72), 2024. ISSN 2712-8849.
2. DEPARTMENT OF STATE (USA). Global Chemists' Code of Ethics. Chemical Security Program, 2016 [online]. Disponibil: <https://www.acs.org/content/dam/acsorg/global/international/scifreedom/global-chemists-code-of-ethics-fi-2016.pdf>.
3. KOVAC, J. American Chemical Society Codes of Ethics: Past, Present, and Future. In: *International Journal for Philosophy of Chemistry*, Vol. 24, No. 1, 2018, pp. 79–95. ISSN 1433-5158.
4. DUCA, G. Reflecții asupra evoluției Academiei de Științe a Moldovei și a cercetării academice în Republica Moldova. În: *Akados*, nr. 11–12, 2024, pp. 409–410. Disponibil: https://acad.ro/institutia/ACADEMICA/2024/nr11_12/11_12_art13.pdf.
5. KOHEN, Z., HERSCOVITZ, O., DORI, Y. J. How to promote chemical literacy? On-line question posing and communicating with scientists. In: *Chem. Educ. Res. Pract.*, 21(1), 2020, pp. 250-266. Disponibil: <https://doi.org/10.1039/C9RP00134D>.
6. SOCACIU, E., VICĂ, C., MIHAILOV, E., GIBEA, T., MUREȘAN, V., CONSTANTINESCU, M. *Etică și integritate academică*. București: Editura Universității din București. 2018, 378 p. ISBN 978-606-16-1021-1.

Recomandat
Larisa MOCANU, dr., lect. univ.

IMPACT OF ENVIRONMENTAL POLLUTANTS ON FOOD QUALITY AND SAFETY

Mihaela MUNTEANU^{1*}, Adina LADANIUC¹

¹*Technology and Management of Public Catering, Department of Food and Nutrition,
Faculty of Food Technology,
Technical University of Moldova, Chișinău, Republic of Moldova*

**Corresponding author: Mihaela MUNTEANU, mihaela.munteanu@an.utm.md
Scientific coordinator: Tatiana CAPCANARI, dr., asst. prof.*

Keywords: *environment, pollutants, agricultural chemicals, food chain.*

INTRODUCTION

Nowadays, pollution has become one of the most crucial problems we have to deal with, and continues to intensify, becoming increasingly difficult to manage. Therefore, food safety is directly influenced by its connection to environmental pollution. Most food contamination results from anthropogenic (human-made) pollutants, such as heavy metals, pesticides, industrial chemicals, and microplastics. Research shows that soil and water pollution, in particular, have significantly impacted food safety, ultimately posing a serious threat to health, especially in countries where pollution and the risks of increasing food safety concerns have affected a large portion of the population [1].

Types and Sources of Pollutants

Food quality and safety are strongly affected day by day by pollutants from industrial waste, sewage, pesticide use in agriculture, and accidental oil spills. Many corporate manufacturers often choose to improperly dispose of waste by dumping heavy metals, used water, oils, into water bodies, such as lakes, rivers, oceans or on land areas. Sewage wastewater and sludge can contaminate agricultural lands in many ways, as they contain metalloids and heavy metals, organic contaminants, antibiotics, human pathogens, etc. There are various heavy metals, such as nickel, chromium, zinc, mercury, lead, and arsenic, that are non-biodegradable and can be absorbed by multiple living organisms, leading to harmful effects and food chain pollution. These contaminants are very poisonous and associated with carcinogenicity, neurotoxicity, and serious organ damage in exposed populations [1-3].

Agricultural activities represent another major source of environmental pollutants. The chemicals, especially the pesticides and fertilisers that are commonly used to protect crops against diseases and pests to achieve crop protection and yields, contribute to the development of health hazards, likely to include neurotoxicity, endocrine disruption and predisposition to cancer.

Additionally, in recent years, there has been an increasing dependence on packaging materials, particularly plastic materials, to ensure the safe storage and transport of food products. Numerous chemicals are released into foods and beverages from food contact materials; therefore, these materials may contaminate food and drinks. Agricultural plastics are difficult to recycle because they are often contaminated with pesticide and fertiliser residues. Furthermore, their breakdown into microplastics deteriorates soil quality and negatively affects soil microorganisms and beneficial organisms such as earthworms [3].

Impact on Food Quality and Safety

Recently, food safety has become a global concern due to its connection to the intensification of industrial production, as ensuring sustainable food systems remains a major challenge for every sector. Studies show that the use of sewage and industrial effluents in agricultural activities contributes to soil and water pollution, presenting major threats to food security and quality (Fig. 1) [1].

Pollutants can be taken up by crops, particularly fruits and vegetables, which are more susceptible to absorbing contaminants from soil and irrigation water. Consumption of infected food products may result in

the development of detrimental health conditions, such as cancer, diseases of the heart, kidneys, neurological system, and a disturbed immune system [3, 4].

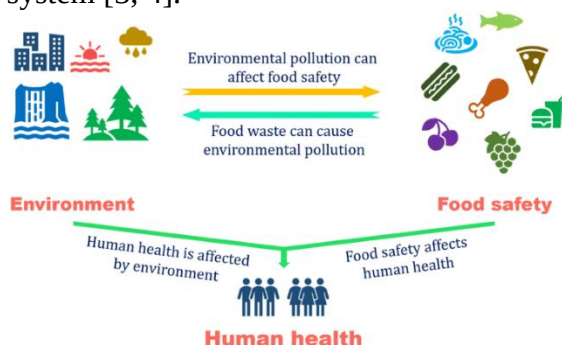


Figure 1. Effects of environmental pollution on food safety [4]

Preventive Measures

To enhance food safety and quality, it is necessary to implement new laws, reforms and stronger regulations. Corrective actions are the key to preventing water and soil pollution, reducing health risks and improving overall food safety. The main goal of the preventive measures is to reduce the dangers to human health from contamination of soil and water. As we mentioned above, most food contamination is a result of human-made pollutants; therefore, it is important to raise awareness about the health risks of soil and water pollution and its impacts on food security.

Reducing exposure begins with lowering the concentrations of heavy metals, pesticides, and other hazardous chemicals released into the environment. This can be achieved through improved wastewater treatment and continuous monitoring of soil and water quality. In agricultural settings, the adoption of safer farming practices, e.g. drip irrigation, controlled use of fertilisers and pesticides, and regular soil testing, can reduce the transfer of contaminants to edible plant parts. Additionally, providing adequate recycling infrastructure for tin, plastic, paper, and glass, conducting regular inspections of oil tankers for their seaworthiness, educating farmers about the use of approved pesticides and herbicides, and holding companies accountable for oil spill management help limit the introduction of harmful chemicals in the food chain [1,2].

CONCLUSIONS

Ensuring the safety of our food begins long before it reaches our plates. Therefore, by undertaking strategic measures in combating pollution, we can reduce the risks associated with contaminated food. It is essential to address these challenges that can lead to multiple health risks because environmental contaminants, food safety, and human health are all interconnected. Furthermore, the man-made waste has to be managed efficiently for the security and quality of our food. When a healthy environment becomes a priority, the result is a safer food supply, improved public health, and a more sustainable future for generations to come.

REFERENCES

1. ASLAM, I., AURANGZAIB, YOUNAS, S. et al. Impact of Environmental Pollution on Food Safety and Human Health. In: *Global Research journal of Natural Science and Technology*, 2025, Volume 3, Issue 3. <https://doi.org/10.53762/grjnst.03.03.26>.
2. BADER, A.H. Impacts of Soil and Water Pollution on Food Safety and Health Risks. In: *International Journal of Civil Engineering and Technology*, Volume 6, Issue 11, 2015, pp. 32-38. ISSN 0976-6308.
3. ANJUM, S., RANA, S. Chapter 8 - Impact of environmental pollutants on agriculture and food system. In: *Developments in Applied Microbiology and Biotechnology*, Academic Press, 2023, pp. 133-151. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91643-1.00005-3>.
4. JIANG, S., WANG, F., LI, Q. et al. Environment and food safety: a novel integrative review. In: *Env. Sci. Pollut. Res.* 28, 2021, pp. 54511–54530. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-16069-6>.

CALITATEA APELOR FREATICE DIN REPUBLICA MOLDOVA

Rafaela DERIVOLCOVA, zanfirova20@gmail.com
Universitatea de Stat din Moldova, Facultatea de Chimie și Tehnologie Chimică
Departamentul Chimie

Apele subterane reprezintă o resursă strategică pentru Republica Moldova, fiind principala sursă de apă potabilă pentru majoritatea populației rurale. Între 90% și 95% dintre locuitorii din mediul rural depind exclusiv de apa din fântâni, ceea ce subliniază importanța critică a calității acestora pentru sănătatea națiunii.

Cu toate acestea, țara se confruntă cu o dublă problemă: Moldova se confruntă cu un deficit de resurse de apă, iar calitatea apei disponibile în general este în continuă scădere. Adică apa este puțină și, în plus, de proastă calitate.

Poluarea cu nitrați este principala problemă a calității apelor subterane din Moldova. Studiile arată că în 87% din fântâni se observă poluarea cu compuși azotați, în primul rând nitrați. Concentrația acestora depășește adesea cu mult limita maximă admisă (LMA) de 50 mg/l, stabilită atât de legislația națională, cât și de directivele europene.

Conform datelor științifice, concentrațiile de nitrați mai mari de 20 mg/l sunt deja considerate rezultatul activității antropice, și nu al proceselor naturale. Distribuția geografică a acestei probleme este extrem de inegală și atinge niveluri critice în mai multe regiuni.

O astfel de răspândire largă a poluării cu nitrați indică probleme sistemice în gestionarea deșeurilor și în agricultură.

Pe lângă nitrați, în apele subterane din Moldova se găsesc și alte substanțe nocive, care reprezintă o amenințare serioasă pentru sănătate. Mineralizarea ridicată și prezența unor elemente chimice specifice sunt cauza unei serii de boli cronice.

Poluarea apelor subterane este o consecință directă a activității antropice. Se pot distinge patru surse principale:

1. Gestionarea necorespunzătoare a deșeurilor menajere solide

Cercetările științifice demonstrează o corelație directă între amplasarea depozitelor de deșeuri și acumularea de nitrați în apele subterane, ceea ce confirmă contribuția semnificativă a acestora la poluare.

1. Activitatea agricolă

Utilizarea îngrășămintelor azotate și depozitarea haotică a deșeurilor provenite din creșterea animalelor duc la infiltrarea compușilor azotați în straturile acvifere.

2. Ape uzate menajere neepurate

Majoritatea stațiilor de epurare din țară sunt fizic și moral depășite, sunt exploatate de peste 25-30 de ani fără a fi renovate și nu funcționează în mod normal, ceea ce duce la deversarea directă a poluanților în mediu.

