UNIVERSITATEA DE STAT
DIN MOLDOVA

# Conferința științifică națională cu participare internațională

# INTEGRARE PRIN CERCETARE ȘI INOVARE

## 10-11 noiembrie 2021




## Științe ale naturii și exacte



# UNIVERSITATEA DE STAT DIN MOLDOVA

# Conferința științifică națională cu participare internațională

dedicată aniversării a 75-a
a Universității de Stat din Moldova

# INTEGRARE PRIN CERCETARE ȘI INOVARE

**10-11 noiembrie 2021**

## Științe ale naturii și exacte

**Chișinău, 2021**

082=135=111=161.1
I-58

**Conferința științifică națională cu participare internațională**
dedicată aniversării a 75-a a Universității de Stat din Moldova

# INTEGRARE PRIN CERCETARE ȘI INOVARE

**Comitetul științific:**

| | |
|---|---|
| Igor Șarov | Universitatea de Stat din Moldova, rector, dr., conf. univ. |
| Aurelia Hanganu | Universitatea de Stat din Moldova, prorector, dr. hab., conf. univ. |
| Constantin Marin | Universitatea de Stat din Moldova, președinte al Consiliului științific, dr. hab., prof. univ. |
| Vitalie Sochircă | Universitatea de Stat din Moldova, decan al Facultăţii de Biologie şi Pedologie, dr., conf. univ. |
| Dorel Ureche | Universitatea „Vasile Alecsandri", Facultatea de Științe, Bacău, România, dr., conf. univ., |
| Viorica Gladchi | Universitatea de Stat din Moldova, decan al Facultăţii de Chimie şi Tehnologie Chimică, dr., conf. univ. |
| Serghei Brînză | Universitatea de Stat din Moldova, decan al Facultăţii de Drept, dr.hab., prof. univ. |
| Tudorel Toader | Universitatea „Al.I. Cuza", Iași, România, rector, dr., prof. univ. |
| Răzvan Dincă | Universitatea din București, România, decan al Facultății de Drept, dr., prof. univ. |
| Liliana Dmitroglo | Universitatea de Stat din Moldova, decan al Facultăţii de Fizică şi Inginerie, dr., conf. univ. |
| Marius Ștef | Universitatea de Vest din Timișoara, România, prodecan al Facultății de Fizică, dr., lector |
| Sergiu Matveev | Universitatea de Stat din Moldova, decan al Facultăţii de Istorie şi Filosofie, dr., conf. univ. |
| Viorel Vizureanu | Universitatea din București, România, decan al Facultății de Filosofie, dr., prof. univ. |
| Georgeta Stepanov | Universitatea de Stat din Moldova, decan al Facultăţii de Jurnalism şi Ştiinţe ale Comunicării, dr. hab., conf. univ. |
| Marian Petcu | Universitatea din Bucureşti, România, dr., prof. univ. |
| Dumitru Mirel Popa | Universitatea „Apollonia", Iaşi, România, dr., prof. univ. |
| Ludmila Usatîi | Universitatea de Stat din Moldova, decan al Facultăţii de Litere, dr., conf. univ. |
| Valeriu Ungureanu | Universitatea de Stat din Moldova, decan al Facultăţii de Matematică şi Informatică, dr., conf. univ. |
| Vladimir Guţu | Universitatea de Stat din Moldova, decan al Facultăţii de Psihologie, Ştiinţe ale Educaţiei, Sociologie şi Asistenţă Socială, dr. hab., prof.univ. |
| Constantin Ticu | Universitatea „Al.I. Cuza", Iasi, România, dr., prof. univ. |
| Conțiu Tiberiu Șoitu | Universitatea „Al.I. Cuza", Iasi, România, dr., prof. univ. |
| Marta Iuliana Vicol | Universitatea „Petre Andrei", Iași, România, dr., lector |
| Alexandru Solcan | Universitatea de Stat din Moldova, decan al Facultăţii de Relaţii Internaţionale, Ştiinţe Politice şi Administrative, dr., conf. univ. |
| Mircea Brie | Universitatea din Oradea, România, dr., prof. univ. |
| Maria Hamuraru | Universitatea de Stat din Moldova, decan al Facultăţii de Ştiinţe Economice, dr., conf. univ. |
| Irina Teodora Manolescu | Universitatea „Al.I. Cuza", Facultatea de Economie şi Administrarea Afacerilor, Iasi, România, dr., conf. univ. |
| Nelu Florea | Universitatea „Al.I. Cuza", Facultatea de Economie şi Administrarea Afacerilor, Iasi, România, dr., conf. univ. |
| Veronica Grosu | Universitatea „Ștefan cel Mare", Facultatea de Științe Economice și Administrație Publică, Suceava, România, dr., prof. univ. |
| Maria Duca | Universitatea de Stat din Moldova, director al Școlii Doctorale de Științe Bilologice, Geonomice, Chimice și Tehnologice, dr. hab., prof. univ., acad. |
| Parascovia Sârbu | Universitatea de Stat din Moldova, director al Școlii Doctorale de Științe Fizice, Matematice, ale Informației și Inginerești, dr., conf. univ. |
| Svetlana Slusarenco | Universitatea de Stat din Moldova, director al Școlii Doctorale de Științe Juridice, dr., conf. univ. |
| Zinaida Bolea | Universitatea de Stat din Moldova, director al Școlii Doctorale de Științe Sociale și ale Educației, dr., conf. univ. |
| Adriana Buzdugan | Universitatea de Stat din Moldova, director al Școlii Doctorale de Științe Economice, dr., conf. univ. |
| Aliona Grati | Universitatea de Stat din Moldova, director al Școlii Doctorale de Științe Umanistice, dr., conf. univ. |
| Tatiana Bulimaga | Universitatea de Stat din Moldova, șef secţie, responsabil de ediţie, responsabil Secţiunea Ştiinţe ale Naturii şi Exacte |
| Marianna Savva | Universitatea de Stat din Moldova, specialist principal, responsabil Secţiunea Ştiinţe Sociale şi Secțiunea Științe Juridice şi Economice |
| Violeta Macovei | Universitatea de Stat din Moldova, specialist principal, responsabil Secţiunea Ştiinţe Umanistice |

ISBN 978-9975-152-48-8. ISBN 978-9975-158-60-2. © Universitatea de Stat din Moldova, 2021

# BIOLOGIE ŞI PEDOLOGIE

## IMPACTUL PRINCIPIILOR BIOACTIVE NATURALE ASUPRA PROCESELOR METABOLICE PE FUNDALUL DIABETULUI EXPERIMENTAL

*Aurelia CRIVOI, Iurie BACALOV, Elena CHIRIŢA, Ana BÎRSAN, Adriana DRUŢA, Iulian PARA, Lidia COJOCARI*, Victor CIOCÎRLAN, Luminiţa SUVEICĂ**, Ana ILIEŞ, Elena GANJA*
*Universitatea de Stat din Moldova*
**Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă”*
***Universitatea de Stat de Medicină şi Farmacie „Nicolae Testemiţanu”*
**CZU: 615.322:616.379-008.64** *crivoi.aurelia@mail.ru*

Republica Moldova dispune de un potențial considerabil de materie primă locală, necesară pentru elaborarea şi implementarea noilor preparate terapeutice. Acestea sunt confirmate prin rezultatele ştiinţifice efectuate în cadrul Expresiei de interes în baza utilizării materiei prime locale şi a produselor fitoterapeutice, realizate de laboratoarele din cadrul Centrului de Cercetări Ştiinţifice „Ştiinte ale Vieţii” al Universităţii de Stat din Moldova [3, p.103-104]. Fitoterapia, sau ştiinţa utilizării plantelor în folosul sănătăţii, are o vechime de mii de ani. După structura chimică, preparatele vegetale sunt asemănătoare cu hormonii scoarţei suprarenalelor, hipofizei, gonadelor, substanţe complexe şi necesare organismului. Iată de ce mijloacele vegetale, spre deosebire de majoritatea celor sintetice, nu sunt respinse de organism, ci, din contra, se înscriu armonios în legăturile biologice dereglate. Introduse în organism, acestea acţionează asupra celulelor, ţesuturilor, organelor şi sistemelor organismului, inducând efecte în conformitate cu proprietăţile pe care acestea le posedă. Tratamentul dereglărilor metabolice, în special al diabetului zaharat de tip II, poate fi realizat cu succes utilizând diferite tipuri de plante medicinale, produse apicole, mai ales în faza incipientă a bolii [2, p.107].

Pe parcursul ultimilor ani, în mai multe instituţii ale Republicii Moldova s-au efectuat cercetări asupra principiilor bioactive care posedă acţiuni imunomodulatoare, regeneratoare şi citoprotectoare [3, p.103-104]. Substanţele biologic active reprezintă un complex de factori biologici, activi, de origine minerală, animală sau vegetală. Aceste substanţe biologic active nu pot fi substituite şi trebuie să fie prezente în meniul alimentar zilnic. În caz contrar, se dezvoltă şi se aprofundează cu timpul un deficit accentuat, în urma căruia organismul devine neprotejat şi incapabil de a rezista sub influenţa factorilor negativi ai mediului înconjurător. Ca urmare, scade imunitatea, se diminuează capacitatea de muncă, se dereglează rezistenţa faţă de: viruşi, microorganisme, stres, efort fizic etc. Apare o stare psihoemoţională destabilizantă, cu simptome de oboseală cronică, factori ce acţionează în complex asupra longevităţii vieţii.

Extrasele naturale au o acţiune mai intensivă şi de lungă durată, spre deosebire de preparatele medicamentoase de origine sintetică şi monocomponente. Ele ar putea avea doar efect toxic minor, sunt bine tolerate de organism, practic nu provoacă reacţii alergice şi alte complicaţii, nu posedă proprietăţi cumulative. Substanţele

biologic active înlătură consecinţele negative apărute în urma administrării preparatelor medicamentoase chimioterapeutice, activează absorbţia substanţelor de bază şi reglează eficacitatea lor metabolică şi terapeutică.

Pentru prima dată, în cadrul laboratorului de Ecofiziologie Umană şi Animală al USM, au fost efectuate investigaţii experimentale privind influenţa fitoterapiei şi produselor din apicultură asupra modificărilor metabolice în corelaţie cu sistemul imunitar. Experienţele au fost efectuate pe şobolani albi de laborator de ambele sexe, având o masă corporală cuprinsă între 170-220 grame, care au fost împărţiţi în patru loturi: un lot de control (martor) şi 3 loturi experimentale. Ca material nativ pentru cercetare au fost utilizate: sângele, plasma sangvină şi urina. Pentru obţinerea diabetului experimental în laborator, a fost utilizat alloxanul de 5% în doză de 200 mg/kg masă corporală. Din produsele apicole a fost utilizat propolisul sub formă de tinctură. El este cunoscut datorită efectelor sale multilaterale: antibiotic, hematotrop, cardiotrop, imunitar, reglator, citostatic, antiinflamator, antioxidant, miotrop, hemolitic, anestezic, bacteriostatic și toxicologic [1, p.17-19]. De asemenea, au fost folosite preparate fitoterapeutice autohtone, bogate în principii biologic active.

