



## EDUCAȚIE ECOLOGICĂ



Tudor LUPAȘCU

acad., dr. hab., Institutul de Chimie

### Mediul ambiant poate fi salvat prin implementarea rezultatelor științifice din domeniul chimiei ecologice

**Rezumat:** În lucrare se prezintă diverse aplicații ale chimiei ecologice în soluționarea problemelor de mediu, cum sunt: potabilizarea apelor de suprafață și subterane cu utilizarea proceselor de ozonizare și de adsorbție a urmelor de poluanți organici persistenți, filtrarea acestora prin coloane de cărbuni activi; elaborarea tehnologiilor de obținere a cărbunilor

activi din deșeurile vegetale locale; obținerea preparatelor medicamentoase Enoxil-M și Enoxil-A cu proprietăți antifungice și antibacteriene pronunțate, utilizarea lor în tratarea bolilor provocate de fungi și bacterii, și, în mod special, a plăgilor provocate de leziuni termice și chirurgicale; utilizarea biomasei ca materie primă pentru obținerea biogazului prin fermentare anaerobă și a biodieselului și bioetanolului prin procedee chimice și fermentări aerobe. Materialul prezentat în lucrare poate servi drept suport didactic în demersurile de educație ecologică în învățământul general, profesional tehnic și superior.

**Cuvinte-cheie:** mediu ambiant, educație ecologică, chimie ecologică, apă potabilă, poluanți, cărbune activat.

**Abstract:** The paper presents various applications of ecological chemistry in solving environmental problems, such as the purification of surface water and groundwater using the processes of ozonation and adsorption of traces of persistent organic pollutants, their filtration through active carbon columns, elaboration of technologies for obtaining of activated carbons from local vegetal waste, obtaining Enoxil-M and Enoxil-A, medicinal preparations with high antifungal and antibacterial properties and their use in treating diseases caused by fungi and bacteria and, in particular, from wounds caused by thermal and surgical injuries, the use of biomass as a raw material for obtaining biogas through anaerobic fermentation and biodiesel and bioethanol through chemical processes and aerobic fermentation. The material presented in the paper can serve as didactic support in the environmental education approaches in the general, technical and vocational and higher education.

**Keywords:** environment, ecological education, ecological chemistry, drinking water, pollutants, activated carbon.

Mediul ambiant poate fi caracterizat prin totalitatea factorilor fizici, chimici, biologici și meteorologici care se stabilesc, interacționează și influențează activitatea organismelor vii [1, 2, 4, 11]. Un aspect esențial al existenței umane îl reprezintă rezultatul interferențelor unor componente naturale – solul, aerul, apa, biosfera – cu produsele create prin activitatea umană. Toate acestea interacționează și influențează condițiile de existență, precum și posibilitățile de dezvoltare ulterioară a so-

cietății umane.

Deși mediul ambiant posedă o mare capacitate de biodegradare a substanțelor toxice, totuși, unele rezistă acestui proces. Efectele negative asupra mediului se manifestă prin acumularea acestor substanțe biologice nedegradabile în lanțul aer – apă – sol – plante – animale – om. Contaminarea mediului cu substanțe chimice periculoase are loc atât prin emanații în aer (praf, fum, ceață, vapori etc.), evacuări în cursurile de apă, cât și prin depozitarea deșeurilor în sol.

Problemele de mediu, inclusiv încălzirea globală, poluarea apei, a aerului și a solului constituie o preocupare

majoră la nivel internațional și cel local, deoarece, de-a lungul timpului, a existat și s-a menținut un echilibru stabil în natură, o armonie între factorii biotici și abiotici în mediul ambiant.

Procesele de transformare în natură a substanțelor chimice prin intermediul organismelor vii a fost întotdeauna unul firesc și dirijat de natură. Pe parcursul existenței biosferei, compoziția specifică a animalelor, plantelor și microorganismelor incluse în acest ciclu continuu a suferit modificări în repetate rânduri, însă activitatea în comun a componentelor biosferei a menținut regimul biogeochimic necesar pentru existența vieții pe Pământ.