3. Poluarea istorică

Vechile depozite de pesticide și alte substanțe chimice continuă să reprezinte o amenințare pe termen lung pentru calitatea apelor subterane.

Calitatea scăzută a apei potabile în Moldova reprezintă o amenințare medicală și socială gravă, care afectează în mod direct sănătatea națiunii. Consumul de apă contaminată este un factor etiologic dovedit, care provoacă apariția unei întregi game de boli, de la intoxicații acute până la patologii cronice și oncologie.

În zonele cu o concentrație de nitrați mai mare de 170 mg/l, incidența generală a bolilor este de 3 ori mai mare în comparație cu zonele în care concentrația nu depășește 45 mg/l. Acest lucru poate provoca methemoglobinemie la sugari (sângele nu mai transportă oxigen). La adulți, acest lucru înseamnă un risc crescut de cancer.

Fluorurile provoacă distrugerea dinților și oaselor. Mineralizarea ridicată este asociată cu gastrite, hipertensiune și osteocondroză. Și, bineînțeles, boli cronice, de la pietre la rinichi până la probleme digestive constante.

Calitatea scăzută a apei este cauza a până la 20% din bolile hepatice și a 25% din bolile gastro-intestinale din țară.

Gestionarea eficientă a resurselor de apă nu este posibilă fără o evaluare precisă și sistematică a stării acestora. Abordările moderne de monitorizare în Moldova includ atât metode chimico-analitice clasice, cât și indici specializați pentru evaluarea complexă a poluării.

Procesul de monitorizare a calității apei include câteva etape cheie, care asigură fiabilitatea rezultatelor:

- Prelevarea probelor. Etapa cea mai importantă este prelevarea reprezentativă de probe din diferite surse (rețeaua de alimentare cu apă, fântâni, ape de suprafață). Pentru aceasta se utilizează recipiente adecvate (din sticlă sau polietilenă), în funcție de substanțele analizate, pentru a evita modificarea sau contaminarea acestora.

- Analiza organoleptică și fizico-chimică. Evaluarea inițială include măsurarea unor parametri precum culoarea, mirosul, turbiditatea, pH-ul și temperatura. Acești indicatori oferă o imagine generală asupra stării apei și pot indica prezența anumitor poluanți.

- Metode specializate. Pentru determinarea cantitativă precisă a concentrației de nitrați, amoniac, metale grele (cupru, crom, plumb) și alți poluanți se utilizează metode de laborator de înaltă precizie, cum ar fi fotometria, colorimetria și spectroscopia de absorbție atomică.

Pentru a facilita interpretarea datelor și clasificarea nivelului de poluare cu nitrați, se utilizează Indicele de poluare a apei cu nitrați (IPAN). Acest indice permite evaluarea gradului de impact al activității umane asupra calității apelor subterane.

Soluționarea problemei calității apei în Moldova necesită trecerea de la măsuri locale, dispersate, la o strategie națională complexă, deoarece principala cauză a eșecului programelor anterioare a fost lipsa unei concepții unice.

Principala decizie strategică care poate schimba radical situația este trecerea de la exploatarea excesivă a apelor subterane vulnerabile la utilizarea durabilă a resurselor de apă de suprafață – râurile Nistru, Prut și Dunărea. Această măsură, susținută de modernizarea infrastructurii de epurare a apelor uzate și de îmbunătățirea legislației, va permite asigurarea populației cu apă potabilă de calitate și crearea unui sistem durabil de gestionare a resurselor de apă pentru deceniile următoare.

BIBLIOGRAFIE

1. DANDARA, A., CIOBANU, M. Calitatea apei din Republica Moldova. In: Conferința Tehnico-științifică a Colaboratorilor, Doctoranzilor și Studenților. Universitatea Tehnică a Moldovei, vol. 2, 2013, pp. 466-469. ISBN 978-9975-45-310-3. <http://repository.utm.md/handle/5014/17246>.
2. DUCA, Gh., PORUBIN, D. Managementul apelor. In: *A.Ș.M., consultant al autorităților publice centrale*. Akademos, nr. 1(12), 2009, pp. 61-62. https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/Managementul%20apelor.pdf
3. DUCA, Gh. Managementul apelor în Republica Moldova. Expertiza A.Ș.M. In: *A.Ș.M., consultant al autorităților publice centrale*. Akademos, nr. 2(17), 2010, pp. 26-27. https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/Managementul%20apelor%20in%20Republica%20Moldova%20Expertiza%20ASM.pdf.
4. SANDU, M., TĂRIȚĂ, A., LOZAN, R., GLADCHI, V., DUCA, GH., MOȘANU, E., ȚURCAN, S. Indicele de poluare a apelor subterane cu nitrați: izvoarele și cișmelele din bazinul fl. Nistru. In: *Studia Universitatis Moldaviae*, 2018, nr.6(116), pp. 97-104. ISSN 1814-3237.
5. DUCA, GH., GONȚA, M. Controlul chimic al mediului. Lucrări practice. Chișinău: CEP USM, 2007.

Recomandat
Iolanta BĂLAN, dr., cercet. șt. coord., lect. univ.

BIOACUMULAREA METALELOR GRELE ÎN LANȚURI TROFICE

Rafaela PLEȘCA, rafi19842003@gmail.com

*Universitatea de Stat din Moldova, Facultatea de Chimie și Tehnologie Chimică
Departamentul Chimie Industrială și Ecologică „Acad. Gheorghe Duca”*

Metalele grele constituie un grup foarte divers de elemente, cu proprietăți chimice și funcții biologice variate. Ele sunt încadrate în categoria poluanților de mediu din cauza efectelor lor toxice asupra plantelor, animalelor și oamenilor. Bioacumularea metalelor grele în lanțurile trofice reprezintă o problemă ecologică serioasă la nivel local și global, care necesită monitorizare și evaluare constantă din cauza efectelor pe termen lung asupra ecosistemelor și sănătății oamenilor.

Contaminarea cu metale grele rezultă atât din procese naturale, cât și din activități antropice. *Procesele naturale* care pot provoca contaminarea cu metale grele includ: meteorizarea rocilor și mineralelor, depunerea cenușii vulcanice, transportul eolian al prafului bogat în metale și scurgerea apelor subterane prin formațiuni metalifere. Acestea pot duce la poluarea solului, a apelor și a plantelor, dar influența lor este mult mai redusă comparativ cu activitățile antropice. Principalele *surse antropice* care generează poluare cu metale grele sunt reprezentate în principal de stațiile de epurare a apelor uzate, industriile producătoare, minieritul, agricultura și deșeurile [1].

Acumularea metalelor grele în organisme și transferul lor prin lanțurile trofice se realizează prin mecanisme complexe de *bioacumulare* și *biomagnificare* ce explică modul în care aceste metale se concentrează în lanțurile trofice și ajung să fie toxice pentru organisme. Ambele procese joacă un rol esențial în înțelegerea modului de deplasare a contaminanților prin ecosisteme.

Bioacumularea reprezintă procesul prin care organismele vii absorb și stochează substanțe chimice, precum metale grele, din mediul ambiant sau din alimentație, într-un ritm mai rapid decât le pot elimina. Aceasta duce la creșterea concentrației acestor substanțe în țesuturile organismului pe parcursul vieții sale. Metalele grele, cum ar fi mercurul, plumbul, cadmiul și arsenicul, sunt deosebit de problematice, deoarece sunt persistente în mediu și nu degradează ușor. Astfel, ele pot fi acumulate în organisme și pot provoca efecte toxice semnificative asupra sănătății acestora. Bioacumularea se produce adesea în două moduri simultan: prin consumul de alimente contaminate și prin absorbția directă din apă. Cazul al doilea este denumit în mod specific **bioconcentrare**.

Biomagnificarea este procesul prin care concentrațiile de substanțe chimice, inclusiv metale grele, cresc pe măsură ce acestea urcă în lanțul trofic. Organismele aflate la niveluri trofice superioare acumulează cantități mai mari de substanțe toxice decât cele aflate la nivele inferioare, deoarece acestea consumă organisme care conțin deja aceste substanțe. De exemplu, peștii prădători pot acumula concentrații mari de mercur, care poate fi dăunător sănătății lor și, prin consumul acestora, și sănătății oamenilor [2].

În Republica Moldova, bioacumularea și biomagnificarea metalelor grele reprezintă probleme ecologice semnificative, cu impact asupra sănătății mediului și a populației. Studiile științifice și rapoartele instituționale evidențiază prezența și concentrațiile acestor metale în diverse componente ale ecosistemului, inclusiv în soluri, ape, plante și organisme acvatice și terestre.

Principalele surse locale de poluare cu metale grele sunt deșeurile industriale și urbane, în special echipamentele electrice și electronice vechi, gazele fumigene provenite de la centralele electrotactice și eşapamente, precum și aplicarea pe scară largă a agrochimicelor.

Studiile efectuate în 2016 la evaluarea impactului *Termocentralei Electrice de la Cuciurgan* asupra stării ecologice în lacul-refrigerent Cuciurgan au evidențiat o situație complexă în ceea ce privește poluarea cu metale grele și bioacumularea acestora în ecosistemul acvatic. Analizele au arătat că metalele precum plumb, nichel, cupru, zinc, cadmiu, arsen, stronțiu și bismut se regăsesc în toate compartimentele lacului: în apă, în depunerile subacvatice, în plantele acvatice, în nevertebratele bentonice și în țesuturile peștilor.

Concentrațiile metalelor prezintă variații sezoniere și spațiale, iar acumularea este mai pronunțată în mături și organisme bentonice, unde coeficienții de bioacumulare ating valori foarte ridicate.

Cercetările efectuate de către *Centrul Republican de Pedologie Aplicată*, în 2004, asupra conținutului unor metale grele (Pb, Cd, Zn, Cu, Mn ș.a) din preajma autotraseelor Leușeni-Chișinău, Chișinău-Dubăsari, Chișinău-Bălți au înregistrat o creștere a cantității locale de plumb, cadmiu și a altor metale grele în sol. O cantitate majorată a acestui element a fost depistată în nemijlocita apropiere de terasamentul traseului de la vama Leușeni. Acest fapt se datorează aglomerației de autovehicule staționate și emisiei unui volum mare de gaze de eșapament. Plantele din fișia adiacentă autotraseelor s-au dovedit a fi poluate cu metale grele [3]. Poluarea solului cu metale grele este determinată de folosirea excesivă și necontrolată a îngrășămintelor minerale, pesticidelor și a deșeurilor ca fertilizatori. În Republica Moldova, tot mai multe metale grele ajung în mediu din electrocasnice, baterii și acumulatoroare aruncate necorespunzător, care eliberează treptat plumb, cadmiu, nichel și mercur.