Au fost realizate investigaţii ştiinţifice experimentale privind influenţa substanţelor bioactive asupra funcţiei insulinei din pancreasul endocrin, hormonii tiroidieni, glicemiei şi formulei leucocitare. Au fost efectuate investigaţii experimentale comparative ale indicilor hematologici şi hormonali sub influenţa extraselor din complexul de plante medicinale, produsele din apicultură. Instalarea diabetului experimental a fost dovedită prin creşterea accentuată a nivelului de glucoză în sânge (18,83 ± 0,49 mmol/l), precum şi apariţia ei în urină la şobolanii albi de laborator, fapt corelat cu procesul de hipoinsulinemie (0,412 ± 0,039 pmol/l). Scăderea nivelului de insulină în plasmă se află în strânsă dependenţă de schimbările degenerativ-necrotice în cadrul celulelor β ale pancreasului endocrin.

Tabloul clinic al diabetului experimental după injectarea alloxanului s-a evidenţiat prin: poliurie, polifagie, polidipsie, prin fenomenul de glicozurie, cetonurie şi proteinurie. Odată ce nivelul de glucoză în sânge creşte peste limita admisibilă, aceasta trece în urină, antrenând cu sine o cantitate mare de apă pentru ca rinichii să o poată elimina din organism. Se consideră că glicozuria în diabetul alloxanic nu constituie o simplă consecinţă a hiperglicemiei. Unii autori susţin ideea că în diabet ar exista şi o tulburare specifică a funcţiei renale de reabsorbţie a glucozei. De aceea glicozuria se atestă ca un stadiu funcţional şi anatomic incipient al diabetului, care poate dispărea susceptibil într-un timp variabil, atunci când intervine o modificare de regim alimentar sau de ambianţă. O îmbunătăţire a situaţiei s-a evidenţiat la lotul mixt, la care au fost administrate preparate din apicultură şi plante medicinale pe fondalul diabetului experimental, unde la majoritatea animalelor supuse cercetării s-a înregistrat lipsa glucozei în urină şi în sânge.

Cetonuria a apărut drept rezultat al depăşirii concentraţiei sangvine a glicemiei, ca urmare a metabolizării incomplete a lipidelor. Există dovezi, care consideră că

apariţia cetonuriei poate fi corelată cu creşterea hormonului metabolismului glucidic, denumit adipochinina, care favorizează mobilizarea grăsimii de depozit şi oxidarea ei în ficat şi, consecutiv, o producere în exces de corpi cetonici. Corpii cetonici iau naştere aproape exclusiv la nivelul ficatului şi pot fi catabolizaţi în toate ţesuturile, în special de către muşchiul cardiac, cu excepţia celulelor hepatice. Cetonuria persistentă este considerată un indice al comei diabetice, care se observă cel mai mult în cazul diabetului insulino-dependent. În cercetările recente s-a evidenţiat prezenţa abundentă a corpilor cetonici în urină la lotul Alloxan, pe când la lotul mixt, ca urmare a administrării extrasului de plante medicinale şi a produselor apicole, se observă o ameliorare relativă a stării generale a organismului animalelor prin tendinţa de dispariţie sau lipsa completă a corpilor cetonici în urină.

Procesul de proteinurie este considerat o consecinţă a unor procese patogenice profunde desfăşurate în rinichi. Proteinuria diabetică la animalele experimentate a apărut ca urmare a unei insuficienţe cronice îndelungate a activităţii insulinice în organism. Apariţia proteinuriei persistente în diabetul alloxanic a marcat începutul unor procese patologice continue, care în final, dacă nu se iau măsuri corecte de tratament, ar putea duce la insuficienţă renală. Însă datele obţinute indică acţiunea pozitivă a extraselor studiate, demonstrată prin absenţa glucozuriei, proteinuriei şi cetonuriei la majoritatea animalelor din lotul mixt.

**Concluzii.** Compușii de bază ai preparatelor din apicultură, plante medicinale, cu rol esențial în profilaxia diabetului zaharat, ca: flavonoizii, microelementele, vitaminele din grupa P și alți compuși, au contribuit eficace, într-un termen scurt, fără reacții adverse pentru organism, la sporirea proceselor metabolice și la normalizarea relativă a parametrilor homeostaziei.

***Referinţe:***

1. BACALOV, Iu., CRIVOI, A. *Fitoterapia şi dereglările metabolismului glucidic*. Îndrumar instructiv-metodic pentru studenţi. Chișinău: CEP USM, 2009. 108 p.
2. CRIVOI, A. et al. The use of modern biotechnologies in the valuation of research of biological active substances. În: *Materialele simpozionului internaţional „Ecologia şi Protecţia Ecosistemelor”.* Ediţia a XII-a, University of Bacău, Romania, „Vasile Alecsandri”, Editura Alma Mater, 2th-4th of November 2017, pp. 107-108. ISBN: 978-606-527-326-9.
3. MATEESCU, C., DUMITRU, I.F. *Propolisul și extractele de propolis*. București: Centrul de Cercetări în Enzimologie, Genetică şi Chimie Analitică, 2014, pp. 100-106.

# ROLUL UNOR MICRONUTRIENȚI NATURALI ÎN FERTILITATEA MASCULINĂ

*Ana LEORDA, Vladimir ȘEPTIȚCHI*
*Institutul de Fiziologie și Sanocreatologie*
**CZU: 616.699-085.356** leorda-ana64@mail.ru
septitchi@mail.ru

Micronutrienții sunt esențiali pentru buna funcționare a organismului și includ două categorii: micronutrienți organici (vitaminele) și anorganici (mineralele). Cele mai relevante pentru procesul de spermatogeneză și pentru fertilitatea masculină sunt vitaminele: C, E și $B_9$ (acidul folic). În spermatozoizi vitamina C previne aglutinarea și protejează împotriva deteriorării ADN-ului, cauzată de speciile reactive de oxigen [1, p.172]. Unele studii indică un efect neglijabil al vitaminei C, în timp ce altele nu au arătat niciun efect asupra parametrilor de bază ai spermei sau fragmentării ADN. Numai în cazul utilizării vitaminei C în combinație cu alți antioxidanți, cum ar fi vitamina E sau seleniul, s-a constatat o îmbunătățire semnificativă a indicilor spermei. A fost demonstrat o creștere a motilității și o scădere a aglutinării spermatozoizilor la administrarea a 1000 mg / zi de vitamina C, comparativ cu grupa martor. Rezultatele acestor studii au fost confirmate la bărbații supraponderali și obezi, care au primit vitamina C, și indică îmbunătățirea concentrației și motilității spermei, precum și relația pozitivă între aportul de vitamina C și fertilizarea la cupluri. Surse bogate ale acestei vitamine sunt fructe precum kiwi și mango, legume şi broccoli, roșii și ardei. Vitamina E are mai multe funcții în fertilitatea masculină, cum ar fi biosinteza testosteronului și modularea activității telomerazei. Un studiu realizat pe subiecți sănătoși a arătat, că suplimentarea cu 200 mg de vitamina E zilnic timp de 3 luni a îmbunătățit LPO în spermatozoizi și lichid seminal. Vitamina E este disponibilă și abundentă în alimente, precum: nuci, legume, uleiuri, fructe de mare, caşcaval și ouă [6, p.433]. Vitamina $B_9$ este necesară pentru metabolismul ADN-ului, protejând împotriva mutațiilor și rupturilor catenei ADN. Metilarea ADN-ului și expresia genelor sunt reglementate de această vitamină, prevenind replicarea cromozomială anormală și deleția ADN-ului mitocondrial. Suplimentarea rației cu 5 mg de acid folic pe zi a determinat o creștere a numărului de spermatozoizi, deși acest lucru a fost veridic, doar în cazul când vitamina $B_9$ a fost utilizată în combinație cu zincul. Această vitamină se conține din abundență în legumele cu frunze verzi (spanac, broccoli, salată verde) și în unele produse de origine animală (ficat, lapte, ouă) [5]. Zincul este un oligoelement cu proprietăți regenerante. Acesta joacă un rol în activitatea enzimatică, reglarea dezvoltării normale, precum și în gestionarea stresului oxidativ mitocondrial [4, p.4097].

Se estimează că 1/3 din populație este expusă riscului de deficit de zinc, cauzat de aportul lui scăzut. Zincul contribuie la reproducerea umană în mai multe aspecte:

efectul bactericid, care protejează lichidul prostatei de mediul potențial infecțios al vaginului; menținerea sistemului energetic și stabilității generale înainte de fertilizare. Zincul joacă, de asemenea, un rol important în reacțiile acrozomiale, fiind implicat în mai multe aspecte: scăderea nivelului de LPO, creșterea motilității generale a spermatozoizilor, a motilității lor progresive, a concentrației spermei, a integrității cromatinei, precum și a morfologiei normale a spermatozoizilor. Studiile efectuate la pacienți cu astenozoospermie au arătat că la grupul care primea supliment de sulfat de zinc a avut o rată de fertilizare mai mare (22,5%), comparativ cu martorul (4,2%). Deoarece nu există depozite speciale de zinc în organism, numai consumul zilnic asigură disponibilitatea sa constantă. Zincul poate fi obținut din: nuci, boboase, fructe de mare, cereale, produse de origine animală, cum ar fi carne, iaurt, pește și lapte [3, p.79]. Seleniul este un mineral, care poate viza radicalii liberi pentru a suprima toxicitatea testiculară și a modula repararea ADN-ului. Seleniul este asociat pozitiv cu anumiți parametri ai spermei, cum ar fi: motilitatea progresivă și cea generală, concentrația și numărul total al spermatozoizilor, morfologia lor normală. Concentrațiile de seleniu în plasma seminală sunt mai mari la bărbații fertili, dar excesul de seleniu (peste limita superioară sigură de 400 mkg pe zi) afectează, de asemenea, calitatea spermei, provocând degradarea ei chiar și la bărbații sănătoși. Principala sursă de seleniu pentru oameni este consumul cu alimente. Peștele, usturoiul, ceapa și broccoli sunt unele dintre alimentele bogate în seleniu [7, p.354]. Trebuie de menționat că unele metale, cum ar fi nichelul (Ni) și manganul (Mn), joacă un rol secundar în spermatogeneză, Echilibrarea nivelului de nichel din organism este importantă pentru menținerea funcției reproductive normale, întrucât atât consumul de nichel insuficient, cât și cel excesiv pot avea consecințe negative. Se consideră că nichelul interferează cu canalele ghidate de nucleotide ciclice (CNG), caracteristice sistemului de reproducere, prin sensibilizarea canalelor cationice, controlate de guanozin monofosfat ciclic (cGMP), sau invers. Deficitul de nichel scade: producția de spermatozoizi în testicule, numărul de spermatozoizi epididimali, eficiența de trecere a spermei epididimale și motilitatea spermei. Consecințele consumului excesiv de nichel la șobolanii masculi includ: creșterea nichelului testicular, atrofia tubilor seminiferi, scăderea numărului de spermatide și a fertilității. Cu toate acestea, datele, privind concentrația exactă de nichel benefică sau dăunătoare pentru funcția de reproducere masculină rămân a fi destul de contradictorii [8, p.150]. Acest metal se găsește mai ales în fructe și legume în două forme: a) ca constituent biologic în produsele naturale; b) ca poluant în grăsimi și alimente rafinate sau procesate (provine din prelucrarea cu mașini și scule care conțin acest metal). Alimentele cu conținut ridicat de nichel sunt: cacao, ciocolata, migdalele, hrișca, ceapa, spanacul, ciupercile, prazul, fructele cu sâmburi, peștele, crustaceele. În privința manganului, a fost elucidat pe cale experimentală că administrarea $MnCl_2$ în doză de 25 mg/kg duce la creșterea semnificativă a producției zilnice de spermă și a eficienței spermatogenezei. Adăugarea extracelulară a ionilor $Mn^{2+}$ crește, de asemenea, nivelul de cGMP

prin stimularea $Ca^{2+}$ sau $Mn^{2+}$ ATPază, ceea ce facilitează deschiderea canalelor ionilor Ca $^{2+}$, depozitând astfel mai mult calciu. Acesta este necesar pentru a induce motilitatea direcționată, de rând cu factorii din plasma epididimală caudală. Astfel, $Mn^{2+}$ contribuie la creșterea motilității, vitalității, capacității spermei și la răspunsul acrozomial prin reducerea stresului oxidativ, are un rol important în utilizarea de către organismul uman a vitaminelor $B_1$ și C [2, p.155].