Începând cu anii '50 ai secolului al XX-lea, ca rezultat al progreselor înregistrate în industrie, agricultură și viața cotidiană, se acumulează cantități considerabile de reziduuri. Gazele, lichidele, deșeurile solide, inclusiv cele menajere, și apele reziduale poluează constant mediul ambiant.

În cazul în care substanțele chimice biologic nedegradabile, provenite din folosirea tehnologiilor poluante de producere a bunurilor materiale, din utilizarea irațională a pesticidelor și a îngrășămintelor minerale în sectorul agrar și din deșeurile menajere etc. pătrund în mediul ambiant, echilibrul natural este puternic afectat, cu potențiale efecte dezastruoase asupra vieții pe Terra.

*Chimia ecologică* are o importanță deosebită în soluționarea problemelor de mediu. Conform unei definiții [5], este știința care studiază procesele ce determină compoziția și proprietățile chimice ale mediului ambiant, adecvat valorii biologice de abitare. Rezultatele studiilor proceselor și mecanismelor de transformare, migrare, descompunere catalitică, imobilizare, adsorbție etc. a poluanților organici și anorganici stau la baza elaborării tehnologiilor performante de tratare a mediului ambiant.

Una dintre cele mai stringente probleme ale omnirii a fost, este și va fi aprovizionarea cu apă potabilă de calitate. Suprafața planetei noastre este alcătuită din circa 75% apă, însă doar aproximativ 1% poate fi utilizat ca apă potabilă. Acest procent, descurajant în sine, continuă să se diminueze. Astfel, se poate vorbi despre o criză a apei potabile, situație confirmată și de ultimele statistici alarmante, conform cărora, circa 35 mii oameni, dintre care 5 mii copii, mor zilnic din cauza poluării sau a lipsei de apă potabilă în lume. Dacă secolul trecut a fost considerat secolul petrolului, atunci acest secol este, cu siguranță, al apei potabile. Recent, Papa Francisc de la Roma, în cadrul unei conferințe, a atenționat că insuficiența de apă potabilă poate cauza declanșarea unui război mondial. Aprovizionarea cu apă potabilă de calitate este o problemă de mare actualitate și pentru Republica Moldova, deoarece aceasta dispune de cantități limitate.

Pornind de la cele expuse mai sus, elaborarea și perfecționarea tehnologiilor de potabilizare a apelor de

suprafață și subterane a fost și este unul dintre obiectivele de studiu ale cercetărilor laboratorului Chimie Ecologică al Institutului de Chimie. Pe parcursul anilor, au fost studiați indicii chimici de calitate ai apei după etapele de tratare în procesul de potabilizare a apei fluviului Nistru și a râului Prut [3, 6, 9]. S-a stabilit că tehnologiile aplicate în prezent nu asigură o calitate înaltă și stabilă a apei potabile. Cercetările efectuate au demonstrat că în apa potabilă, după aplicarea fluxului tehnologic existent la stațiile de potabilizare a apei din Nistru și Prut, se conțin mici cantități de compuși organici ai clorului, azotului și fosforului. Prin urmare, în apa potabilă se găsesc cantități mici restante de pesticide, trihalogenometani etc.

Au fost studiate tehnicile care conduc la îmbunătățirea calității apei potabile și anume: substituirea procesului de clorinare prin cel de ozonizare și de adsorbție a urmelor de poluanți organici persistenți prin filtrarea lor prin coloane de cărbuni activi obținuți din sămburi de fructe și coji de nuci. Rezultatele au demonstrat o calitate înaltă a apei potabile obținute prin utilizarea procedeelelor menționate.