Acumularea metalelor grele în mediul natural afectează toate organismele vii și generează o gamă extinsă de reacții fiziologice și patologice. La plante, aceste metale inhibă procesele fotosintetice, absorbția nutrienților și creșterea, reducând considerabil productivitatea și valoarea nutritivă. Animalele le acumulează prin consumul de hrană sau apă contaminată, ceea ce provoacă disfuncții ale sistemelor nervos, imunitar și reproducător. La om, efectele sunt severe, manifestându-se prin tulburări neurologice, renale, hepatice și osoase, precum și prin apariția bolilor cronice sau oncologice în cazul expunerii prelungite. Poluarea cu metale grele în Republica Moldova reprezintă o amenințare serioasă pentru sănătatea oamenilor și pentru ecosisteme, ceea ce face esențială gestionarea eficientă a acestei probleme. Gestionarea poluării necesită o abordare integrată, care include controlul, prevenirea și remedierea resurselor afectate. *Controlul* presupune monitorizarea surselor industriale, evaluarea concentrațiilor de metale grele și aplicarea unor standarde stricte de emisii. *Prevenirea* implică adoptarea de practici industriale mai curate, gestionarea responsabilă a deșeurilor și educarea populației cu privire la riscurile metalelor grele, precum și promovarea tehnologiilor mai sigure și a reciclării echipamentelor și bateriilor.

Remedierea resurselor afectate se realizează prin tehnologii chimice, electrochimice, de separare prin membrane și bio- sau geotehnologice. Precipitația chimică permite transformarea ionilor metalici în compuși insolubili, iar procesele electrochimice și membranele asigură o eliminare eficientă și posibilă recuperare a metalelor. Metodele biologice folosesc microorganisme pentru precipitarea metalelor grele, oferind soluții sustenabile pe termen lung. O strategie realistă pentru Republica Moldova presupune combinarea metodelor mai accesibile, precum precipitația chimică și bioprecipitarea, cu tehnologii avansate pe măsură ce resursele și expertiza permit, însoțită de monitorizarea continuă a eficienței și coordonarea acțiunilor la nivel de stat.

Așadar, poluarea cu metale grele în Republica Moldova reprezintă o problemă semnificativă, cu impact asupra sănătății oamenilor și integrității ecosistemelor. Aceste metale se acumulează în sol, apă și organisme, bioacumulându-se și biomagnificându-se în lanțurile trofice, ceea ce crește riscurile toxice. Gestionarea poluării necesită o abordare integrată, incluzând monitorizarea, prevenirea și remedierea resurselor afectate prin tehnologii chimice, electrochimice și biologice. Implementarea unor măsuri coerente, coordonate și sustenabile este esențială pentru protejarea mediului și sănătății populației pe termen lung.

BIBLIOGRAFIE

1. DUCA, G., SKURLATOV, Y. *Ecological chemistry*. Chișinău: Moldova State University, 2002, 297 p.
2. OROS, A. Bioaccumulation and trophic transfer of heavy metals in marine fish: ecological and ecosystem level impacts. In: *Journal of Xenobiotics*. Vol. XV. [Citat 29.10.2025]. Disponibil: pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12028879/.
3. STASIEV, G., GRIGHELI, G., IORGA, E., FORMUZACHI, N. Metalele grele în solurile Moldovei și nivelurile de acumulare a lor în producția agricolă și alimentară. In: *Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științe biologice, chimice și agricole*, nr.1 (292). 2004, pp. 161- 165.

Recomandat
Vladislav BLONSCHI, dr., lect. univ.

ENERGIILE REGENERABILE ȘI TRANZIȚIA VERDE ÎN MOLDOVA

Simona TÎRGOLA, tirgolasimona@gmail.com
Universitatea de Stat din Moldova, Facultatea de Chimie și Tehnologie Chimică
Departamentul Chimie

Tranziția energetică reprezintă una dintre cele mai profunde transformări ale secolului XXI, fiind determinată de necesitatea reducerii emisiilor de carbon, a dependenței de combustibili fosili și a vulnerabilităților economice. În acest context global, Republica Moldova se află în fața unei provocări strategice: construirea unui sistem energetic durabil, bazat pe surse regenerabile, care să asigure securitatea națională și dezvoltarea economică sustenabilă.

Contextul global și tendințele actuale:

La nivel internațional, tranziția către energia curată este susținută de documente precum Agenda ONU 2030 și Pactul Ecologic European, care prevăd neutralitatea climatică până în 2050. Conform Agenției Internaționale pentru Energie (IEA), în 2023 sursele regenerabile au generat peste 29% din electricitatea mondială, iar investițiile globale în acest domeniu au depășit 500 miliarde de dolari. Aceste date confirmă trecerea ireversibilă către o economie verde, în care statele mici, precum Republica Moldova, pot valorifica oportunitățile de integrare în sistemul energetic european.

Situația energetică a Republicii Moldova:

Moldova rămâne una dintre cele mai dependente energetic țări din Europa, importând peste 70% din energia consumată. Gazul natural provine aproape integral din Federația Rusă, iar energia electrică era, până în 2022, importată din Ucraina și regiunea transnistreană. Războiul din Ucraina a accelerat necesitatea reducerii dependenței externe, determinând statul să se conecteze la rețeaua electrică continentală ENTSO-E și să adopte Strategia Energetică 2030, care prevede atingerea unei ponderi de 30% energie regenerabilă până în 2030.

Potențialul energiilor regenerabile:

Republica Moldova dispune de un potențial semnificativ în domeniul surselor regenerabile: energia solară, eoliană, biogazul, biomasa și hidroenergia.

Energia solară are cea mai rapidă dezvoltare, datorită celor peste 210 zile însorite anual și a investițiilor private susținute. În 2024, capacitatea fotovoltaică a depășit 250 MW, iar numeroși prosumatori – gospodării și companii – contribuie deja la rețea.

Energia eoliană se concentrează în regiunile de sud, unde viteza medie a vântului depășește 6 m/s, dar extinderea acesteia este limitată de infrastructura învechită. Biomasa și biogazul au un potențial enorm în mediul rural, oferind soluții pentru gestionarea deșeurilor agricole și reducerea poluării. Hidroenergia, deși modestă ca volum, contribuie la stabilizarea rețelei și la producerea de energie curată în zonele rurale.

Politici și cooperare internațională:

Cadrul legislativ al Republicii Moldova este aliniat la normele europene. Legea nr. 10/2016 și Strategia Energetică 2030 reglementează promovarea energiilor regenerabile, introducând licitații competitive, tarife fixe și acces prioritar la rețea pentru producători. Uniunea Europeană, BERD, USAID și Banca Mondială au sprijinit țara prin investiții majore în infrastructura verde și proiecte educaționale. De exemplu, Programul USAID „Securitatea Energetică a Republicii Moldova” susține dezvoltarea rețelelor inteligente și creșterea eficienței energetice în mediul rural.

Impactul economic și social:

Tranziția verde generează beneficii economice directe: crearea de locuri de muncă, atragerea investițiilor și reducerea costurilor energetice. Energia solară și biomasa stimulează economia locală, în special în zonele rurale, unde agricultorii pot valorifica deșeurile pentru producerea de energie. De asemenea, creșterea producției interne diminuează importurile și stabilizează prețurile la energie. Din

perspectivă socială, tranziția verde contribuie la creșterea calității vieții, la reducerea sărăciei energetice și la consolidarea autonomiei locale.

Beneficii pentru mediu și sănătate publică:

Energiile regenerabile reduc emisiile de CO₂, oxizi de azot și particule poluante, îmbunătățind semnificativ calitatea aerului. Conform Organizației Mondiale a Sănătății, poluarea atmosferică provoacă anual peste 1.800 de decese premature în Moldova. Înlocuirea combustibililor fosili cu surse curate reduce impactul asupra sănătății și contribuie la atingerea obiectivelor Acordului de la Paris. În plus, valorificarea biomasei și a biogazului limitează poluarea solului și a apelor, sprijinind economia circulară și protejând ecosistemele.

Provocări și limitări:

Dezvoltarea energiilor regenerabile este încetinită de infrastructura depășită, costurile ridicate ale tehnologiilor, lipsa stocării energiei și birocrăția administrativă. Dependența de finanțare externă și instabilitatea politică pot afecta continuitatea proiectelor. Pentru depășirea acestor obstacole, este necesară crearea unui Fond Național pentru Energie Verde, finanțat prin taxe de carbon și fonduri UE, care să ofere granturi și credite cu dobândă redusă. Totodată, educația ecologică și informarea populației trebuie consolidate pentru a încuraja participarea comunităților la producția de energie regenerabilă.

Comparația cu țările europene:

Ponderea energiilor regenerabile în Moldova a crescut de la 23% în 2020 la 39% în 2024, un progres notabil comparativ cu alte state din regiune. Media europeană este de 45%, dar Moldova a recuperat rapid decalajul prin politici eficiente și investiții externe. Țări precum România (34%) și Germania (46%) oferă modele de bună practică în diversificarea mixului energetic și digitalizarea rețelelor. Moldova are potențialul de a atinge 45% energie regenerabilă până în 2035.

Propuneri strategice pentru viitor:

- ✓ Panouri solare în instituțiile publice: școli, spitale, primării → reducerea costurilor bugetare și încurajarea prosumatorilor;
- ✓ Parcuri eoliene comunitare: implicarea autorităților locale și a comunităților în dezvoltarea de parcuri eoliene pe terenuri neproductive;
- ✓ Stații de biogaz regionale: pentru valorificarea deșeurilor agricole și zootehnice – fiabilitate energetică în zonele rurale;
- ✓ Digitalizarea rețelelor de energie: soluții de stocare a energiei și integrarea surselor variabile (solar, eolian).
- ✓ Energia trebuie să fie accesibilă și creată local, pentru toți cetățenii.

CONCLUZII

Tranziția energetică a Republicii Moldova este un proces ireversibil și esențial pentru viitorul său economic și ecologic. Sursele regenerabile – solară, eoliană, biomasă și biogaz – nu reprezintă doar alternative sustenabile, ci și piloni ai independenței energetice. Prin continuarea reformelor, investiții inteligente și cooperare internațională, Moldova poate deveni un exemplu regional de succes în tranziția verde.

Tranziția verde nu este doar o strategie energetică, ci o viziune de dezvoltare națională, bazată pe echilibru între progres, mediu și bunăstare socială. Energia curată înseamnă un viitor sigur, sănătos și european pentru Republica Moldova.