Totuși, manganul, fiind considerat un stimulent al pubertății, poate provoca maturizare sexuală masculină prematură, în cazul expunerii chiar și la niveluri moderat crescute prea timpurii. Astfel, sunt necesare studii mai concrete privind efectul nichelului și al manganului, precum și al altor minerale asupra spermatogenezei. Manganul este răspândit în natură, fiind o componentă constantă a organismelor vegetale și animale. Alimente cu conținut ridicat de mangan: cuișoare, ghimbir, scorțișoară, pătrunjel, germeni de grâu, nuci, scoici, stridii, midii, cacao, semințe de dovleac, de in și de floarea-soarelui, legumele cu frunze verzi, afine.

Astfel, utilizarea concomitentă a mai multor antioxidanți are un efect sinergic pozitiv asupra parametrilor calității materialului seminal, de exemplu, combinația de acid folic și zinc indică o creștere cu 74% a numărului total de spermatozoizi normali. Studiile menționate, relativ la suplimentarea rației alimentare cu micronutrienți naturali, oferă dovezi extinse în susținerea efectelor lor antioxidante, capacității de a îmbunătăți parametrii spermei, precum și a necesității de a studia comportamentul sinergic al antioxidanților în fertilitatea masculină.

***Referințe:***

1. ANGULO, C. et al. Vitamin C and Oxidative Stress in the Seminiferous Epithelium. In: *Biol. Res,* 2011, vol. 44, pp. 169-180.
2. BILASPURI, G.S., BANSAL, A.K. $Mn^{2+}$: a potent antioxidant and stimulator of sperm capacitation and acrosome reaction in crossbred cattle bulls. In: *Archiv fur Tierzucht.,* 2008, vol. 51, no. 2, pp. 149-156.
3. FALLAH, A., MOHAMMAD-HASANI, A., COLAGAR, A.H. Zinc Is an Essential Element for Male Fertility: A Review of Zn Roles in Men’s Health, Germination, Sperm Quality, and Fertilization. In: J. *Reprod. Infertil.*, 2018, vol. 19, pp. 69-81.
4. KERNS, K., ZIGO, M., SUTOVSKY, P. Zinc. A Necessary Ion for Mammalian Sperm Fertilization Competency. In: *Int. J. Mol. Sci.*, 2018, vol. 19.
5. MERRELL, B.J., MCMURRY, J.P. Folic Acid In StatPearls. In: *StatPearls Publishing*: Treasure Island, FL, USA, 2020.
6. MIYAZAWA, T. et al. Vitamin E: Regulatory Redox Interactions: Vitamin E: Regulatory Redox Interactions. In: *IUBMB Life*, 2019, vol. 71, pp. 430-441.
7. SHARMA, P. et al. Selenium Ameliorates Ibuprofen Induced Testicular Toxicity by Redox Regulation. In: *Reprod. Toxicol.,* 2020, vol. 96, pp. 349-358.
8. YOKOI, K., UTHUS, E.O., NIELSEN F.H. Nickel deficiency diminishes sperm quantity and movement in rats. In: *Biological Trace Element Research,* 2003, vol. 93, pp.141-153.

# ROLUL FIZIOLOGIC AL UNOR ANTIOXIDANȚI ALIMENTARI NATURALI ÎN SPERMATOGENEZĂ

*Vladimir ȘEPTIȚCHI, Ana LEORDA*
*Institutul de Fiziologie și Sanocreatologie*
**CZU: 612.39:616.697**
septitchi@mail.ru
leorda-ana64@mail.ru

Relația dintre aportul de antioxidanți, spermatogeneză și indicii calității spermei a fost studiată în ultimii 10-15 ani de către mai mulți autori, care au obținut dovezi convingătoare cu privire la posibilitatea utilizării cu succes a unui șir de antioxidanți dietetici în infertilitatea masculină. Aceștia pot fi împărțiți în patru grupuri:

1. Enzime antioxidante (superoxid dismutaza (SOD), catalaza (CAT), glutation peroxidaza (GPX));
2. Antioxidanți neproteici (coenzima Q-10 (CoQ10), carnitine, licopen);
3. Antioxidanți – micronutrienți (vitaminele C, E, B9, minerale, zinc și seleniu);
4. Alți antioxidanți (N-acetil-cisteina (NAC), melatonina, acidul alfa lipoic (ALA), acidul gras ω-3 (Omega-3) [6, p.8].

A fost efectuată analiza literaturii științifice privind posibilitatea utilizării enzimelor antioxidante și a antioxidanților proteici în infertilitatea masculină. SOD constă din trei izoenzime, prezența cărora este modulată ca răspuns la stresul celular, în special cel asociat cu peroxidarea lipidelor [3, p.115]. Utilizarea profilactică și terapeutică a enzimelor SOD la oameni este limitată, deoarece acești antioxidanți sunt instabili, au imunogenitate ridicată și o perioadă de eliminare din circulație redusă. În același timp, în calitate de aditiv alimentar poate fi utilizat concentratul de pulpă a unui tip special de pepene francez cu un conținut ridicat de SOD. În plus, se utilizează suplimente nutritive, care pot stimula producția de SOD endogenă (de ex., extractul de scoruș). Creșterea activității CAT este prezentă la persoanele cu normozoospermie, comparativ cu omologii lor infertili. Utilizarea CAT ca remediu pentru prelungirea supraviețuirii spermatozoizilor a fost raportată la unele animale, dar utilizarea ei pentru îmbunătățirea indicilor spermei umane rămâne a fi studiată. Antioxidantul GPX joacă un rol important în spermatogeneza și fertilitatea umană. Nivelurile de GPX1 afectează ARNm-ul spermatozoizilor, provocând o calitate slabă a blastocistului, iar GPX4 poate fi utilizat ca marker chimic al maturării spermatozoizilor. Ambele – GPX1 și GPX4 – sunt asociate cu o recuperare mai bună a spermatozoizilor după crioconservare. Coenzima Q-10 joacă un rol hotărâtor în protejarea membranei celulare de peroxidarea lipidelor. În ceea ce privește fertilitatea masculină, s-a constatat că doza zilnică acceptabilă de CoQ10 este de 12 mg/kg/zi, limita de toxicitate fiind de 1200 mg/zi, iar aceste valori sunt deosebit de relevante, deoarece utilizarea CoQ10 devine din ce în ce mai populară. Unele investigații au urmărit scopul de a afla dacă aportul alimentar adecvat de CoQ10 ar putea demonstra aceeași

îmbunătățire ca și în cazul utilizării suplimentelor. Din păcate, ca rezultat, cercetătorii au concluzionat că aportul dietetic mediu de CoQ10 (în medie 38,9 mg / zi) la bărbați nu a fost suficient pentru a obține rezultatele scontate. Această coenzimă poate fi obținută din colesterol pe cale metabolică, precum și din diverse alimente, în principal din carne, pește, uleiuri vegetale și nuci. Mai puțin CoQ10 se găsește și în produsele lactate, legume, fructe și cereale [5, p.104]. Carnitinele joacă un rol important în producerea bioenergiei, acționând ca purtător de acizi grași cu lanț lung în mitocondrii, protejând membranele celulare și exercitând efecte antiapoptotice. Date experimentale confirmă o corelație pozitivă între L-carnitina seminală, nivelul, motilitatea și morfologia spermatozoizilor [2, p.280-282]. Carnitinele sunt în proporție de 75% obținute din dietă, iar 25% sunt sintetizate din lizină și metionină. Acestea sunt obținute, în principal, din produse de origine animală, cum ar fi carnea roșie, peștele, pasărea și produsele lactate. Licopenul este principalul carotenoid depistat în organismul uman, cu concentrații mari în testicule. Acest antioxidant puternic are efecte antiproliferative, imunomodulatoare și antiinflamatorii, precum și alte efecte, care favorizează diferențierea celulară. Dovezile cercetării sugerează că licopenul joacă un rol important în prevenirea și tratamentul bolilor cronice, cum ar fi cancerul de prostată. În ceea ce privește fertilitatea masculină, adăugarea licopenului (25 mg o dată pe zi) timp de 12 săptămâni are ca rezultat o îmbunătățire a numărului de spermatozoizi și a concentrației de la 49,47 x $10^6$ / ejaculat la 102,45 x $10^6$ / ejaculat [4, p.3205; 6, p.12]. Un alt studiu a arătat o reducere a stresului oxidativ plasmatic seminal după administrarea unui supliment alimentar cu 20 mg de licopen de două ori pe zi timp de 12 săptămâni. Roșiile sunt bogate în licopen și reprezintă alimentele cel mai frecvent recomandate pentru creșterea nivelului de licopen. Alte fructe roșii, pomușoare de pădure și legume, cum ar fi pepeni verzi, grapefruitul, papaya, caisele și guava sunt surse bune ale acestui antioxidant. Organismul uman nu este capabil să-l producă, deoarece este sintetizat doar de plante. Din grupul altor antioxidanți face parte NAC, care poate opune rezistență directă și stabiliza radicalii liberi prin donarea unui electron din stratul său exterior. În numeroase studii s-a demonstrat că, odată cu utilizarea NAC, se îmbunătățesc parametrii spermei: volumul, motilitatea, cantitatea, concentrația și morfologia normală [6, p.16]. Melatonina joacă un rol în creșterea activității SOD, CAT și GPx, suprimând formarea speciilor reactive de oxigen (ROS) și chiar anulând apoptoza. Bărbații fertili au un nivel mai mare de melatonină în testicule și serul sangvin decât bărbații infertili. S-a demonstrat că acest hormon reduce fragmentarea ADN și MDA, precum și crește viabilitatea spermatozoizilor, protejează spermatogoniile, celulele stem *in vitro*. Alimentele bogate în melatonină sunt: nucile, orezul roșu, răchițelele și produsele de origine animală. Pentru a beneficia de melatonina dietetică, aceste alimente trebuie să conțină cel puțin 1 mg de acest antioxidant și să fie consumate înainte de culcare [1, p.236]. ALA este un puternic antioxidant biologic, agent de detoxifiere și chelant al reacțiilor redox. S-a demonstrat că administrarea orală de ALA îmbunătățește indicii calității

spermei, cum ar fi: numărul total de spermatozoizi, concentrația, motilitatea, viabilitatea și morfologia lor. În plasma seminală, TAC crește, iar LPO scade după suplimentarea cu ALA. Acizii grași polinesaturați omega-3 (AGPN), acest grup include cinci constituenți principali: acid alfa-linolenic, acid eicosapentaenoic, acid stearidonic, acid docosahexaenoic și acid docosapentaenoic. Consumul mai mare de AGPN duce la o creștere a morfologiei normale a spermei, volumului, concentrației, motilității și a numărului total de spermatozoizi. Suplimentarea cu AGPN omega-3 s-a dovedit a avea ca rezultat creșterea de TAC și scăderea fragmentării ADN-ului. Utilizarea pe termen mai lung a suplimentării cu AGPN constituie un potențial mai mare de a îmbunătăți parametrii calității spermei decât intervenția pe termen scurt [6, p.23-24].