Debitul apelor subterane din Republica Moldova reprezintă circa 1 km<sup>3</sup>. Cercetările efectuate de instituțiile abilitate în domeniu au demonstrat că ponderea probelor necorespunzătoare la indicii sanitaro-chimici din sursele centralizate subterane în localitățile situate pe malul drept al Nistrului au constituit 52.9%. Situația cea mai gravă se înregistrează în raioanele Călărași, Glodeni, Basarabeasca, Taraclia, Ceadâr-Lunga, Orhei, Comrat, Ungheni, Căușeni, Cahul, Hâncești, Anenii Noi, Sângerei, mun. Bălți, unde necorespunderea variază între 65% și 100%. Circa 44% din populația republicii nu are acces la surse sigure de apă potabilă. Problemele principale, la scara întregii țări, cu referință la apele de profunzime, țin de conținutul ridicat de: fluor, cuprins între 2 și 16 mg/L (concentrația maximă admisibilă (CMA) este cuprinsă între 0.7-1.5 mg/L) – în raioanele Glodeni, Fălești, Ungheni, Călărași, Hâncești, Căușeni, Criuleni, Nisporeni, UTA Găgăuzia; sodiu (200-560 mg/L) și amoniac (2-10 mg/L, CMA – 0.5 mg/L) în toate zonele, dar mai frecvent în zona de centru; stronțiu (7-14 mg/L, CMA – 7 mg/L) – în or. Orhei și mun. Chișinău; hidrogen sulfurat (3-20 mg/L, CMA – 0.1 mg/L) – orașele Ungheni, Hâncești, Căușeni, mun. Chișinău și UTA Găgăuzia; fier (1-2,5 mg/L, CMA – 0,3 mg/L), mangan (0.5-1 mg/L, CMA – 0.05 mg/L) – în mun. Bălți, orașele Fălești, Edineț, Sângerei, Cahul. Una din problemele de bază în alimentarea cu apă potabilă o constituie apele freactice, dintre care circa 80% sunt poluate cu nitrați, nitriți și amoniac. Acești poluanți sunt, în general, de proveniență antropogenă.

Pe parcursul ultimilor 20 de ani, în Institutul de Chimie se realizează cercetări științifice ce vizează

elaborarea tehnologiilor de purificare a apelor subterane de hidrogen sulfurat, de ioni ai metalelor grele, ioni de amoniu, azotiți etc. În cadrul acestor cercetări au fost elaborate, brevetate și testate tehnologiile de eliminare a hidrogenului sulfurat, sulfurilor, ionilor de azotit, amoniacului, ionilor de nitrit, ionilor bivalenți de fier și mangan din apele subterane.

Un aspect esențial de ordin ecologic vizează valorificarea rațională a produselor secundare provenite în urma procesării fructelor. În Republica Moldova, în procesul de prelucrare a strugurilor se obțin zeci de mii de tone de semințe, care conțin până la 16% uleiuri, 14% taninuri și alte produse secundare prețioase. În rezultatul prelucrării piersicilor, prunelor și caiselor se capătă mii de tone de sămburi, care conțin până la 5-7% de ulei. De asemenea, cojile de nuci sunt un alt produs rezultat în urma separării miezului de nucleu în cantități de sute de tone. Produsele secundare enumerate reprezintă materii prime pentru obținerea diferitelor produse valoroase necesare economiei țării.

Pe parcursul a 25 de ani, în cadrul laboratorului Chimie Ecologică sunt întreprinse cercetări științifice care au ca scop elaborarea tehnologiilor de obținere a cărbunilor activi din sămburi de fructe, semințe de struguri și coji de nuci [3, 10, 13, 14]. Au fost elaborate și brevetate zeci de procedee de obținere a cărbunilor activi prin metode fizico-chimice, chimice și mixte de activare. Au fost stabiliți parametrii de structură, determinată capacitatea de adsorbție și investigată chimia suprafeței cărbunilor activi. Rezultatele cercetărilor au demonstrat că indicii de calitate ai cărbunilor activi autohtoni sunt superiori sau nu cedază indicilor cărbunilor activi de import. Cărbunii activi obținuți au fost testați în scopul tratării apelor de suprafață, subterane și reziduale, precum și pentru detoxifierea organismului uman. S-a demonstrat că acești cărbuni activi pot fi utilizați cu succes în soluționarea problemelor chimiei ecologice – protecția mediului ambiant și a sănătății omului.