Recomandat

Iolanta BĂLAN, dr., cercet. șt. coord., lect. univ.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПЕРЕРАБОТКИ ПИЩЕВЫХ ОТХОДОВ

Tatiana CULEVA^{1*}, Anna CHIRIAC¹, Elizaveta CERNOMOREȚ¹

**¹Departamentul Alimentație și Nutriție, Facultatea Tehnologie Alimentelor,
Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova**

***Autorul corespondent: Tatiana CULEVA, tatiana.culeva@an.utm.md
Conducător științific: Tatiana CAPCANARI, dr., conf. univ.**

ВВЕДЕНИЕ

С каждым годом объем отходов, возникающих вследствие деятельности человека, увеличивается. В этом контексте образование пищевых отходов является особенно актуальной проблемой. Это приводит к формированию значимых экологических проблем, включая загрязнение водных ресурсов, почвы и атмосферы. Предприятия производят значительную долю общего объема пищевых отходов и, что еще более важно, характеризуются низким уровнем осведомленности о возможностях инноваций, ориентированных на устойчивое развитие, и задачах по минимизации пищевых отходов. Одним из наиболее результативных способов решения данной проблемы является переработка отходов, позволяющая не только уменьшить количество мусора, но и преобразовать его в полезные ресурсы. В связи с этим поиск более экологически безопасных и высокоэффективных решений в сфере переработки отходов остается одной из приоритетных задач современного общества.

Проблема переработки отходов

Пищевые отходы представляют собой социальную проблему, экономическую неэффективность и экологическую катастрофу. Отходы выделяют вредные парниковые газы. В частности, пищевая промышленность ответственна за глобальный выброс парниковых газов, из которых продукты питания никогда не употребляются в пищу и в конечном итоге становятся отходами. При разложении пищевых отходов в анаэробных условиях на свалках пищевых отходов образуется метан, потенциал глобального потепления которого в 25 раз превышает потенциал CO₂. Несмотря на крайне тревожную статистику ежегодно на уровне розничной торговли и потребителей в отходы выбрасывается 88 миллионов тонн продуктов питания. Пищевые отходы образуются на каждом этапе пищевой цепочки. В развитых странах отходы на сферу общественного питания, первичное производство, оптовую и розничную торговлю. Коммерческое общественное питание, включая гостиничный сектор, занимает третье место в пищевой цепочке по объему производимых пищевых отходов, несмотря на значительный потенциал в области предотвращения образования отходов.

Технологические инновации в управлении пищевыми отходами

Технологические инновации особенно важны для проблем, о которых говорят ученые в результате своей работы. Кроме того, технологии предоставляют предприятиям инструменты для расширения возможностей утилизации пищевых отходов, оценки их реальной стоимости, совершенствования стратегий минимизации и восстановления и повышения осведомленности специалистов. Относительная важность технологических устойчивых решений для коммерческих предприятий общественного питания до сих пор не изучена во многих исследованиях по минимизации пищевых отходов.

Международные стратегии

Согласно Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (ФАО), пищевые отходы определяются как продукты, пригодные для потребления, но выбрасываемые по собственному желанию или в связи с порчей или истечением срока годности,

причем под «продуктами» понимаются «переработанные, полу переработанные или сырые пищевые продукты, предназначенные для потребления человеком».

Пищевые отходы признаны растущей, но предотвратимой проблемой. Многие государства начали вводить стандарты, чтобы стимулировать сокращение пищевых отходов в определенных отраслях или даже наказывать тех, кто тратит продукты впустую. Страны принимают разные стратегии для решения проблемы пищевых отходов. Например, Корея установила партнерские отношения между НПО KZWMN, различными государственными органами, местными сообществами и частными предприятиями с целью сократить пищевые отходы на 20%. Другие страны в основном полагаются на частные инициативы по предотвращению пищевых отходов. Сокращение ненужных затрат за счет решения проблемы пищевых отходов является не только социальным и экологическим приоритетом, но и выгодным для индустрии общественного питания, учитывая, что во всех отраслях промышленности пищевые отходы обходятся в среднем в 2,4 трлн евро в год.

Экономические преимущества технологий переработки отходов

Методы, используемые на сегодняшний день, требуют много времени, являются неточными, дорогостоящими и не дают полного представления о выбрасываемых продуктах. Руководство вынуждено полагаться на своих сотрудников, которые вводят данные о выбрасываемых продуктах, что часто приводит к несогласованным и ошибочным результатам. По этой причине многие компании не знают, чем заполняются их мусорные баки, и позволяют, чтобы день за днем в мусор попадали непостижимые суммы денег и ценные ресурсы. Использование технологических инноваций в рамках сотрудничества с сторонними компаниями может быть стратегическим и экономически эффективным способом дополнить деятельность компании в области открытых инноваций. С 2010 года технологическая конкуренция за устойчивые решения в глобальной индустрии общественного питания включает в себя разработку новых технологий для улучшения количественной оценки, минимизации и утилизации пищевых отходов. Ряд технологических стартапов сотрудничают и устанавливают официальные отношения с предприятиями с целью внедрения практик устойчивого управления отходами. В то время как в некоторых отраслях и видах деятельности компании имеют больше возможностей для устойчивого развития.

ВЫВОДЫ

Проблема образования и инновационные технологии переработки пищевых отходов сегодня представляет собой комплексный экологический, социальный и экономический вызов к устойчивому развитию. Особую роль в формировании пищевых отходов играет сфера общественного питания, где все еще недостаточно развиты стратегии по сокращению и переработке отходов. В данном контексте инновационные технологии выступают ключевым инструментом в переходе предприятий к устойчивой модели развития: они обеспечивают более точный контроль над отходами, оптимизацию производственных процессов, повышение экологической ответственности. Важно продолжать исследования в области переработки отходов, чтобы обеспечить более экологичный и эффективный подход к управлению отходами в будущем.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. MARTIN-RIOS, C., HOFMANN, A., MACKENZIE, N. Sustainability-Oriented Innovations in Food Waste Management Technology. In: *Sustainability*, 2021, 13, 210. <https://doi.org/10.3390/su13010210>.
2. WANI, N.R., RATHER, R.A., FAROOQ, A. *et al.* New insights in food security and environmental sustainability through waste food management. In: *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 2024, 31, pp. 17835–17857. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-26462-y>.
3. XIAO, N., KONG, L., WEI, M. *et al.* Innovations in food waste management: from resource recovery to sustainable solutions. In: *Waste Dispos. Sustain. Energy*, 2024, 6, pp. 401–417. <https://doi.org/10.1007/s42768-024-00201-6>.

SUBSTANȚE SECUNDARE REZULTATE DIN INDUSTRIA VITIVINICOLĂ

Valentina BÎNZARI, valentinnnabinzari@gmail.com

*Universitatea de Stat din Moldova, Facultatea de Chimie și Tehnologie Chimică
Departamentul Chimie*

Industria vitivinicolă reprezintă una dintre cele mai vechi și mai dezvoltate ramuri ale agroalimentarului, contribuind semnificativ la economia țărilor cu tradiție în cultivarea viței-de-vie, precum Franța, Italia, Spania sau România. Totuși, pe lângă produsul principal – vinul – procesul tehnologic generează o cantitate însemnată de produse secundare și deșeuri, cum ar fi tescovina (amestec de piețițe, semințe și pulpă), drojdiile, tulpinile și apele reziduale. Aceste materiale, denumite generic substanțe secundare rezultate din industria vitivinicolă, au un potențial valoric ridicat dacă sunt gestionate corespunzător. Conform literaturii de specialitate, aproximativ 20-25% din masa totală a strugurilor procesați rămâne sub formă de reziduuri solide [1]. Tescovina, care constituie cea mai mare parte a acestor deșeuri, conține compuși bioactivi valoroși: polifenoli, taninuri, antociani, acizi grași nesaturați, fibre alimentare și compuși aromatici [2]. În mod tradițional, aceste materiale erau aruncate sau utilizate pentru hrana animalelor, însă, în ultimele decenii, interesul științific și industrial pentru recuperarea compușilor bioactivi a crescut semnificativ, datorită importanței acestora în industria farmaceutică, cosmetică și alimentară.

Un alt produs secundar important îl constituie semințele de struguri, care pot fi folosite pentru extragerea uleiului de sămburi de struguri. Acest ulei este bogat în acizi grași polinesaturați (în special acid linoleic) și tocoferoli (vitamina E), având proprietăți antioxidante și beneficii dovedite asupra sănătății cardiovasculare [3]. De asemenea, piețițele strugurilor sunt o sursă valoroasă de resveratrol – un compus fenolic cu efecte antitumorale și antiîmbătrânire.

Drojdiile reziduale rezultate în urma fermentației pot fi, de asemenea, valorificate. Ele conțin proteine, vitamine din complexul B și polizaharide (în special β -glucani și manoproteine) utilizate în industria farmaceutică și alimentară [4]. Totodată, drojdiile pot fi transformate prin procese biotehnologice în biomasă utilizabilă pentru obținerea de biogaz sau bioetanol, contribuind la economia circulară. Conform studiilor recente (inclusiv lucrări coordonate de acad. Gheorghe Duca în domeniul chimiei ecologice și biotehnologiilor de valorificare), aceste biomase pot fi utilizate în:

- producerea extractelor proteice și a suplimentelor alimentare bogate în vitamine;
- obținerea de bioproduse (biosurfactanți, enzime, biopolimeri);
- producerea de biogaz prin digestie anaerobă, contribuind la valorificarea energetică a reziduurilor vitivinicole;
- fabricarea de îngrășăminte organice prin compostare sau hidroliză controlată, datorită conținutului ridicat de azot și fosfor.

Din perspectiva ecologică, deșeurile vitivinicole netratate pot provoca poluarea solului și a apelor, din cauza conținutului ridicat de materie organică și fenoli toxici pentru microorganismele acvatice. Astfel, reciclarea și valorificarea substanțelor secundare nu reprezintă doar o oportunitate economică, ci și o măsură de protecție a mediului [5]. Pe plan european, mai multe directive (de exemplu, Directiva 2008/98/CE privind deșeurile) promovează conceptul de „deșeu zero”, încurajând industria vinului să adopte tehnologii sustenabile pentru reutilizarea produselor secundare. România, ca stat membru al UE, se aliniază treptat acestor standarde, existând proiecte locale privind producerea de biogaz din tescovină și extragerea de antioxidanți naturali pentru suplimente alimentare [6].

Din perspectiva mediului, dacă aceste reziduuri nu sunt gestionate corespunzător, pot genera poluare: materie organică ridicată, fenoli toxici pentru ecosisteme, necesitatea de tratare și posibilități de valorificare reduse. Din literatura domeniului se desprind mai multe perspective:

- Tehnologică: recuperarea compușilor bioactivi prin extracție și alte tehnologii moderne.
- Biotehnologică: valorificarea prin fermentație, digestie anaerobă, obținerea de biogaz/energie.

- **Economico-ecologică:** transformarea deșeurilor în resurse, reducerea costurilor de gestionare, adoptarea economiei circulare.