Așadar, au fost acumulate multiple dovezi privind posibilitatea utilizării cu succes a unui șir de antioxidanți dietetici în scopul îmbunătățirii parametrilor spermei în infertilitatea masculină. Totodată, trebuie de remarcat că antioxidanții interacționează în mai multe moduri; de exemplu, CoQ10 joacă un rol important în menținerea vitaminelor C și E în formele lor reduse complet active. Dacă lipsește antioxidantul-cheie, acesta poate perturba funcționarea normală a altora; de exemplu, utilizarea suplimentului de carnitină a demonstrat o îmbunătățire a parametrilor spermei numai la pacienții cu niveluri normale de GPx. Deci, numai organismele cu funcții mitocondriale proprii pot beneficia de suplimentarea cu antioxidanți.

***Referințe:***

1. HASSAN, M. et al. Men with idiopathic oligoasthenoteratozoospermia exhibit lower serum and seminal plasma melatonin levels: comparative effect of night-light exposure with fertile males. In: *Exp. Ther. Med.*, 2020, vol. 20, pp. 235-242.
2. HASEEN AHMED, S.D. et. al. Relationship of seminal free l-carnitine with functional spermatozoal characteristics: results from an observational study conducted in a tertiary care hospital of Karachi, Pakistan. In: *J. Pak. Med. Assoc.*, 2017, vol. 67, pp. 280-284.
3. MARTÍNEZ-HOLGUÍN, E. et al. *Antioxidants to improve sperm quality. In male and sperm factors that maximize IVF success*, AITKEN, J., MORTIMER, D., KOVACS, G. Eds. Cambridge University Press. Cambridge, UK, 2020, pp. 106-120.
4. NOURI, M. et al. The effects of lycopene supplement on the spermatogram and seminal oxidative stress in infertile men: a randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. In: *Phytother. Res.*, 2019, vol. 33, pp. 3203-3211.
5. TISEO, B.C. et al. Coenzyme Q10 intake from food and semen parameters in a subfertile population. In: *Urology*, 2017, vol. 102, pp. 100-105.
6. TORRES-ARCE, E. et al. Dietary antioxidants in the treatment of male infertility: counteracting oxidative stress. In: *Biology*, 2021, 10(3) 241. https://doi.org/10.3390/biology10030241.

# DIETOTERAPIA ȘI TRATAMENTUL NEMEDICAMENTOS AL SINDROMULUI METABOLIC

*Corneliu NĂSTASE, Ion MEREUȚĂ, Vasile FEDAȘ*
*Institutul de Fiziologie și Sanocreatologie*
**CZU: 615.874.2:616-008.9**
nastasecor@gmail.com,
ion.mereuta@usmf.md,
vasilefedash@gmail.com

**Introducere.** Fenomenele de globalizare și urbanizare, specifice pentru etapa modernă de dezvoltare a societății umane, dictează inerența unui stil de viață hipodinamic (80% din populația țărilor dezvoltate este considerată sedentară), obezitatea, îmbătrânirea generală a populației, sporirea cazurilor de diabet zaharat, boli cardiovasculare, dislipidemii, steatohepatită nonalcoolică și unele patologii oncologice, care, pe lângă toate, manifestă o tendință spre a se asocia. Potrivit OMS, cele mai susmenționate reprezintă 2/3 din cauzele deceselor din întreaga lume.

La începutul secolului XXI, grație unor studii clinice de anvergură la scară largă, OMS a dezvoltat un set de măsuri pentru detectarea și corectarea în timp util a așanumiților factori de risc, fiind identificat un număr semnificativ de peste 200 de entități.

Conceptul de *sindrom metabolic* (SM) a fost propus ca o modalitate de a identifica grupul de persoane cu risc crescut de a dezvolta boală cardiovasculară, accidente cerebro-vasculare (BCV/1/) și diabet, precum și de a ajuta medicul să decidă asupra tacticilor de management al unor astfel de pacienți expuși unor maladii severe.

Inițial, SM a însemnat coexistența unui set de FR clinici interrelaţionaţi printr-o componentă patogenetică comună – rezistența la insulină. Sindromul metabolic nu este o boală sau un diagnostic, ci un complex de simptome ale unor afecțiuni patologice interrelaționate.

Pe lângă afectarea sistemului cardiovascular și manifestarea diabetului zaharat, SM perturbă adesea metabolismul purinelor, apare sindromul de apnee în somn, sindromul ovarului polichistic, se dezvoltă FGNA (ficatul gras nonalcoolic), boli oncologice, tulburări ale sistemului hemostatic și inflamații subclinice cronice. În acest sens, obezitatea (în special, forma centrală (abdominală)) este considerată principala componentă clinică a sindromului metabolic.

Hipodinamia și dieta aterogenă sunt alți factori predispozanți. Este important de menționat că în caz de scădere a activității fizice, lipoliza și utilizarea trigliceridelor în mușchi și țesutul adipos încetinește, iar translocația transportorilor de glucoză în mușchi scade, ceea ce duce la dezvoltarea insulinorezistenței.

Principalii factori de risc includ fumatul de tutun, hipertensiunea arterială, creșterea colesterolului LDL, scăderea colesterolului HDL, antecedentele familiale de BCV/1/ACV și vârsta. Factorii de risc care necesită o atenție specială includ o

creștere a nivelurilor de TG din sânge, IR, afectarea toleranței la glucoză, semne de inflamație vasculară torpidă și predispoziția la formarea de trombuși [1].

Direcția principală în stadiul primar al tratamentului sindromului metabolic este corecția nemedicamentoasă a acestuia și prevede modificarea stilului de viață. Formarea stilului sănătos de viaţă implică reducerea greutății corporale, schimbarea obiceiurilor alimentare, renunțarea la obiceiurile nocive, cum ar fi fumatul și abuzul de alcool, și creșterea activității fizice.

Potențialul intervențiilor nonmedicamentoase menționate este enorm, deoarece, prin reducerea aportului de calorii din grăsimi și practicarea exercițiilor fizice moderate, poate fi realizată pierderea în greutate cu aproximativ 5-7% din greutatea corporală inițială. Din păcate, acest adevăr adesea se neglijează de medici și pacienți, în special că aceste activități ar trebui desfășurate pe viață, deoarece obezitatea și SM sunt boli cronice. Însă conştientizarea importanței sănătății permite pacientului să suporte mai ușor greutățile pe care le necesită schimbările stilului de viață.

Intervențiile de pierdere în greutate fără medicamente includ: o dietă moderat hipocalorică; învățarea pacienților, educația modului corect de viață, cu o schimbare a obiceiurilor alimentare; evidența unui jurnal alimentar; exercițiu fizic corespunzător statutului metabolic.

***Modificarea regimului alimentar.*** Dieta unui pacient cu sindrom metabolic urmează nu doar să asigure o scădere a greutății corporale, ci și să nu provoace tulburări metabolice și nici creșteri ale tensiunii arteriale. Din moment ce comportamentul alimentar și obiceiurile nesănătoase la pacienții obezi se formează de zeci de ani, acestea trebuie schimbate treptat, de-a lungul timpului.

Drept fiziologică urmează a fi considerată o dietă rațională, care implică nu numai consumarea necesarului și excluderea așa-numitelor alimente nesănătoase, un regim rațional al meselor, combinarea corectă a alimentelor, metodele de gătit fără grăsimi, asocierea corectă de alimente, dar și un anumit comportament pe parcursul luării fiecărei mese.

Mesele trebuie să fie frecvente, mâncarea trebuie luată în porții mici (de obicei, trei mese principale și două sau trei mese intermediare) cu un aport caloric zilnic de maxim 1500 kcal. Ultima masă este cu 1,5 ore înainte de culcare. De asemenea, ar trebui să se evite mâncarea între mese.

Dieta pacienților cu SM ar trebui să conțină 15-20% proteine, 25-30% grăsimi și 55-60% carbohidrați, iar două treimi din grăsimi ar trebui să fie de origine vegetală. Pierderea în greutate este considerată inofensivă pentru sănătate – 2-4 kg pe lună. Pentru a elabora o dietă echilibrată, este necesar să se calculeze numărul de calorii care pot fi consumate pe zi, luând în considerare consumul individual de energie.

Există *reguli privind consumul de alimente pentru pacienții obezi și cu SM:* mâncarea trebuie luată de cel puțin 3 ori, de preferință de 3-5 ori pe zi; nu vă aduceți la senzația de foame; transferați principalele mese cu calorii în prima jumătate a zilei.

Se recomandă evitarea alimentelor fast-food, fumatul, conservele, băuturile răcoritoare îndulcite, alimentele bogate în grăsimi nesaturate. Reducerea aportului de

sare la mai puțin de 6 g/zi ar trebui să fie norma pentru acești pacienți din cauza asocierii frecvente a hipertensiunii.

Nu există o dietă specifică pentru SM, deși este recomandabilă cea mediteraneană, deoarece conform unui studiu realizat de Knoops și colab., ea și-a demonstrat contribuția de a reduce cu 50% mortalitatea datorată bolilor cardiovasculare la adulții cu vârsta cuprinsă între 70 și 90 de ani [5].

Dieta mediteraneană se caracterizează printr-un consum ridicat de legume, verdețuri, fructe, nuci, cereale integrale și ulei de măsline, consum redus de grăsimi saturate, aport moderat-ridicat de pește, consum moderat-scăzut de lapte și brânză, aport scăzut de carne roșie și un aport moderat și regulat de vin la mese. Consumul de soia, ceai verde, scorțișoară, ginseng pot juca și ele un rol important în prevenirea SM [1].

***Exerciții fizice.*** Unul din punctele fundamentale ale programului de tratament este activitatea fizică, deoarece mușchii sunt locul principal în care se utilizează glucoza, iar inactivitatea fizică este o cauză importantă a dezvoltării sindromului metabolic. S-a dovedit că mersul zilnic, de preferință în aer liber, într-un ritm rapid timp de 1 oră și 20 min poate reduce probabilitatea de a dezvolta boli coronariene de 25 de ori și sporește procesele metabolice.

**Concluzie.** Atât SM în ansamblu, cât și componentele care reprezintă un risc crescut și necesită modificarea sanogenă a stilului de viață. Medicina bazată pe dovezi recomandă pentru tratamentul și prevenția nemedicamentoasă a SM: controlul greutății prin diete gen mediteraneană, cu conținut scăzut de carbohidrați, alimente cu indice glicemic scăzut, aport sporit de fibre, soia, fructe și legume, reducerea conținutului de grăsimi saturate, grăsimi trans, colesterol etc.; renunțarea la obiceiurile toxice, cum ar fi tutunul și alcoolul; o creștere moderată a activității fizice (mersul zilnic într-un ritm rapid timp de 1 oră și 20 min); evitarea stresului.