Semințele de struguri mai conțin cantități sporite de taninuri – substanțe naturale cu structură polifenolică. Interesul crescut pentru substanțele date se datorează și faptului că acești compuși au proprietăți de antioxidanți, adică captează radicalii liberi, protejând organismul uman de diferite maladii, cum sunt cancerul și ictusul cerebral. Majoritatea enotaninurilor sunt solubile în alcool etilic și insolubile în apă. Acest fapt îngreunează utilizarea enotaninurilor în diverse domenii, inclusiv în industria farmaceutică. Cercetătorii laboratorului au elaborat și au brevetat un procedeu de hidrosolubilizare a enotaninurilor. Acesta constă în scindarea polimerilor catechinici ai enotaninurilor, în rezultat obținându-se un produs nou compus din monomeri, dimeri și trimeri ai catehinei, acizi carboxilici polidentati, compuși peroxidici etc. Cercetările microbiologice, farmacologice,

toxicologice realizate în baza proiectelor *Preparate noi din semințe de struguri pentru medicină, veterinărie și agricultură și Evaluarea activității preparatelor medicamentoase și agricole obținute în baza substanței biologice active Enoxil în condiții clinice și de câmp* din cadrul Programului de Stat *Prelucrarea și utilizarea deșeurilor din industria vinicolă* au demonstrat că preparatul Enoxil nu este toxic și manifestă proprietăți antifungice și antibacteriene înalte [7, 8, 15, 16]. În baza substanței active Enoxil au fost elaborate și testate în condiții clinice și de câmp preparatele medicamentoase *Enoxil-M* și *Enoxil-A*. Testările în condiții de câmp au dovedit că preparatul *Enoxil-A* sporește cu 60% rezistența culturilor agricole față de putregaiul de rădăcină și de 2 ori a viței de vie față de putregaiul cenușiu.

Testările clinice ale preparatelor medicamentoase *Enoxil-M* au demonstrat o activitate benefică în tratarea maladiilor induse de fungi și bacterii și, în mod special, a plăgilor provocate de leziuni termice și chirurgicale.

În ultimele decenii, creșterea continuă a temperaturii medii a atmosferei în imediata apropiere de sol, precum și a apei mărilor și a oceanelor este o constatare unanim acceptată. Temperatura medie a aerului în apropierea suprafeței Pământului în ultimul secol a crescut cu  $0.74 \pm 0.18^\circ\text{C}$ . Încălzirea globală are efecte negative în cele mai diverse domenii. Datorită acestui fenomen se topesc ghețarii, zăpezile, ceea ce conduce la ridicarea nivelului mărilor și, respectiv, la "înghițirea" de către ape a noilor suprafețe de sol, și așa insuficiente pentru asigurarea necesităților alimentare ale populației de pe glob.

Creșterea temperaturii va provoca deplasarea deșeurilor spre zone mai umede și perturbarea echilibrului ecologic stabilit de mii de ani, inclusiv în lumea animală și vegetală. Evident, în urma acestor schimbări va avea de suferit și sănătatea fizică și psihică a omului.

Pentru diminuarea efectelor negative ale încălzirii globale, oamenii de știință sunt în căutarea unor surse alternative de energie. Cea mai mare perspectivă o are energia solară, care poate fi valorificată pe mai multe căi. Cea mai veche și mai naturală metodă este obținerea biomasei în procesul de fotosinteză. Dintotdeauna, omenirea a folosit masa lemnoasă a plantelor drept sursă de energie. Din punctul de vedere al ciclului carbonului în natură, această energie este ecologică, pentru că plantele s-au dezvoltat folosind dioxidul de carbon din atmosferă, iar la arderea lor dioxidul de carbon emanat este absorbit din nou în procesul de fotosinteză. Biomasa poate fi folosită ca materie primă la obținerea biogazului atât prin procedee chimice și fermentări anaerobe a biodieselului, cât și prin procedee chimice și fermentări aerobe a bioetanolului.