În viziunea mea, valorificarea substanțelor secundare din industria vitivinicolă reprezintă o direcție strategică pentru dezvoltarea durabilă a sectorului agroalimentar moldovenesc. R. Moldova dispune de o suprafață viticolă considerabilă, dar mare parte din reziduurile vinicole sunt încă insuficient exploatate. O primă sugestie este implementarea tehnologiilor moderne de extracție ecologică, cum ar fi extracția cu fluide supercritice (CO₂ supercritic) sau extracția asistată cu ultrasunete. Aceste metode pot crește randamentul de recuperare a compușilor fenolici și pot reduce consumul de solvenți chimici toxici. De asemenea, consider că formarea unor parteneriate între crame și companii biotehnologice ar putea facilita dezvoltarea unor linii secundare de producție – de exemplu, obținerea de pulberi antioxidante din tescovină uscată, utilizabile în industria alimentară (pentru suplimente, ciocolată, produse de panificație etc.). În plus, apele reziduale din vinificație ar putea fi tratate și valorificate prin procese biologice (metanogeneză sau fermentație alcoolică secundară), obținându-se astfel biogaz sau bioetanol, surse regenerabile de energie.

Un alt aspect important îl constituie educația și informarea producătorilor locali privind avantajele economice ale reciclării produselor secundare. Prin campanii de conștientizare și programe de finanțare, micile crame ar putea fi încurajate să adopte tehnologii sustenabile și să își diversifice portofoliul de produse.

Pe termen lung, R. Moldova ar putea dezvolta un centru de cercetare național pentru valorificarea deșeurilor vitivinicole, unde să se studieze aplicabilitatea acestora în domenii emergente precum bioplasticele, materialele compozite biodegradabile sau suplimentele alimentare naturale.

CONCLUZII

Substanțele secundare rezultate din industria vitivinicolă nu mai trebuie privite ca simple deșeuri, ci ca resurse valoroase pentru obținerea de produse cu valoare adăugată ridicată. Prin aplicarea tehnologiilor ecologice moderne și prin colaborarea între mediul academic și sectorul privat, industria vinului poate deveni un model de sustenabilitate și inovație în România și în întreaga Uniune Europeană. Prin adoptarea unei viziuni integrate, care combină tehnologie modernă, valorificare economică, parteneriate, educație și politici adecvate, industria vitivinicolă poate realiza o dezvoltare durabilă și inovativă. Valorificarea materialelor secundare reduce impactul asupra mediului, creează noi produse și oportunități economice și contribuie la economia circulară.

BIBLIOGRAFIE

1. BERES, C., COSTA, G.N., CABEZUDO, I., DA SILVA-JAMES, N. ș.a. Towards integral utilization of grape pomace from winemaking process: A review. In: *Waste Manag.*, vol. 68, 2017, pp. 581–594.
2. MAICAS, S., MATEO, J.J. Sustainability of wine production. In: *Sustainability*, 12(3), 2020, art. 678.
3. YILMAZ, Y., TOLEDO, R. T. Health aspects of functional grape seed constituents. In: *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, vol. 44(6), 2004.
4. DOMÍNGUEZ, R., ZHANG, L., ROCCHETTI, G. Reuse of wine lees: A review of composition and applications. In: *Trends in Food Science & Technology*, vol. 124, 2022.
6. DUCA, Gh., COVALIOVA, O., COVACI, E., ROMANCIUC, L., TAȘCA, C. Effect of bioactive additives on the valorization of wine residues. In: *J. of Env. Chemistry and Ecotoxicology*, 2021.
7. DUCA, Gh., STURZA, R., SÎRETANU, L. Estimation of Organic Pesticide Residues in Wines of Moldova. In: *CLEAN – Soil, Air, Water*, vol. 40(6), 2012, pp. 661–666. Disponibil: repository.utm.md.
8. DUCA, Gh. *Management of Water Quality in Moldova*. Springer International Publishing: Switzerland, 2014. Disponibil: edu.asm.md.
9. DUCA, Gh., MEREUȚA, A., MARCHITAN, N. *Procese și aparate*. Chișinău, 2013.
10. VICOL, C., DUCA, Gh. Interacțiuni antioxidante dintre unii compuși naturali din struguri. În: *Procese redox cu transfer de electroni și protoni*. CEP USM: Chișinău, 2023, pp. 159–183.

Recomandat

Iolanta BĂLAN, dr., cercet. șt. coord., lect. univ.

STUDIUL IMPACTULUI PANOURILOR FOTOVOLTAICE ASUPRA MEDIULUI

Valeria LAZARIUC, lazariuccleria@gmail.com

Universitatea de Stat din Moldova, Facultatea de Chimie și Tehnologie Chimică

În ultimele decenii, cercetarea și dezvoltarea tehnologiilor fotovoltaice a căutat soluții inovatoare pentru a satisface cererea crescută de energie electrică într-un mod durabil, accesibil și ecologic. Interesul a crescut semnificativ pentru celulele solare de a treia generație, bazate pe materiale alternative sau pe nanotehnologie. În acest context, celulele solare sensibilizate cu coloranți organici au atras un interes considerabil și s-au afirmat ca o tehnologie promițătoare pentru viitorul energiei solare.

Orientarea obținerii de energie electrică spre metode ecologic sustenabile a dus la inaugurarea parcurilor de panouri solare și panouri fotovoltaice pe teritoriul Republicii Moldova. Fiecare panou solar este format din mici celule solare care transformă lumina solară în curent electric [1]. Ministerul Energiei cu suportul Guvernului Germaniei, a elaborat proiectul *Metodologiei cu privire la amplasarea, instalarea și demontarea centralelor electrice fotovoltaice în Republica Moldova*. Documentul stabilește un cadru tehnic unitar, aliniat la standardele internaționale și la bunele practici europene, pentru dezvoltarea sustenabilă și sigură a proiectelor de energie solară. Acest document reprezintă un pas important în crearea unui cadru predictibil și sigur pentru investițiile în energie solară, consolidând asigurarea tehnică, protecția mediului și dezvoltarea durabilă a sectorului energetic.

Durata medie de viață a unui panou solar fotovoltaic este de 25-30 ani. Deși pe parcursul utilizării panourile fotovoltaice produc un nivel de poluare minim, reducând producerea de dioxid de carbon în atmosferă, este necesară studierea metodelor de reciclare a materialelor componente a panourilor în utilizare pentru a reduce poluarea produsă după ce acestea vor ieși din funcțiune. Se notează o pierdere anuală de 0,5-0,8% a eficienței panoului fotovoltaic [2].

Actual, pentru fabricarea panourilor fotovoltaice se utilizează diverse materii prime, precum siliciu, cadmiu, telur, cupru, seleniu și galiu. Panourile fotovoltaice ce domină 92% din piața curentă folosesc tehnologia carbon-siliciu. Panourile policristaline din siliciu sunt formate din 55% celule fotovoltaice monocristaline de silicon și 45% celule fotovoltaice hibride carbon-siliciu. Panouri fotovoltaice policristaline sunt preferate de cumpărători față de cele monocristaline datorită prețului scăzut de producere, însă prezintă dezavantajul de eficiență redusă cu aproximativ 12-14%. Alte materiale folosite în producerea panourilor fotovoltaice sunt sticla temperată pentru stratul de protecție a celulelor fotovoltaice, etilen-vinil-acetat sau poliolefina elastomerică pentru encapsulare, Tedlar-Poliester-Tedlar, fluoropolimeri, polietilen tereftalat pentru strat de protecție și aluminiu pentru cadrul panoului fotovoltaic.

Cercetări recente au dus la dezvoltarea tehnologiilor bazate pe ionii de cadmiu-telur, aceștia eficientizează procesul de transformare a căldurii în energie electrică. Sunt descrise și metode unde se utilizează alternative de calcopirită și ioni de cupru, galiu sau indiu. Deși sunt mai eficiente, aceste componente se prezintă mai toxice pentru mediu și sunt greu de reciclat. Majoritatea unităților instalate astăzi sunt celule solare cristaline, dar domeniul este în continuă dezvoltare și se propun celule solare sensibilizate cu coloranți organici. Odată cu creșterea preconizată a instalării celulelor solare, riscul pentru sănătatea umană devine un pericol. Acesta apare atât în faza de dezvoltare și producție, cât și la sfârșitul ciclului de viață al celulelor solare. Unele materiale toxice se pot infiltra în depozitele de deșeuri și, ulterior, în mediu, având un impact direct asupra ecosistemului și asupra oamenilor sau indirect prin intermediul plantelor comestibile și al apei potabile. Numeroase substanțe chimice și solvenți sunt utilizate în cantități considerabile pentru procese de separare, extragere, purificare și producere a diferitor tipuri de celule solare. Substanțele chimice utilizate în aceste procese sunt: amoniacul, hidrogenul, acidul sulfuric, acidul clorhidric, acidul azotic și alcoolul izopropilic. Multe din aceste substanțe sunt inflamabile, corozive, cancerigene sau toxice. Cantitatea de emisii în mediu a acestor gaze toxice și substanțe chimice variază în funcție de celulele solare propuse [2].

Panourile fotovoltaice sunt compuse din 90% materiale ce sunt clasificate ca non-toxice: siliciu, sticlă și aluminiu. Componente mai mici ale celulelor fotovoltaice prezintă pericol pentru mediu, datorită prezenței de plumb și staniu (până la 4% din masa totală), cupru și zinc (până la 2% din masa totală). Semiconductoarele utilizate pentru convertirea electricității conțin indiu, galiu, seleniu, cadmiu, telur și plumb, care pot fi clasificate ca materiale toxice în multiple regulamente internaționale.

Din totalitatea materialelor recuperabile dintr-un panou fotovoltaic, sticla este aproximativ 95% reciclabilă, aluminiul 100%, siliciu 80-90%, encapsulantul 10-20%. Procesele de bază utilizate pentru reciclarea panourilor fotovoltaice sunt delaminarea, separarea, purificarea diferitor elemente. Fizic, panourile fotovoltaice sunt desfăcute în masa de aluminiu, masa de sticlă, cabluri și alte piese. Masa de aluminiu este mărunțită și tratată termic la aproximativ 500°C pentru o oră, iar cea de sticlă la 650°C pentru recuperarea a 91% din masa inițial utilizată. Solvenții utilizați în procesul de separare a elementelor cu parte de masă mai mică sunt următorii: acid fosforic în formă de pastă pentru cristale de siliciu; trichloroetilenă pentru panourile cristaline de silicon, acid sulfuric, carbonat de sodiu și sulfit de sodiu pentru cadmiu și telur iar toluenul se folosește pentru dizolvarea straturilor de plastic din etilen-vinil-acetat.