***Referințe:***

1. BABIO, N., BULLÓ, M., SALAS-SALVADÓ, J. Mediterranean diet and metabolic syndrome: the evidence. În: *Public Health Nutr*. 2009; 12 (9A):1607-17.
2. DIBELLO, J.R., MCGARVEY, S.T. et al. Dietary patterns are associated with metabolic syndrome in adult Samoans. În: *J. Nutr.* 2009;139(10):1933-43.
3. SALAS-SALVADÓ, J., FERNÁNDEZ-BALLART, J. et al. Effect of a Mediterranean diet supplemented with nuts on metabolic syndrome status: one-year results of the PREDIMED randomized trial. În: *Arch Intern Med.* 2008;168(22):2449-58.
4. ZIVKOVIC, A.M., GERMAN, J.B., SANYAL, A.J. Comparative review of diets for the metabolic syndrome: implications for nonalcoholic fatty liver disease. În: *Am J. Clin Nutr*. 2007, no.86(2), pp. 285-300.
5. БРОНОВЕЦ, И.Н. Диетотерапия метаболического синдрома Х. В: *Медицинские новости*, 2013, №11, сс. 28-31.

*Lucrarea a fost realizată în cadrul* ***Proiectului „Fortificarea sănătății populației cu riscuri metabolice crescute”, nr. 20.00208.1908.01.***

# INFLUENŢA FACTORILOR INTRIN- ŞI EXTRINSECI ASUPRA GAMETOGENEZEI MASCULINE

*Ion BALAN, Nicolae ROŞCA, Vladimir BUZAN, Sergiu BALACCI,*
*Vasile HAREA, Galina OSIPCIUC, Gheorghii BACU,*
*Irina BLÎNDU, Roman CREŢU, Vlad TEMCIUC*
*Institutul de Fiziologie şi Sanocreatologie*
**CZU: 616.697-053** balanion@rambler.ru

Îmbătrânirea este un proces multifactorial caracterizat de diverşi factori intrinseci şi extrinseci. Însăşi vârsta organismului la masculii sănătoşi influenţează funcţia de reproducere şi producţia de celule germinale. Producţia de gameţi masculini, spermatogeneza, este un proces complex reglementat prin semnale endocrine şi paracrine. Spermatogeneza apare neîntreruptă de-a lungul vieţii adulte, fiind menţinută de celulele stem spermatogoniale, care fie se autoînnoiesc, menţinând astfel populaţia de celule stem, fie dau naştere la celule-fiice care intră în spermatogeneză. În condiţii fiziologice, în spermatogeneză se includ două tipuri de spermatogonii nediferenţiate, care se pot distinge pe baza morfologiei lor. Ambele prezintă o anumită activitate proliferativă, cu proprietăţi de divizare după epuizarea celulelor germinale din cauza leziunilor testiculare [1]. Spermatogonia, care intră în spermatogeneză, parcurge un proces, care include meioza şi spermiogeneza, cu producerea de spermatozoizi, care sunt eliberaţi în lumenul tubular.

Iniţierea şi menţinerea spermatogenezei depinde, în esenţă, de o populaţie de celule stem spermatogoniale funcţionale, care, la rândul său, necesită o nişă de celule stem funcţionale şi un microambient care echilibrează şi susţine autoreînnoirea şi diferenţierea celulelor germinale. Prin urmare, având în vedere că ciclul spermatogen derulează în mod constant, îmbătrânirea, probabil, nu afectează procesul de diferenţiere a celulelor germinale, dar în schimb celulele Sertoli, cu viaţă lungă şi celulele stem spermatogoniale pot fi sensibile la îmbătrânire [2].

Până în prezent, îmbătrânirea reproductivă a fost studiată, în principal, în lipsa factorilor de confuzie legaţi de îmbătrânire, care afectează spermatogeneza. În legătură cu aceasta, intenţionăm să analizăm unele efecte asociate îmbătrânirii şi modul în care îmbătrânirea afectează funcţia de reproducere masculină şi producţia de gameţi.

Este cunoscut că capacitatea de reproducere masculină scade odată cu vârsta, crescând riscul de infertilitate. Studiile anterioare au elucidat o scădere a parametrilor materialului seminal şi modificări de-a lungul axei hipotalamice-hipofizare-gonadale, producând o modificare redusă a bunăstării generale [3]. Unele studii au constatat modificări adverse ale volumului lichidului seminal, mobilităţii spermatozoizilor şi morfologiei acestora, odată cu creşterea vârstei masculine. În ceea ce priveşte concentraţia spermatozoizilor, constatările variază de la un declin dependent de vârstă, până la nicio asociere cu vârsta, sau chiar şi creşterea concentraţiei spermei cu vârstă [4]. Această inconsecvenţă ar putea rezulta din absenţa criteriilor de selecţie a masculilor

şi din lipsa controlului asupra factorilor de confuzie, cum ar fi timpul de abstinenţă. Sau, atunci când parametrii materialului seminal au fost studiaţi la indivizii sănătoşi nu s-au depistat efecte drastice legate de vârstă masculină [5]. La nivel testicular, unele cercetări au descris o scădere generală a numărului de celule germinale masculine cu vârsta. Continuarea cercetărilor în alte studii, cu implicarea spermatogenezei calitativ normale, nu a putut confirma aceste constatări şi argumentat au constatat că producţia spermatogenă rămâne constantă la toate categoriile de vârstă masculină [6].

Unul dintre alţi factori de confuzie legaţi de îmbătrânire, care afectează spermatogeneza, este epuizarea celulelor stem spermatogoniale asociate îmbătrânirii. Celulele stem spermatogoniale adulte mediază homeostazia şi regenerarea ţesuturilor în timpul vieţii. Astfel, scăderea capacităţii de proliferare a celulelor stem şi scăderea numărului celulelor stem ar putea influenţa negativ homeostazia şi regenerarea la vârste mai înaintate. Acest lucru este rezumat sub termenul „epuizare a celulelor stem”, reprezentând unul dintre semnele distinctive ale îmbătrânirii. Actualmente, studiile privind epuizarea celulelor stem la nivel testicului sunt puţine.

Perspectivele funcţionale asupra celulelor stem spermatogoniale au fost obţinute, în principal, din studii privind iradierea ţesutului testicular: van Alphen şi colab. [1] au determinat o repopulare crescută a testicului cu spermatogonii după epuizarea indusă de iradierea testiculară. Acest lucru este similar cu activarea celulelor stem de rezervă care au loc după deteriorarea ţesutului somatic, rezultând în realimentarea celulelor stem active pierdute de leziuni [5].

Totodată, s-au depistat rate crescute de spermatogonie proliferantă şi reactivare a celei care a fost deja în repaus, odată cu creşterea vârstei în ţesuturile testiculare. Acest lucru este în conformitate cu un studiu care arată o activitate proliferativă crescută în spermatogonii odată cu înaintarea vârstei şi menţinerea spermatogenezei complexe [6].

De fapt, deficienţele asociate îmbătrânirii au fost descrise anterior în celulele care cuprind nişa de celule stem testiculare, inclusiv celule Sertoli, celule Leydig şi celule peritubulare. Autorii au observat un număr redus de celule germinale şi au presupus că resturile de celule germinale degenerate erau absorbite de celulele Sertoli prin fagocitoză. O reducere a numărului de celule Sertoli odată cu îmbătrânirea a fost, la fel, confirmată recent în spermatogeneza fiziologică [7].

Mai mult, un studiu recent a demonstrat efectele îmbătrânirii asupra celulelor Leydig şi a celulelor Sertoli în spermatogeneza normală, inclusiv în ţesutul testicular accesibil. Mularoni şi colab. [7] au găsit un număr redus de celule Leydig, precum şi celule Sertoli. Anterior, s-a demonstrat că modificarea ultrastructurală morfologică, adică multinucleaţia, vacuolizarea şi diferenţierea, în celulele Leydig a fost asociată cu o capacitate redusă de producţie de androgeni şi/sau de semnalizare endocrină la testicului în vârstă [7, 8]. În mod interesant, corelaţia constantă dintre celulele Leydig şi numărul de celule Sertoli la orice vârstă poate sugera o legătură funcţională între cele două tipuri de celule [7].

Celulele peritubulare testiculare contribuie la nişa de celule stem spermatogoniale prin factori secretaţi, inclusiv cei cu funcţii imunoreglatorii. Într-o abordare de

cultură celulară primară Schmid şi colab. [9] au raportat o reţea mitocondrială şi o abundenţă lizozomială în celulele peritubulare senescente în spermatogeneza normală. În condiţii fiziologice, macrofagii interstiţiali interacţionează cu celulele Leydig prin interacţiuni directe celulă-celulă, în timp ce în testiculele vârstnice, macrofagii şi celulele Leydig îşi pierd conexiunile citoplasmatice [10].

Luate împreună, aceste observaţii subliniază conceptul că îmbătrânirea testiculară este rezultatul afectării nişei celulei germinale – celulelor stem spermatogoniale.

Întrebarea rămâne dacă epuizarea celulelor stem asociate îmbătrânirii rezultă dintr-o cerere crescută de celule germinale active diferenţiate sau din pierderea presupusă de pauză, cauzatoare de modificări legate de vârstă în proliferare. Cel mai probabil, cauza este o combinaţie a ambelor.

***Referinţe:***

1. Van ALPHEN, M.M. et al. Repopulation of the seminiferous epithelium of the rhesus monkey after X irradiation. In: *Radiation Research*,1988, vol. 113, pp. 487-500.
2. WEINBAUER, G.F. et al. Physiology of testicular function. In: *Andrology: Male Reproductive Health and Dysfunction*, 3rd ed., 2010, pp. 11-59.
3. ALMEIDA, S. et al. Fertility and sperm quality in the aging male. In: *Current Pharmaceutical Design*, 2017, vol. 23, pp. 4429-4437.
4. PAOLI, D. et al. Cytological and molecular aspects of the ageing sperm. In: *Human Reproduction*, 2019, vol. 34, pp. 218-227.
5. LAURENTINO, S. et al. A germ cell-specific ageing pattern in otherwise healthy men. In: *Aging Cell*, 2020, vol. 19(10), e13242, 10 p.
6. POHL, E. et al. Ageing in men with normal spermatogenesis alters spermatogonial dynamics and nuclear morphology in Sertoli cells. In: *Andrology*, 2019, vol. 7, pp. 827-839.
7. MULARONI, V. et al. Age-related changes in human Leydig cell status. In: *Human Reproduction*, 2020, vol. 35, pp. 2663-2676.
8. WANG, Y. et al. Steroidogenesis in Leydig cells: effects of aging and environmental factors. In: *Reproduction*, 2017, vol. 154, pp. 111-122.
9. SCHMID, N. et al. Insights into replicative senescence of human testicular peritubular cells. In: *Scientific Reports*, 2019, vol. 9, nr. art. 15052. 14 p.
10. GIANNESSI, F. et al. Ultrastructure of testicular macrophages in aging mice. In: *Journal of Morphology*, 2005, vol. 263, pp. 39-46.