Una din problemele globale este obținerea hidrogenului din apă folosind energia solară; pentru soluționarea acesteia se alocă sume de bani considerabile. Ca urmare, hidrogenul va deveni una dintre principalele surse

de energie "verde" necesară pentru existența omenirii. Desigur, astăzi în acest domeniu se realizează cercetări fundamentale orientate spre găsirea de soluții pentru eficientizarea proceselor de fotoliză folosind diverși nanocatalizatori, de stocare, transportare și utilizare a hidrogenului. Recent, astfel de cercetări au fost inițiate și la Centrul de Chimie Fizică și Nanocompozite al Institutului de Chimie.

**În încheiere:** Celebrul istoric și eseist francez E. Faure menționa că „un om când dispăre, nimic nu mai rămâne din el, dacă n-a avut grijă să lase, cel puțin, o urmă pe pietrele drumului”. Acest mesaj este pentru noi un îndemn – să lăsăm urme și fapte bune.

#### REFERINȚE BIBLIOGRAFICE:

1. Calmuțchi L., Melentiev E. Educația și cercetarea – factori principali în implementarea procesului dezvoltării durabile. In: Acta et Commentationes (Științe Exacte și ale Naturii). Vol. 3 (1), pp. 52-59, 2017.
2. Calmuțchi L. Formarea competențelor ecologice-imperativ al timpului. In: Acta et Commentationes (Științe ale Educației). Vol. 1 (1), pp. 121-131, 2015.
3. Codreanu S. Formarea competenței profesionale inițiale la studenții chimiști prin cercetare ecologică. In: Acta et Commentationes (Științe ale Educației). Vol. 14 (3), pp. 69-77, 2018.
4. Ciobanu M. et al. Adsorption of strontium ions from water on modified activated carbons. In: Chemistry Journal of Moldova. Vol. 11 (2), pp. 26-33, 2016.
5. Duca Gh., Skurlatov I., Misiti A. Chimie ecologică. Universitatea de Stat din Moldova, 2003.
6. Gurieva V. Problema resurselor acvatice în Moldova. Indice bibliografic retrospectiv 1994-2005. Chișinău, 2007.
7. Kozakevych R. et al. Polymeric Composite Films with Controlled Release of Natural Antioxidant Enoxil. In: International Conference on Nanotechnology and Nanomaterials. Springer, Cham, pp. 149-164, 2017.
8. Laguta I. et al. Antioxidant and antimicrobial properties of Stevia leaves extracts and silver nanoparticles colloids. In: Chem J Mold. Vol. 11 (2), pp. 46-51, 2016.
9. Lupașcu T. et al. Improving treatment processes of surface water and groundwater. 2011 Pe: <http://dSPACE.INCDECOIND.RO/handle/123456789/72>
10. Petuhov O. et al. Microbiological Properties of Microwave-Activated Carbons Impregnated with Enoxil and Nanoparticles of Ag and Se. Carbon, Vol. 5 (2), p. 31, 2019.
11. Rusuleac T. et al. Sinteze EcoEducaționale: Retrospectiva, actualitate și perspectiva Educației Ecologice. 2010.
12. Sandu M. et al. Indicele de geoacumulare și gradul de poluare cu metale grele a sedimentelor subacvatice din Republica Moldova. Studia Universitatis Moldaviae (Științe Reale și ale Naturii), Vol. 1 (111), 2018.
13. Shepel D. et al. Method of infrared spectra registration of activated carbons in potassium bromide pellets. In: Chemistry Journal of Moldova. Vol. 10 (1), pp. 113-115, 2015.
14. Spataru P. et al. Study of nitrogen forms in seasonal dynamics and kinetics of nitrification and denitrification in Prut and Nistru river waters. In: Environmental Engineering & Management Journal (EEMJ). Vol. 17 (7), 2018.
15. Turov V. et al. Nanosilica A-300 influence on water structures formed on the bioactive agent Enoxil. In: Canadian Journal of Chemistry. Vol. 94 (1), pp. 88-94, 2015.
16. Turov V. et al. Influence of Nanosilica on Water-phase Transitions in Hygroscopic Systems. In: Chemistry Letters. Vol. 46(4), pp. 481-484, 2017.