Impactul asupra biodiversității și mediului. Deși panourile fotovoltaice duc la scăderea cantității de dioxid de carbon produsă, deșeurile generate în timpul fazei de producere sau după depășirea termenului de folosire nu pot fi ignorate. Metalele ce intră în componența panourilor fotovoltaice, ca plumbul, staniul, cadmiul, siliconul, cuprul sunt dăunătoare mediului și organismului uman dacă ajung în gropi de gunoi. Este cunoscut că scurgerile de siliciu și plumb, crom, cadmiu și nichel duc la poluarea mediului acvatic și distrugerea microorganismelor acvatice și a algelor. Panourile fotovoltaice cu conținut de fosfor și bor duc la diminuarea biodiversității microorganismelor. Efecte negative asupra mediului apar și la reciclarea panourilor fotovoltaice. Majoritatea daunelor cauzate de panourile fotovoltaice asupra biodiversității locale se datorează îngrădirii teritoriilor unde sunt instalate acestea și acoperirea terenului agricol, ceea ce nu permite creșterea vegetației naturale și limitează disponibilitatea hranei pentru animale. Celulele fotovoltaice sensibilizate cu colorant au mai multe avantaje față de celulele solare tradiționale cu siliciu. Sunt mai ieftine de fabricat, sunt mai ușoare și sunt flexibile, făcându-le potrivite pentru o gamă largă de aplicații [3].

CONCLUZII

Utilizarea celulelor solare fotovoltaice sensibilizate cu coloranți organici prezintă un aspect pozitiv atât ecologic prin diminuarea producerii de dioxid de carbon, cât și economic prin micșorarea prețurilor de producere a electricității și crearea independenței consumatorului de energie electrică.

În faza actuală, probleme ecologice prezintă procesul de instalare a parcurilor fotovoltaice și reciclarea panourilor fotovoltaice după utilizare. Ele prezintă efecte negative asupra biodiversității, cât și asupra scurgerilor de metale corozive și toxice pentru organismele vii.

Pentru a eficientiza și raționaliza procesul de producere și de utilizare a panourilor fotovoltaice se necesită implementarea reglementărilor severe asupra eliminării deșeurilor generate de acestea, cât și continuarea cercetării alternativelor de producere a celulelor fotovoltaice ce nu utilizează metale grele.

BIBLIOGRAFIE

1. Hotărârea nr. 515 din 22-07-2022 cu privire la aprobarea Programului de re tehnologizare și eficiență energetică a întreprinderilor mici și mijlocii. Publicat: 05-08-2022 Monitorul Oficial Nr. 246-250 art. 639. https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=139539&lang=ro.
2. TAWALBEH, M., AL-OTHMAN, A., KAFIAH, F., EMAD A. Environmental impacts of solar photovoltaic systems: A critical review of recent progress and future outlook, *Science of The Total Environment*, V. 759, 2021, 143528. ISSN 0048-9697. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143528>.
3. VAJDA, M. Îmbunătățirea celulelor solare sensibilizate cu coloranți: rezumatul tz. de doct în inginerie chimică. Universitatea Politehnică, Timișoara, 2023. https://www.upt.ro/img/files/2022-2023/doctorat/teze/rezumat_teza/Rezumat%20RO_VAJDA%20Melinda.pdf.

Recomandat
Ana POPUȘOI, dr., lector universitar

SCHIMBĂRILE CLIMATICE ȘI IMPACTUL ASUPRA REPUBLICII MOLDOVA

Vitalina POPOV, vitalina.popov74@gmail.com

*Universitatea de Stat din Moldova, Facultatea de Chimie și Tehnologie Chimică
Departamentul Chimie Industrială și Ecologică Academician „Acad. Gheorghe Duca”*

Schimbările climatice constituie o problemă globală majoră, care afectează întreaga omenire. Republica Moldova este una dintre țările europene cele mai vulnerabile la efectele schimbărilor climatice din cauza localizării geografice, structurii solului și economiei bazate pe agricultură. În ultimele decenii s-au înregistrat schimbări climatice semnificative (creșterea temperaturilor medii și a variabilității precipitațiilor) care au un impact direct asupra resurselor de apă și a productivității agricole [1].

Analizele climatice realizate în ultimele decenii arată o tendință evidentă de creștere a temperaturii medii anuale pe teritoriul Republicii Moldova, care se încadrează într-o zonă cu climă temperat-continentală și resimte acut efectele schimbărilor climatice. Datele hidrometeorologice arată o creștere a temperaturii medii anuale cu circa 1,0-1,5°C în ultimul secol, însoțită de ierni mai blânde, veri mai secetoase și o creștere a frecvenței fenomenelor extreme [2]. Aceste modificări afectează regimul hidrologic, determinând scăderea rezervei de apă freatică, reducerea debitelor râurilor și diminuarea productivității agricole. Culturile de bază – grâul, porumbul și floarea-soarelui – sunt tot mai expuse stresului termic și hidrologic [3].

Schimbările regimului de precipitații determină atât perioade de secetă severă, cât și perioade de precipitații intense care adesea provoacă inundații locale. Conform analizelor recente, aproximativ 30–40% din terenurile agricole sunt afectate periodic de secetă și degradarea solului. Evenimente precum cele din 2007, 2012 sau 2022 au redus drastic producția de cereale și floarea-soarelui. În contrast, în anii cu precipitații abundente, Moldova se confruntă cu inundații rapide. Ploile torențiale, adesea concentrate într-un interval scurt, generează viituri în bazinele mici și produc eroziunea solului. Exemplele dramatice includ inundațiile din 2008 pe râul Prut sau ploile extreme din 2016, când în doar 24 de ore s-au înregistrat 100–185 mm de precipitații [1,2].

Cele mai vulnerabile sunt bazinele hidrografice mici și apele freatice superficiale, care resimt cel mai rapid schimbările în regimul de precipitații și temperatură. Secetele prelungite reduc cantitatea de apă disponibilă pentru irigații, industrie și consum urban; în paralel, ploile foarte intense și eroziunea transportă sedimente și poluanți în cursurile de apă, afectând calitatea apei. Datele hidrologice prezintă o tendință de scădere a debitelor medii anuale, în special în perioadele de vară, ceea ce conduce la scăderea posibilităților de asigurare a nevoilor populației, agriculturii și industriei [2]. În paralel, ploile torențiale și inundațiile rapide amplifică problemele de calitate a apelor. Cantitățile mari de apă antrenează sedimente, nutrienți și poluanți agricoli (îngrășăminte, pesticide) către cursurile de apă, afectând ecosistemele acvatice și resursele pentru consum uman. Acest fenomen conduce la eutrofizare, pierderea biodiversității acvatice și sporirea costurilor pentru tratarea apei potabile [4].

Schimbările climatice amplifică presiunile asupra economiei naționale și accentuează inegalitățile dintre regiuni. Una dintre cele mai evidente consecințe ale schimbărilor climatice este diminuarea securității alimentare, cauzată de scăderea producției agricole în anii marcați de secetă severă sau fenomene meteorologice extreme. Reducerea randamentelor la culturile de bază implică nu doar pierderi economice directe, dar și o creștere a prețurilor la produsele agroalimentare, afectând astfel accesul populației la alimente sigure.

În contextul creșterii vulnerabilității Republicii Moldova la schimbările climatice, strategiile naționale de adaptare și atenuare joacă un rol esențial în reducerea riscurilor și în consolidarea rezilienței sectoarelor critice. Printre instrumentele-cheie se numără Planurile Naționale de Adaptare (NAP), care promovează integrarea adaptării în sectoarele strategice, precum agricultura, resursele de apă, mediul și infrastructura [5].

Pentru a limita aceste efecte, Republica Moldova implementează politici de adaptare și atenuare orientate spre dezvoltarea durabilă. Acestea includ reîmpădurirea terenurilor degradate, extinderea

suprafețelor verzi, promovarea agriculturii ecologice și modernizarea sistemelor de irigație. Un rol esențial îl are și protecția solurilor prin tehnologii conservative, lucrări minime ale terenului, menținerea covorului vegetal și crearea fâșiilor forestiere de protecție, care reduc eroziunea și pierderea humusului. Practicile agricole tradiționale se înlocuiesc treptat cu metode eficiente de utilizare a apei, precum irigarea prin picurare sau colectarea apelor pluviale, ceea ce permite reducerea consumului de apă și creșterea productivității.

La nivel practic, măsurile de adaptare urmăresc reducerea impactului direct al fenomenelor climatice extreme și îmbunătățirea capacității sistemelor agricole și hidrologice de a răspunde la stresul climatic. O componentă esențială a strategiilor naționale este consolidarea rețelelor de monitorizare climatică și hidrologică. Datele obținute permit prognoze mai precise, avertizări timpurii și fundamentarea deciziilor la nivel local și regional.

Totodată, schimbările climatice influențează și starea ecosistemelor naturale. Temperaturile ridicate afectează fauna și flora locală, ceea ce conduce la migrarea speciilor, reducerea biodiversității și modificarea ciclurilor biologice, precum perioada de înflorire sau maturizare a plantelor. În lacuri și iazuri, încălzirea apei favorizează înmulțirea algelor, ceea ce conduce la scăderea conținutului oxigenului dizolvat și degradarea habitatelor acvatice [1].

Schimbările climatice nu mai este o problemă îndepărtată, ci o realitate cu impact direct asupra economiei și mediului Republicii Moldova. Adaptarea la noile condiții climatice necesită cooperare între stat, comunități și mediul academic, pentru a asigura echilibrul dintre dezvoltarea economică și protecția resurselor naturale. Prin combinarea măsurilor tehnice, instituționale și socio-economice, Republica Moldova poate reduce efectele negative ale schimbărilor climatice, poate asigura securitatea alimentară și sprijini dezvoltarea durabilă a comunităților rurale. Cooperarea internațională devine un instrument indispensabil. Gestionarea comună a apelor Prutului și Nistrului, schimbul de date legate de schimbările climatice vor permite Republicii Moldova să implementeze tehnologii moderne, să prevină riscurile la inundații și să îmbunătățească gestionarea resurselor de apă [5].

CONCLUZII

În fața acestor provocări, Republica Moldova trebuie să îmbine știința cu acțiuni concrete. Schimbările climatice nu pot fi oprite, dar pot fi înțelese și gestionate prin responsabilitate comună și cooperare internațională. Viitorul ecologic al țării depinde de deciziile luate astăzi. Pentru a înțelege clima trebuie să învățăm să trăim în echilibru cu natura, nu împotriva ei.