# THE NECESSITY FOR MODERNIZATION OF THE ADAPTOGENIC CONCEPT ON THE BASIS OF COMBINING THE APPLICATION OF ADAPTOGENS WITH THE OPTIMIZATION OF THE LIFESTYLE

*Anatolie BACIU[1], Lyudmila LISTOPADOVA[2], Vasile FEDAS[1]*
*[1]Institute of Fiziology and Sanocreatology*
*[2]Moldova State University*
**CZU: 615.214:615.322:613.86**
*vasilefedash@gmail.com*

The development and implementation of a "healthy lifestyle" system must necessarily include a set of measures aimed at increasing the body's ability to adapt, which ultimately leads to high stress resistance and a low probability of pathology and death of the body. For thousands of years, people have been trying to defeat the disease, but they pay less attention to the problem of adaptation to living conditions. To enhance the adaptogenic effect of various exercises, it is proposed to combine them with the inclusion in the diet of miraculous plant products, called "adaptogens". "Adatogen" is a term that, according to the definition of Nikolai Vasilyevich Lazarev [1, 2], can be applied to plants that exert an action aimed "at increasing the non-specific resistance of the organism, its adaptability and stress resistance."

Doctor and scientific researcher N.V. Lazarev, working on the project, solved the problem of increasing the survival rate of military personnel in extreme conditions, the endurance of athletes, the working capacity and productivity of workers without the use of potentially dangerous psychotropic stimulants that cause a subsequent long depressive phase and harm to health. Initially, the search went in the direction of discovering plants containing miraculous chemical compounds. For example, one of these plants is *Eleutherococcus senticosus*, whose rhizomes contain glycosides (eleutheroside B; syringin; eleutheroside AM; fridilin and isofraxidin). *Rhodiola rosea* (“golden root, Rhodíola rósea) is known for its properties of inhibiting the growth and development of cancer cells. In addition, the idea of using effective drugs that could improve cognitive and physical activity of a person was developed during World War II for use by pilots and submarine crews [3-8]. The first publications of the results of a study of the stimulating and tonic properties of an extract from the *Schisandra chinensis* plant appeared in military journals [7, 8]. The results of V. Komarov (1895) naturalistic study of the Far East formed the basis of the three-volume work The Flora of Manchuria. A little later, another inquisitive explorer of the Far East, V. Arseniev in 1900-1930 after graduating from Infantry School and serving in the Warsaw Military District conducted 18 expeditions for a detailed study of Primorye, Priamurye, Kamchatka and the Okhotsk coast.

Having made a huge contribution to the development of the historical local history of the Far East, in his works and literary works translated into 36 languages of the World, V.K. Arseniev wrote about the importance of the “magic root of life” for

the life of the population of China, Korea and the Ussuriysk Territory of Russia, i.e. ginseng (*Panax ginseng*). Translated from the Chinese language, "zhen" is a person and "shen" is a body. In addition, it was found that various berries and seeds, which have long been used by Nanai hunters to quench thirst and hunger, prevent exhaustion and improve vision at night [9-12]. In 1950-60, the development of ideas on the use of adaptogenic herbal preparations to increase labor productivity and the ability to survive in extreme stressful conditions continued. The author of the adaptogenic concept, which proves the possibility of using certain chemical compounds of plant origin to "increase the body's nonspecific resistance under stress," is considered toxicologist N.V. Lazarev, who formulated it in 1947 [1, 2]. The adaptogenic concept is based on H. Selye's theory of the "general adaptation syndrome" [13]. In the early 1960s, the study of plants that have an adaptogenic effect became an independent field of biomedical science, and the copyright belongs to the Soviet scientific school. In the late 1960s I.I. Brekhman, N.V. Dardymov and N.K. Fruentov, continuing to develop the ideas of N.V. Lazarev, proclaimed that "adaptogens are safe agents that nonspecifically increase resistance to physically, chemically, biologically and psychologically harmful factors (stressors), providing a normalizing effect regardless of the pathological state" [14]. It is noteworthy that in the Soviet physiological school close attention was paid to the study of adaptation. Over the years, it has been possible to prove that adaptogens, in combination with exercises, make it possible to better adapt to heavy loads during preparation for and participation in the Olympic Games, in the course of the formation of military skills and flight into space, as well as to daily work activities.

The adaptogenic concept developed at the intersection of biomedical research areas. On the one hand, it is pharmacology based on the use of natural preparations, medicinal plants. On the other hand, the newly emerging teaching of G. Selye about the General Adaptation Syndrome or stress. The theory of stress quickly became popular because it provided a fundamental explanation for the body's non-specific reaction to the action of disturbing factors of any nature and that such a reaction can lead to the development of pathology, and even death. This means that a nonspecific stress response lies at the root of any pathology. How to "treat" a non-specific reaction if it is not a disease yet? For this, a system of balanced, coordinated adaptogenic effects on the body is urgently needed, which will prevent the onset of stress-induced morphological and functional disorders and prevent disease.

**Conclusions.** The use of plants of adaptogenic action is only an element of a whole system. In order for adaptogens to exert their effect, it is first necessary to induce a general adaptation syndrome in the body. An excellent model of the adaptation syndrome is the state of the body under the influence of physical, intellectual and psychoemotional efforts, which are sparing, positively motivated, and not exhausting and forced unmotivated. A modern person most often experiences social and emotional stress, which is difficult to dose, it is almost permanent in nature

and its action is directed to the higher nervous control centers. A typical consequence of the action of such a stressor is the pronounced manifestation of anxiety, frustration, depression and chronic fatigue. This syndrome is difficult to correct and stop. However, emotions are also a powerful adaptogen, but only positive emotions that provide modulation of higher regulatory activating centers, form motivation for action, stimulate the activity of centers of reward and satisfaction, etc.

***References:***

1. LAZAREV, N.V. General and specific in action of pharmacological agents. In: *Farmacol. Toxicol*. 1958, vol. 21, pp. 81-86.
2. LAZAREV, N.V., LJUBLINA, E.I., ROZIN, M.A. State of nonspecific resistance. In: *Patol. Fiziol. Experim. Terapia*. 1959, vol. 3, pp. 16-21.
3. DRAKE, K.V. On the pharmacology of Schizandra chinensis. In: *Farmakol. Toksikol*. 1942, vol. 5, pp. 32-36.
4. ASTANIN, Yu. P., et al. The study of phenamine and some other stimulants effect on sport running. In: *Farmakol. Toksikol.* 1943, vol. 6, pp. 60-65.
5. VARLAKOV, M.N. On the stimulating effect of Schizandra chinensis. In: *Pharmacia*. 1944, vol. 6, pp. 31-34.
6. YEFIMOV, V.V. et al. The effect of Schizandra-stimulant on nervous-muscular excitability in man. In: *Biul. Eksp. Biol. Med.* 1945, vol. 19, pp. 29-30.
7. ZHESTYANIKOV, V.D. Some data on the effect of the Far East Schizandra on the CNS. In: *Scientific Papers of 3rd Year Students of the Naval Medical School*. 1945, vol.3, pp. 24-29.
8. KARO, V.I. The ergographic study of Schizandra stimulating effect. In: *Scientific Papers of 3rd Year Students of the Naval Medical School*. 1945, vol. 3, pp. 30-33.
9. KOKHANOVA, A.N. et al. The effect of Schizandra on muscular fatigue in man. In: *Proceedings of the 4th Student Scientific Session of the Khabarovsk Medical Institute*; NECHAEV, S.K., Ed.; Ministry of Health of Russian Federation. Khabarovsk, USSR: Khabarovsk Medical Institute, 1950, pp. 85-89.
10. FIL’KIN, A.M. About Schizandra chinensis (historical-literary information). In: *Aptechn. Delo*, 1952, vol. 2, pp. 46-48.
11. ZEMLINSKIJ, S.E. Schizandra chinensis (Turcz.) Baill. In: *Lekarstvennye Rasitenija USSR*. 3rd ed.; ZEMLINSKIJ, S.E., Ed.; Moscow, USSR: Medgiz, 1958, pp. 57-61.
12. GAMMERMAN, A.F. et al. In: *Medicianl Plants*. 2nd ed. Moscow, USSR: Visshaya schkola, 1975, pp. 142-143.
13. SELYE, H. *Stress*. Montreal: Acta. Medical. Publisher, 1950.
14. BREKHMAN, I.I. et al. New substances of plant origin which increase nonspecific resistance. In: *Ann. Rev. Pharmacol*. 1968, vol. 8, pp. 419-430.

# ACŢIUNEA MODULUI DE COLONIZARE A TUBULUI DIGESTIV CU STREPTOCOCI INTESTINALI ASUPRA PROCESULUI DE MENŢINERE AL NIVELULUI LOR OPTIM

*Victoria BOGDAN, Mariana CIOCHINĂ, Lilia POLEACOVA*
*Institutul de Fiziologie şi Sanocreatologie*
**CZU: [612.336 + 616.34.002.7]:579.86**
***victoriabogdan@gmail.com*, *mciochina@mail.ru*, *bostan-lilia@mail.ru***

Se cunoaşte faptul că procesul de colonizare a tubului digestiv se iniţiază imediat după naştere [1], iar indicii lor cantitativi şi calitativi sunt specifici vârstei şi statusului sănătăţii organismului [2]. Se menţionează că indicii nominalizaţi permanent se găsesc în funcţie de influenţa factorului alimentar [3]. În cercetările precedente s-a constatat că majoritatea acestor bacterii colonizează tubul digestiv uman şi animal, aparţinând familiei *Streptococcaceae* cu genurile *Lactococcus, Streptococcus* şi *Enterococcus* [4]. Microorganismele acestor genuri, sunt utilizate pe scară largă pentru fabricarea produselor lactate fermentate [5], care sunt foarte valoroase pentru nutriţia umană [6], deoarece au şi proprietăţi probiotice [7]. La baza acestor afirmaţii este efectul lor pozitiv, deoarece au caracteristici specifice şi proprietăţi benefice asupra organismului [8]. În special, acestea suprimă creşterea bacteriilor patogene, se ataşează intens la celulele epiteliale ale tractului digestiv, sintetizează substanţe biologic active etc. [9]. În prezent, se crede că fiind reprezentanţi ai microbiotei tractului digestiv, astfel de bacterii asigură prevenirea şi tratamentul tulburărilor sistemului digestiv, nervos, endocrin şi al altor sisteme, precum şi menţinerea sănătăţii organismului la un nivel optim [10].

Experimental, s-au izolat culturi pure de streptococi din conţinutul intestinal al copiilor de diferite vârste. Ca rezultat, s-a stabilit că microorganismele familiei *Streptococcaceae*, izolate din conţinutul intestinal uman, se refereau la trei genuri: *Enterococcus* (74,17%), *Lactococcus* (13,18%) şi *Streptococcus* (12,63%).

Am determinat incidenţa streptococilor izolaţi de la copii cu vârstă de 1; 2; 3; 5; 7; 10; 12 şi 16 ani la care regimul alimentar a inclus produse lactate (lapte proaspăt, lapte covăsit, iaurt, smântână, brânzeturi proaspete, dulci şi glazurate).