BIBLIOGRAFIE

1. DUCA, Gh., HONG, X., NEDEALCOV, M. Regional climatic changes and small river's water quality in Republic of Moldova's south (Danube river basin). In: *Present Environment and Sustainable Development*, 2017, V. 11, No. 1, pp. 21-33. ISSN 1843-5971.
2. Serviciul Hidrometeorologic de Stat al Republicii Moldova, *Raport privind starea mediului și tendințele climatice în Republica Moldova*, Chișinău, 2020.
3. DOMENCO, R., CLAPCO, S., DUCA, M. Zoning of sunflower agricultural fields in the Republic of Moldova based on climate variables. In: *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 2024, 52(4). Disponibil: <https://doi.org/10.15835/nbha52414000>.
4. DUCA, Gh., NEDEALCOV, M., IVANOV, V. Total Runoff of Surface Waters in New Climatic Conditions on the Republic of Moldova's Territory. In: *Environment and Sustainable Development*, 2018, 12(1), pp. 81-94. Disponibil: <https://doi.org/10.2478/pesd-2018-0007>.
5. GUVERNUL REPUBLICII MOLDOVA, *The national climate change adaptation programme until 2030*, HG624/2023, aprobat 30 august 2023 [online], [citat 04.10.2025] Disponibil: https://www.legis.md/UserFiles/Image/RO/2023/mo448-451md/Program_624_md.docx.

Recomandat
Angela LIS, dr. lect. univ.

ПРОЦЕССЫ САМООЧИЩЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ВОД: СЛОЖНЫЙ МЕХАНИЗМ ВЫЖИВАНИЯ ЭКОСИСТЕМ

Амелия КАЛЕТРУ, ameliakalestru@gmail.com

Universitatea de Stat din Moldova, Facultatea de Chimie și Tehnologie Chimică
Departamentul Chimie

ВВЕДЕНИЕ И АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ

Чистота водных ресурсов является основой жизни, но в современном мире она постоянно подвергается угрозе из-за деятельности человека. Природные водоемы обладают удивительной способностью к самоочищению — сложному многоступенчатому механизму, который позволяет им противостоять загрязнению. Однако возможности этого механизма не безграничны. Для сохранения водных ресурсов необходим комплексный подход, включающий предотвращение загрязнений, усиление естественных процессов и внедрение современных технологий контроля.

Механизм самоочищения -многоуровневый процесс

Самоочищение воды — это совокупность физических, химических и биологических процессов, снижающих концентрацию загрязняющих веществ до безопасного для экосистемы уровня. Ключевая идея — разделение загрязнителей на три группы в зависимости от путей их удаления:

1. Консервативные вещества (тяжелые металлы, ДДТ, нефтепродукты), практически не разлагаются. Их удаление происходит в основном за счет физических процессов: разбавления, транспорта, сорбции на взвешенных частицах и осаждения на дно. Таким образом, самоочищение для них имеет «кажущийся» характер. Загрязнители не уничтожаются, а перераспределяются, накапливаясь в донных отложениях и живых организмах, что создает долгосрочный риск.
2. Биогенные вещества (соединения азота и фосфора), удаляются преимущественно за счет биохимических процессов с участием микроорганизмов. Это наиболее эффективный путь, так как загрязнители включаются в природный круговорот веществ.
3. Растворенные токсины (промышленные и сельскохозяйственные), их трансформация происходит благодаря химическим и микробиологическим процессам, таким как гидролиз, фотолиз и окисление.

Эффективность самоочищения кардинально различается для разных типов загрязнителей, поэтому не существует единого универсального механизма.

Роль микроорганизмов

Микроорганизмы — главные «санитары» водоемов. Они используют загрязняющие вещества как источник пищи и энергии. Их активность описывается кинетическими моделями (например, уравнением Михаэлиса-Ментен), что делает процесс предсказуемым. Однако эффективность микробного сообщества зависит от многих факторов: температуры, кислорода, питательных веществ. Важным явлением является *кометаболизм*, когда разложение стойкого вещества возможно только в присутствии другого, более легкого субстрата. Опасность представляет *токсификация* — процесс, при котором в результате микробной деятельности малотоксичное вещество превращается в более токсичное, канцерогенное.

Химические и фотохимические процессы

С химической точки зрения ключевую роль играют гидролиз, фотолиз и окисление. Особую важность имеют свободные радикалы, в частности гидроксильные радикалы ($\cdot\text{OH}$) — самые реактивные частицы в природной среде. Они образуются под действием солнечного света (*фотолиз*), в присутствии перекиси водорода и ионов металлов, а также в результате жизнедеятельности водорослей. Формируется «радикальная биоцена», где запускаются цепные реакции окисления загрязнителей. Это мощный абиотический механизм, но его эффективность ограничена глубиной проникновения УФ-излучения и наличием веществ-«ловушек», деактивирующих радикалы.

Инженерно-моделирующий подход

Водоем можно рассматривать как сложную систему, поддающуюся математическому моделированию. Такой подход позволяет прогнозировать концентрации загрязнителей при разных сценариях нагрузки и оценивать допустимую антропогенную нагрузку на конкретный водоем, превращая самоочищение в управляемый параметр.

ПРЕДЛАГАЕМЫЕ РЕШЕНИЯ И ЛИЧНОЕ МНЕНИЕ АВТОРА

Вывод этого исследования, что процессы самоочищения — это гениальный, но хрупкий дар природы, и полагаться на него как на панацею нельзя. Задача человечества это понять эти процессы и помочь им работать эффективнее. Проанализировав источники, я предлагаю следующие решения :

1. Приоритет предотвращения: Самый важный шаг — не допускать попадания в водоемы стойких (консервативных) загрязнителей (ДДТ, тяжелые металлы), так как они не разлагаются, а накапливаются. Необходимо ужесточать контроль и искать альтернативы в промышленности и сельском хозяйстве, внедрять замкнутые циклы водопользования.
2. Управление биогенной нагрузкой: Поскольку биогенные элементы (азот, фосфор) эффективно удаляются микробами, этим можно управлять. Следует строить и модернизировать очистные сооружения с углубленной биологической очисткой, а также применять *биоремедиацию* — целенаправленно вносить штаммы микроорганизмов-деструкторов или создавать условия для их роста .
3. Использование фотохимических процессов: Понимание роли радикалов открывает путь для технологий. На малых очистных сооружениях или в местах сброса стоков можно устанавливать УФ-лампы в комбинации с дозированием перекиси водорода, чтобы искусственно усиливать природный механизм фотоллиза для разрушения стойких органических загрязнителей.
4. Экологический мониторинг на основе моделирования. Активное внедрение математических моделей («цифровых двойников» рек и озер) позволит:
 - Прогнозировать последствия новых промышленных объектов.
 - Выявлять «слабые места» в водоеме, где самоочищение наименее эффективно.
 - Устанавливать индивидуальные ПДК для конкретного водоема, а не использовать универсальные нормы.
5. Просвещение и ответственность: Важно донести до общества, что водоем — это живой организм. Сброс мусора, масел или использование фосфатных моющих средств наносит прямой удар по механизмам самоочищения.

ВЫВОД

Процессы самоочищения природных вод — это сложная, многоуровневая система, объединяющая физические, химические и биологические механизмы. Ее эффективность напрямую зависит от типа загрязнителя. Однако природный потенциал не безграничен и легко подавляется антропогенным воздействием. Задача современных специалистов — не пассивно надеяться на силы природы, а активно помогать им через предотвращение загрязнений, внедрение технологий, усиливающих естественные процессы, и развитие точных методов прогнозирования. Только комплексный научно обоснованный подход позволит сохранить водные ресурсы для будущих поколений.

Recomandat

Iolanta BĂLAN, dr., cercet. șt. coord., lect. univ.

ОПАСНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ОТХОДЫ В РЕСПУБЛИКЕ МОЛДОВА

Анастасия КАРАМАЛАК, nastena.karamalak@mail.ru
Universitatea de Stat din Moldova, Facultatea de Chimie și Tehnologie Chimică
Departamentul Chimie

В данной работе рассмотрена актуальная проблема обращения с опасными химическими отходами в Республике Молдова. Рост промышленного производства, развитие сельского хозяйства и активное применение химических веществ в различных областях деятельности привели к значительному увеличению объёмов отходов, представляющих реальную угрозу для здоровья человека и окружающей среды. С каждым годом возрастает количество отработанных химических веществ, срок хранения которых истекает, а безопасные способы их утилизации до сих пор не всегда доступны или экономически оправданы. Это делает проблему управления отходами одной из наиболее приоритетных в сфере экологической политики страны.

В работе подробно проанализированы основные типы опасных отходов, включая пестициды, растворители, кислоты, щёлочи, а также медицинские и промышленные отходы. Каждый из этих видов требует индивидуального подхода при сборе, хранении и утилизации. Например, пестициды обладают высокой токсичностью и способны накапливаться в почве и воде, создавая долговременные очаги загрязнения. Просроченные химикаты особенно опасны, так как под воздействием времени и температуры они могут разлагаться с образованием ещё более токсичных соединений. Растворители, кислоты и щёлочи при неправильном обращении могут вызвать взрывы, пожары или серьёзные химические ожоги. Медицинские отходы, содержащие биологически активные и инфекционные материалы, требуют дезактивации и последующего уничтожения в специализированных установках.

Особое внимание уделено вопросам хранения и транспортировки опасных веществ. В Молдове многие склады, построенные ещё в советский период, не соответствуют современным требованиям безопасности. Нарушения условий хранения пестицидов, отсутствие вентиляции и герметичных контейнеров приводят к утечкам токсичных паров, что особенно опасно для сельских районов. Поэтому в последние годы активно внедряются программы модернизации складов и централизованного сбора старых химикатов. Важную роль играет соблюдение санитарных норм, маркировка контейнеров и ведение учёта образующихся отходов. Без систематического контроля невозможно эффективно управлять потоками химических веществ.

Законодательная база Республики Молдова включает Закон №209/2016 «Об отходах», а также ряд подзаконных актов, регулирующих порядок хранения, транспортировки и утилизации опасных веществ. Государственные органы экологического контроля совместно с международными организациями (в том числе ПРООН и Глобальным экологическим фондом) реализуют программы по очистке старых пестицидных складов и ликвидации несанкционированных свалок. Благодаря этим усилиям в последние годы удалось обезвредить и вывезти за пределы страны тысячи тонн опасных отходов. Однако остаются неучтённые объёмы химикатов, нередко хранящиеся в разрушенных помещениях и угрожающие здоровью населения.

Экологические и медико-биологические последствия загрязнения опасными отходами крайне серьёзны. Химические утечки могут вызвать деградацию почв, загрязнение подземных вод и накопление токсинов в живых организмах. В организм человека вредные вещества проникают с воздухом, водой и пищей, вызывая заболевания дыхательной системы, печени, почек, а также онкологические и генетические нарушения. В мировой практике известны десятки примеров техногенных катастроф, подтверждающих опасность небрежного обращения с химическими веществами. Среди них — катастрофа в Бхопале (Индия, 1984), разлив цианидов в Румынии (Бая-Маре, 2000) и авария на платформе Deepwater Horizon (2010). Эти случаи наглядно демонстрируют, к чему приводит халатность в сфере экологической безопасности.