*Tabel*

Apartenenţa de gen a microorganismelor în formă de coci izolate din conţinutul intestinal al copiilor de diversă vârstă

| Vârsta, ani | Cantitatea totală de tulpini supusă cercetărilor | Apartenenţa de gen | Cantitatea tulpinilor izolate | Cota, % |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 75 | *Lactococcus* | 35 | 46,66 |
| | | *Streptococcus* | 26 | 34,66 |
| | | *Enterococcus* | 14 | 18,66 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2 | 83 | *Lactococcus*<br>*Streptococcus*<br>*Enterococcus* | 39<br>28<br>16 | 46,98<br>37,73<br>19,27 |
| 3 | 95 | *Lactococcus*<br>*Streptococcus*<br>*Enterococcus* | 44<br>30<br>21 | 46,31<br>31,57<br>22,10 |
| 5 | 110 | *Lactococcus*<br>*Streptococcus*<br>*Enterococcus* | 31<br>37<br>42 | 28,18<br>36,63<br>38,18 |
| 7 | 112 | *Lactococcus*<br>*Streptococcus*<br>*Enterococcus* | 27<br>38<br>47 | 24,10<br>33,92<br>41,96 |
| 10 | 114 | *Lactococcus*<br>*Streptococcus*<br>*Enterococcus* | 23<br>42<br>49 | 20,17<br>36,84<br>42,98 |
| 12 | 121 | *Lactococcus*<br>*Streptococcus*<br>*Enterococcus* | 20<br>47<br>54 | 16,52<br>38,84<br>44,62 |
| 16 | 124 | *Lactococcus*<br>*Streptococcus*<br>*Enterococcus* | 17<br>49<br>58 | 13,70<br>39,51<br>46,77 |

Analizând datele Tabelului, putem afirma că la copiii de vârsta 1 şi 2 ani lactococii puţin au avansat în cantitate, apoi spre vârsta de 16 ani microorganismele genului *Lactococcus* au diminuat treptat, atingând cota procentuală de numai 13,70% faţă de 46,31% la cei de 3 ani. Concomitent, trebuie de menţionat creşterea cotei numerice a enterococilor de la 18,66% până la 46,77%, respectiv vârstelor de 1 şi 16 ani. În acelaşi timp, valoarea numerică a streptococilor a demonstrat caracterul labil confirmat prin faptul că de la vârsta de un an cota lor s-a mărit, de la 3 ani ea a început să scadă, iar de la 5, apoi să crească treptat (de la 36,63 până la 39,51%). De aceea indicii în cauză au stat la baza definitivării importanţei şi recomandării lor spre includere în componenţa unor preparate cu destinaţie probiotică în scopul menţinerii echilibrului microbian optim, imunităţii şi sănătăţii macroorganismului.

***Referinţe:***

1. MIHU, I., JOSAN, T., CERNOPINSCHI, N., PÎNZARI, V. Probioticele în maladiile gastrointestinale la copii. În: *Gastroenterologie,* 2017, vol. 4, nr. 74, pp. 61-66.
2. VELCIU, A., TIMOŞCO, M., CIOCHINĂ, V. Reconstituirea bacteriocenozei intestinale la copii. În: *Bul. AŞM. Ştiinţele vieţii,* 2013, vol. 3, no. 321, pp. 13-18,
3. STRUTINSCHI, T., TIMOŞCO, M., VELCIU, A., BOGDAN, V., STROCOVA, V. Impactul raţiilor alimentare în procesul de multiplicare şi dezvoltare a unor reprezentanţi ai bacteriocenozei intestinale. În: *Stud. Univ. Seria „Ştiinţe reale şi ale naturii”,* May 2016, vol. 1(91), pp. 21-27.
4. BOGDAN, V. Incidența streptococilor intestinali şi rolul lor în sănătătea organismului. În: *Bul. AŞM. Ştiinţele vieţii,* 2016, vol. 3, nr. 333, pp. 59-64.
5. DURABILĂ, M.E., MALSCHI, D. În: *Ecofiziologie şi Microbiologie*, 2009. 634 p.
6. THURSBY, E., JUGE, N. Introduction to the human gut microbiota. In: *Biochem. J.*, 2017, vol. 474, no. 11, pp. 1823-1836.

7. FIJAN, S. Microorganisms with claimed probiotic properties: An overview of recent literature. In: *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 05-May-2014, vol. 11, no. 5. Molecular Diversity Preservation International, pp. 4745-4767.
8. PANDEY, K.R., NAIK, S.R., VAKIL, B.V. Probiotics, prebiotics and synbiotics – a review. In: *Journal of Food Science and Technology*, 2015, vol. 52, no. 12. pp. 7577-7587.
9. SÁNCHEZ, B., DELGADO, S., BLANCO-MÍGUEZ, A., LOURENÇO, A., GUEIMONDE, M., MARGOLLES, A. Probiotics, gut microbiota, and their influence on host health and disease. In: *Molecular Nutrition and Food Research*, 2017, vol. 61, no.1.
10. DOMINGUEZ-BELLO, M.G., GODOY-VITORINO, F., KNIGHT, R., BLASER, M.J. Role of the microbiome in human development. In: *Gut*, 2019, vol. 68, no. 6.

# CARCINOM CU CELULE SCUAMOASE ALE CAPULUI ŞI GÂTULUI HPV$^{+}$ ŞI HPV$^{-}$ PRIN ANALIZA MICROMEDIULUI TUMORAL. STRATEGII DE REDUCERE A DAUNEI

*Dumitru BRÎNZA*
*Institutul Oncologic din Republica Moldova*
**CZU: 616-006-6-076 + 577.2** ***bdik2222@gmail.com***

**Introducere.** Aproximativ 90% din cancerele de cap şi gât sunt carcinoame cu celule scuamoase [1, 2]. Carcinoamele cu celule scuamoase (SCC) reprezintă tumoarea malignă frecventă a cavităţii bucale, fiind responsabile pentru un număr mare de decese cauzate de cancer la nivel mondial [3]. În Europa de Vest, majoritatea carcinoamelor scuamoase de cap şi gât (HNSCC) au ca factori etiologici alcoolul şi tutunul (pentru cancerul oral), dar infectarea cu virusuri papiloma uman (HPV) cu risc sporit este, de asemenea, considerată un factor etiologic important, în special, pentru orofaringe [4-5]. În prezent, majoritatea cancerelor de cap şi gât sunt prezente cu metastaze ganglionare avansate regional în momentul diagnosticării. De multe ori, pacienţii beneficiază de opţiunile standard de tratament: chirurgie, radioterapie, chimioterapie sau o combinaţie a acestor intervenţii, dar 40-60% dintre pacienţii trataţi se confruntă cu recurenţă şi nu reacţionează la intervenţiile terapeutice ulterioare [6].

**Discuţii.** Scopul acestei analize este de a prezenta rolul şi efectul celulelor noncanceroase şi încrucişării lor cu celulele canceroase. Virusurile papiloma uman (HPV) se pot manifesta ca leziuni benigne pe piele şi pe membranele mucoase şi pot cauza apariţia tumorilor maligne la om. HPV joacă un rol principal, dar nu unic, în carcinogeneza majorităţii tumorilor. Fumul de tutun conţine peste 7000 de substanţe chimice, dintre care cel puţin 69 cauzează cancer.

În fine, această analiză va arăta semnificaţia clinică a tuturor acestor factori în conformitate cu literatura actuală.

**Prezentare generală a micromediului tumoral.** Din punct de vedere genetic, carcinomul cu celule scuamoase de cap şi gât reprezintă un grup de tumori eterogene. Micromediul tumoral constituie un mediu interactiv, organizat şi dinamic în care celulele canceroase, precum şi numeroase structuri celulare şi biochimice există împreună, sunt în contact continuu şi interacţionează între ele [8]. Micromediul carcinoamelor cu celule scuamoase (TME) include limfocite, macrofage, celule dendritice, celule vasculare şi celule stromale.

Elementele celulare ale TME dezvoltă adesea fenotipuri anormale într-un răspuns agresiv la cancer. Modificările genetice în celulele carcinomatoase, cum ar fi modificările TP53, NOTCH1 şi profilurile specifice de exprimare a genelor, contribuie la dereglări în speciile reactive de oxigen (SRO) majorate în celulele canceroase şi ale micromediului, supraproducţia de citokine şi trecerea epitelial la mezenchimal [8].

**Contribuţiile celulelor stromale.** Pe lângă celulele tumorale, diverse componente stromale: celulare sau acelulare asigură promovarea şi menţinerea invaziei HNSCC. Depunerea proteinelor specifice ale matricei extracelulare (MEC) (colagen IV, colagen XVII, fibronectină şi laminină) creşte în cazul tumorilor HNSCC şi serveşte drept chemo-atractant pentru celulele HNSCC în diverse teste de invazie *in vitro* [9]. S-a demonstrat că, pe măsură ce tumorile HNSCC progresează spre boală metastatică, tipurile de celule nontumorale din stroma asociată joacă roluri directe şi indirecte în facilitarea invaziei HNSCC [10].

**Cancerul de cap şi gât (CCG) şi consumul de tutun, strategii de reducere a daunei.** Cancerul de cap şi gât este un grup eterogen de tumori, responsabil pentru peste 650.000 de cazuri şi 330.000 de decese pe an la nivel mondial, iar unul dintre cei mai importanţi factori etiologici este fumatul tutunului [11]. Mutagenitatea fumului de tutun nu poate fi exclusă complet ca factor de risc pentru CCG [12]. Fumul de tutun conţine peste 7.000 de substanţe chimice, dintre care cel puţin 69 cauzează cancer [13].

Potrivit *Cancer Research UK* [14], nicotina cauzează dependenţă, dar nu cauzează cancer. Cele mai multe daune cauzate sănătăţii de fumat se datorează gudronului şi altor substanţe chimice din fum, cum sunt benzo[a]pirenul, nitrozaminele specifice tutunului şi benzenul, care sunt cauzele principale ale bolilor asociate fumatului [15].

Sistemul electronic de livrare a nicotinei, precum THS (sistemul de încălzire a tutunului) devine din ce în ce mai popular în ultimii 3 ani pentru ţara noastră şi este considerat mai puţin dăunător decât produsele tradiţionale din tutun datorită conţinutului mai mic de compuşi toxici şi cancerigeni [16].

**Reducerea daunelor ca soluţie pentru fumătorii adulţi.** Reducerea daunelor se referă la o serie de strategii practice, care vizează diminuarea consecinţelor sociale şi fizice negative asociate comportamentelor umane deosebit de riscante. Politicile de reducere a daunelor sunt sprijinite de 84 de ţări din întreaga lume, 74 de ţări având prevederi explicite de susţinere a reducerii daunelor în politicile naţionale.