Для минимизации вреда окружающей среде применяются различные методы очистки воздуха, воды и почвы. К ним относятся механические, физико-химические, химические и биологические технологии. Наиболее распространённые способы включают адсорбцию на активированных углях, нейтрализацию кислот и щелочей, использование биофильтров и аэробных систем очистки сточных вод. Современные подходы направлены не только на устранение последствий загрязнений, но и на предупреждение их возникновения — например, через внедрение безотходных технологий и переход на более безопасные реагенты. Экологическая химия играет ключевую роль в этих процессах, обеспечивая научное понимание взаимодействия веществ с компонентами биосферы.

Таким образом, обращение с опасными химическими отходами — это сложная междисциплинарная задача, включающая технические, правовые и образовательные аспекты. Только сочетание строгого законодательства, эффективного государственного контроля и повышения экологической культуры населения позволит сократить риск загрязнения окружающей среды и защитить здоровье будущих поколений. Решение данной проблемы требует постоянного внимания и международного сотрудничества, поскольку экологическая безопасность не имеет границ.

ВЫВОДЫ

Проблема химических отходов остаётся одной из ключевых экологических задач современности. От того, как общество научится управлять токсичными веществами, зависит будущее здоровья людей и устойчивость природных экосистем. Республика Молдова, несмотря на ограниченные ресурсы, делает шаги в этом направлении, однако необходимо ускорить внедрение современных технологий и повысить ответственность всех участников процесса.

Экологическая безопасность — это не временная кампания, а постоянный процесс, требующий участия государства, бизнеса и каждого гражданина. Безопасное обращение с химическими отходами, внедрение инноваций и повышение уровня экологического сознания являются залогом сохранения чистой и здоровой окружающей среды для будущих поколений.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. СКУРЛАТОВ, Ю. И., ДУКА, Г. Г., МИЗИТИ, А. *Введение в экологическую химию*. Москва: Высшая Школа, 1994, 400 стр. Disponibil: <https://www.duca.md/node/594>.
2. СОКОЛОВА, С. А. *Экологическая химия. Учебное пособие*. Воронеж: ФГОУ ВПО ВГАУ, 2008, 163 сс.
3. ШКОЛЛЕР, М. Б. *Экологическая химия. Учебное пособие*. Томск: Издательство Томского Политехнического Университета, 2010, 194 стр. Disponibil: <https://www.geokniga.org/books/10477>.
4. ЧЕРНЫХ, Н. А., БАЕВА, Ю. И. *Краткий курс экологической химии*. Мир науки, 2020, 258 стр. Disponibil: <https://izd-mn.com/PDF/52MNNPU20.pdf>

Recomandat

Iolanta BĂLAN, dr., cercet. șt. coord., lect. univ.

ШРОТЫ: НОВЫЙ ВЗГЛЯД НА ЭКОЛОГИЧНОЕ ПИТАНИЕ

Елизавета МАРАХОВСКАЯ, elizaveta.marahovskaia@tpa.utm.md
Факультет Пищевых Технологий, Технический Университет Молдовы,
Кишинёв, Республика Молдова
Научный руководитель: Ольга БОЕШТЯН, др., доцент

Ключевые слова: белки, питание, окружающая среда, шроты, переработка.

Здоровье человека в большой степени зависит от питания, особенно, от количества и соотношения макронутриентов - белков, жиров, углеводов, а также воды. Они определяют уровень энергии, участвуют в построении различных тканей и обеспечивают многие важные функции организма. Дефицит питательных веществ может привести к нарушению работы органов, что нередко вызывает различные заболевания.

Одним из наиболее значимых макронутриентов является белок. Он служит основным строительным материалом нашего организма. Из белка состоят волосы, ногти, кожа, органы, мышцы, кровеносные сосуды и многое другое. Белок необходим и для иммунной системы, поскольку многие антитела являются белками, и их недостаток снижает скорость выздоровления и увеличивает частоту простудных заболеваний. Большинство гормонов также имеют белковую природу и влияют на обмен веществ, уровень сахара в крови, пищеварение и другие процессы. Белки участвуют в заживлении ран, восстановлении кожи, обновлении клеток, а также в переносе веществ в организме - железа, кислорода, витаминов.

С ухудшением состояния окружающей среды содержание нутриентов в продуктах уменьшается. Из-за нехватки пресной воды и глобального потепления становится всё сложнее выращивать животных, морепродукты и растения. Многие страны в будущем рискуют потерять доступный источник животного белка. Высокие температуры и влажность создают благоприятные условия для размножения паразитов, грибов и вирусов, что приводит к массовым заболеваниям животных и растений, сокращению производства молока, мяса и зернобобовых культур.

Ожидается, что всё больше стран столкнется с недоеданием и голодом. Для решения этих проблем ЮНЕП призывает переходить к альтернативным источникам белка, которые требуют меньше воды, производят меньше парниковых выбросов, не нуждаются в расширении пастбищных территорий и уменьшают объем отходов [1].

Одним из таких продуктов являются шроты. Шроты (жмыхи) — это побочный продукт, получаемый после отжима масла из семян (соевых, подсолнечных, льняных, рапсовых и др.). Это растительное сырьё, богатое белком, клетчаткой и минеральными веществами. Шроты полностью соответствуют рекомендациям ЮНЕП: для их использования не требуется создавать новые фермы, поскольку они фактически являются отходами пищевой и аграрной промышленности. Их переработка снижает нагрузку на окружающую среду, сокращает количество отходов и уменьшает загрязнение.

Шроты содержат около 30–50 % белка (в зависимости от культуры) и ранее использовались преимущественно как корм для животных. Сейчас они рассматриваются как ценное сырьё для пищевой промышленности и получения белковых концентратов, способное значительно улучшить питательные свойства продуктов [2].

Использование шротов может увеличить общий объем доступного белка без расширения сельскохозяйственных угодий, снизить зависимость от животного белка, сделать продукты питания более доступными и экологичными. Белковые концентраты из шротов улучшают пищевую ценность хлеба, лепёшек, печенья, батончиков, каш и многих других продуктов. Это обеспечивает население белком при минимальных затратах, что особенно важно для бедных регионов.

Применение шротов может положительно влиять и на органолептические свойства продуктов. Их добавление придаёт более выраженный ореховый или зерновой вкус, а запах становится

натуральным и слегка маслянистым. Благодаря способности впитывать влагу, шроты действуют как природный загуститель, влияя на плотность и вязкость готового продукта.

Благодаря обилию белка, клетчатки, полезных минералов и жиров, употребление этого продукта положительно сказывается на работе ЖКТ, поддерживает сильный иммунитет. В состав шротов входят важные микроэлементы - Mg, P, Fe, Zn, витамины группы B, которые необходимы для нормального функционирования нервной системы и поддержания здорового метаболизма. Антиоксидантные свойства помогают снижать воспалительные процессы и ускорять регенерацию тканей.

Для того чтобы шроты можно было использовать в пищевых продуктах, их обязательно правильно подготавливают. Прежде всего, шроты измельчают очень мелко, потому что крупные частицы делают еду грубой, сухой и неприятной на вкус. Тонкий помол помогает добиться более мягкой и однородной текстуры: шрот лучше впитывает воду, смешивается без комков и не даёт посторонней зернистости. Кроме измельчения, шроты часто дополнительно обрабатывают: термообработка - избавит от лишней горечи, улучшит вкус, делает продукт безопасным и увеличивает срок хранения; ферментация, т. е. обработка с помощью полезных микроорганизмов, шроты становятся мягче, уходит бобовый запах, повышается усвоение белка и улучшается пищевая ценность; экструзия - обработка высокой температурой и давлением, делая белок более доступным для организма, растворимым, придаёт шроту лёгкую, пористую структуру; шроты становятся гораздо вкуснее, безопаснее и удобнее в использовании.

Протеиновые концентраты на основе жмыхов стоят в 6–10 раз дешевле мяса. Получение растительного белка не требует выращивания животных, значит, нет затрат на корм, воду, электроэнергию, уход. Протеиновый концентрат из жмыхов в 3–4 раза дешевле соевого изолята, который широко используется в спортивном питании. Это объясняется тем, что жмыхи не требуют дополнительных затрат на сырьё - они уже являются частью производственного процесса и их переработка обходится значительно дешевле.

Использование жмыхов не требует дополнительных производственных мощностей. следовательно, жмыхи можно просто направить на переработку, как пищевое сырьё. Это помогает снижать затраты компаний и уменьшать количество отходов.

Многие страны уже добавляют шроты в продукты питания. Например, в Германии добавляют около 12 % подсолнечного шрота в хлеб для повышения содержания белка и клетчатки. В Индии в школьные смеси питания добавляют арахисовый и соевый шрот. Канада производит белковые изоляты из рапсового шрота для спортивного питания [3].

Шроты давно перестали быть лишь отходом при производстве растительных масел. Сегодня это востребованное, экологичное и бюджетное сырьё для получения белка. Активное использование этого ресурса способно значительно обогатить рацион людей, уменьшить воздействие на природу и укрепить стабильность системы продовольственного обеспечения в эпоху глобальных климатических изменений. При правильном использовании и внедрении в пищевое производство шроты могут стать важным элементом устойчивого питания в условиях растущего мирового дефицита белка.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. SMITH, E., ETIENNE, J., MONTANARI, F. *Alternative protein sources for food and feed*. Brussels: European Union, 2024. 91 с. ISBN: 978-92-848-1665-1.
2. ОЖИМКОВА. Е.В., УЩАПОВСКИЙ. И.В. *Современные методы переработки растительной биомассы: монография*. Тверь: Тверской государственный технический университет, 2023. 164 с. ISBN 978-5-7995-1298-9.
3. ЗЕНЬКОВА, Н.Н., ЛУКАШЕВИЧ, Н.П., ШЛАПУНОВ, В.Н. *Основы ботаники, агрономии и кормопроизводства: учебное пособие для студентов учреждений, обеспечивающих получение высшего образования*. Минск: ИВЦ Минфина, 2009. 284 с. ISBN: 978-985-6921-35-6.

**CONFERINȚA ȘTIINȚIFICĂ STUDENȚEASCĂ NAȚIONALĂ CU PARTICIPARE
INTERNAȚIONALĂ**

Dedicată Zilei Internaționale a Studenților
Chimia ecologică și a mediului

Ediția a XXIII-a
25 noiembrie 2025

Rezumatele comunicărilor

Formatul 60x84¹/₁₆.
Coli de tipar 6,5. Coli editoriale 7,6.
Editura USM
Str. A. Mateevici, 60, Chișinău, MD 2009