Cercetătorii investighează interacţiunea tumoare-stromă în cancerele de cap şi gât cu virusul papiloma uman cu risc sporit HPV+ şi HPV- în rândul pacienţilor diagnosticaţi cu HNSCC. Imunosupresia la HNSCC cu HPV+ este sporită semnificativ de infecţia virală, ceea ce poate explica de ce aceste tumori se dezvoltă preponderent în cadrul ţesutului imun al foliculilor limfoizi din amigdale, un loc anatomic, care ar trebui să favorizeze reacţia antitumorală imunologică [17]. Imunosupresia produsă de citokinele inflamatorii menţine infecţia latentă şi favorizează geneza tumorii, care este iniţiată atunci când ADN-ul viral se integrează în genomul gazdă şi cauzează instabilitate genomică. Odată infectate şi transformate de HPV, celulele tumorale activează mecanisme suplimentare pentru a evada din sistemul imunitar prin prevenirea expunerii antigenelor tumorale şi promovarea apoptozei limfocitelor T şi diminuarea celulelor NK [4]. Cunoştinţele noi în caracteristicile imunologice ale HNSCC cu $HPV^+$ şi $HPV^-$ pot îmbunătăţi strategiile terapeutice de direcţionare şi imunoterapie pentru diferite subtipuri de HNSCC.

**Concluzii.** Cercetările recente demonstrează că micromediul tumoral al HNSCC joacă un rol important în progresarea tumorii, agresivitate, procesul de metastază, pe lângă aberaţiile genetice şi modificările moleculare ale celulelor canceroase. Cercetările noi în compoziţia stromală a HNSCC pot fi utile în înţelegerea mecanismelor pentru diferite răspunsuri la terapie şi pot fi, de asemenea, utilizate ca ţintă în scopuri terapeutice. Fibroblastele asociate cancerului şi celulele imune, precum şi produsele acestora găsite în carcinomul cu celule scuamoase ale gâtului influenţează semnificativ proprietăţile biologice ale acestei tumori. Fumatul este unul dintre factorii de risc de apariţie a celor mai multe tumori asociate HPV. Promovarea renunţării la fumat trebuie să devină un factor esenţial în tratamentul cancerului în toate patologiile oncologice. În cazurile în care pacienţii nu pot renunţa complet la fumat cât mai curând posibil, medicii trebuie să aplice strategii de reducere a daunei – reducerea efectelor nocive ale tutunului.

***Referinţe:***

1. DITTMER, C., KATALINIC, A., MUNDHENKE. C., THILL, M., FISCHER, D. Epidemiology of vulvar and vaginal cancer in Germany. In: *Arch Gynecol Obstet*. 2011; 284(1):169-74. doi: 10.1007/s00404-011-1850-9.
2. OLIVA, M., SPREAFICO, A., TABERNA, M., ALEMANY, L., COBURN, B. Immune biomarkers of response to immune-checkpoint inhibitors in head and neck squamous cell carcinoma. In: *An Oncol.* 2019; 30(1):57-67. doi: 10.1093/annonc/mdy507.
3. FERLAY, J. et al. Cancer incidence and mortality worldwide: sources, methods and major patterns in GLOBOCAN 2012. In: *Int J Cancer*. 2015;136(5): E359-86. doi: 10.1002/ijc.29210.
4. LEWIS, M.P. et al. Tumor-derived TGF-β1 modulates myofibroblast differentiation and promotes HGF/SF-dependent invasion of squamous carcinoma cells. In: *Br J Cancer*. 2004; 90(4):822-832. doi: 10.1038/sj.bjc.6601611.
5. LJOKJEL, B. et al. The impact of HPV infection, smoking history, age and operability of the patient on disease-specific survival in a geographically defined cohort of patients with oropharyngeal squamous cell carcinoma. In: *Acta Otolaryngol*. 2014; 134(9):964-73. doi: 10.3109/00016489.2014.927590.
6. MARKOPOULOS, AK. Current aspects on oral squamous cell carcinoma. In: *Open Dent J*. 2012; 6:126-130. doi: 10.2174/1874210601206010126.
7. ALSAHAFI, E. et al. Clinical update on head and neck cancer: molecular biology and ongoing challenges. In: *Cell Death Dis*. 2019;10(8):540. doi: 10.1038/s41419-019-17699
8. HASSONA, Y. et al. Progression of genotype-specific oral cancer leads to senescence of cancer-associated fibroblasts and is mediated by oxidative stress and TGF-β. In: *Carcinogenesis*. 2013; 34(6):1286-1295. doi: 10.1093/carcin/bgt035.
9. IAMAROON, A. et al. Increase of mast cells and tumor angiogenesis in oral squamous cell carcinoma. In: *J. Oral Pathol*. 2003; 32(4):195-199. doi: 10.1034/j.1600-0714.2003.00128.x.
10. STEVEN, M.M., SCOTT, A.W. Tumor and stromal-based contributions to head and neck squamous cell carcinoma invasion. In: *Cancers*. 2015; 7(1):382-406. doi: 10.3390/ cancers7010382.
11. BRAY, F. ET AL. Global cancer statistics 2018:GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. In: *CA Cancer J. Clin.* 2018, 68, 394-424. [CrossRef]

12. WELZ, C. et al. Cytotoxic and Genotoxic Effects of Electronic Cigarette Liquids on Human Mucosal Tissue Cultures of the Oropharynx. In: *J. Environ. Pathol. Toxicol. Oncol*. 2016, 35, 343–354. [CrossRef]
13. Tobacco WHO Report - Tobacco (who.int)
14. Cancer Research UK. https://www.cancerresearchuk.org/about-cancer/causes-of-cancer/smoking-and-cancer/is-vaping-harmful
15. PHE - Vaping in England: an evidence update including vaping for smoking cessation, February 2021 (publishing.service.gov.uk)
16. SCHALLER, Jean-Pierre et al. Evaluation of the Tobacco Heating System 2.2. Part 2: Chemical composition, genotoxicity, cytotoxicity, and physical properties of the aerosol. In: *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, vol. 81, Supplement 2, 2016, Pages S27-S47, ISSN 0273-2300, https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2016.10.001.
17. GAGGIOLI, C. et al. Fibroblast-led collective invasion of carcinoma cells with differing roles for RhoGTPases in leading and following cells. In: *Nat Cell Biol*. 2007; 9(12):1392-1400. doi: 10.1038/ncb1658.

# ULTRASONOGRAFIA GLANDEI TIROIDE – UNA DIN METODELE DE PROFILAXIE ÎN DEPISTAREA OSTEOPOROZEI

*Anghela CEBOTARI*
*Institutul de Fiziologie și Sanocreatologie*
**CZU: 616.441-073:616.71-007.234-084** *angelica.cebotari9@gmail.com*

**Introducere.** Osteoporoza este o maladie a oaselor scheletului, sistematică, legată de dereglările activităţii osoase şi micşorarea masei cu alterarea microarhitecturii ţesutului osos şi ca urmare creşterea riscului de fracturi. Osteoporoza este definită de Organizația Mondială a Sănătății ca o scădere a densității minerale osoase cu mai mult de 2,5 deviații standard față de media persoanelor tinere de același sex. Numele bolii provine din latină şi înseamnă „os poros”. Ţesutul osos este un ţesut viu, în care are loc permanent atât depunere de os, cât şi pierdere de os. După vârsta de 35 de ani, pierderea de os depăşeşte depunerea. Când acest proces este accelerat, oasele devin tot mai fragile şi structura lor se aseamănă tot mai mult cu a unui burete cu găuri mari în interior [1].

Cercetările efectuate de mai mulţi autori arată că osteoporoza nu este specifică numai pentru vârsta a treia, ci şi pentru pacienţii mult mai tineri. Începând cu vârsta de 35-40 de ani, se produc schimbări în oase, dar de multe ori, sub acţiunea diferiţilor factori, aceste distrucții se produc mult mai devreme [2]. Se cunosc trei forme de gravitate a osteoporozei: 1) osteopenia; 2) osteoporoza; 3) osteoporoza manifestată sau complicată prin fracturi de fragilitate asociate [3]. Boala evoluează timp îndelungat, fără semne clinice debutând prin apariţia complicaţiilor fracturii, asociate cu dureri cronice, deformaţii şi impotent funcţional. Osteoporoza afectează mai frecvent încheietura mâinii, şoldul, coloana vertebrală [3]. Motivele osteoporozei sunt: alimentația iraţională cu conţinut de Ca şi vitamina D; activitatea fizică; abuz de alcool şi fumatul; menopauza; dereglari de ciclu menstrual; factorul genetic; vârsta după 70 de ani; afecţiunile glandei tiroide etc. [4].

Una din metodele de apreciere a conţinutului mineral osos este densitometria. Această metodă este neinvazivă, cu ajutorul careia se măsoară densitatea oaselor, care se bazează pe măsurarea dispersării vitezei undei ultra pe os. Rezultatul reflectă elasticitatea, densitatea şi microarhitectura ţesutului osos [3]. Altă metodă pentru investigaţia osteoporozei este rentgenografia, cu ajutorul căreia se poate depista maladia, unde ţesutul osos a pierdut mai mult de 20%, precum şi metoda analizei biochimice, care arată viteza proceselor metabolice în oase [3].

Cercetările științifice constată că un rol important îl joacă hormonii tiroidieni. Ei activează procesele eritropoiezei în măduva osoasă. De asemenea, hormonii tiroidieni iau parte în schimbul de apă, acţionează la creşterea şi dezvoltarea organismului. Ei măresc întrebuinţarea de $O_2$ în ţesuturi, mărirea şi puterea contracţiilor cordului, măresc mişcarea activă, temperatura corpului, nivelul schimbului de substanţe etc.

[5]. Tireocalcitonina este hormonul care mai mult acţionează asupra proceselor din oase, scade conţinutul de Ca şi fosfat în plasma sângelui. De asemenea, stimulează înmulţirea şi activitatea funcţională a osteoblastelor, totodată frânează activitatea funcţională a osteoclastelor şi proceselor de resorbţii în oase. Tireocalcitonina ia parte şi la reglarea schimbului de fosfor şi calciu în organism, la echilibrul de activitate a osteoclastelor şi osteoblastelor [6].

Maladiile tiroidiene provoacă diferite simptome clinice, precum şi diferite complicaţii şi dereglări ale diferitelor organe şi sisteme. La copii şi adolescenţi, maladiile tiroidiene afectează, în primul rând, dezvoltarea şi creşterea normală a organismului. Pacienţii sunt predispuşi la formare de calculi, chiar în vârstă fragedă, fragilitatea oaselor şi alte dereglări. Femeile, care au probleme cu glanda tiroidă, au dereglări ale ciclului menstrual, menopauză precoce, chisturi sau polichistoza ovariană, mastopatia sau fibromastopatia glandelor mamare, miom uterin, obezitate, diabet zaharat, formare de calculi ai colecistului şi ai rinichilor, osteoporoza, dereglări ale sistemului nervos, cardiovascular şi altele. La bărbaţi, maladiile glandei tiroide se întâlnesc mai rar, dar complicaţiile acestor maladii sunt aceleaşi (cu excepţia adenomului de prostată) [6]. Deci, pornind de la activitatea directă a hormonilor tiroidieni în procesul de osteoporoză, scopul acestui studiu a fost investigarea raportului (frecvenţei) îmbolnavirilor de osteoporoză pe fundalul maladiilor glandei tiroide.

**Materiale și metode.** Pentru studiu au fost formate şi investigate două grupuri de subiecți (pacienţi) de ambele sexe şi vârstă, cu maladii tiroidiene mai frecvent întâlnite (guşe difuze, tiroidite autoimune, tiroidite cu diferite formaţiuni) şi două grupuri cu osteoporoză de gradele 1, 2 şi 3. Maladiile glandei tiroide au fost investigate prin metoda de ultrasonografie care este o metodă contemporană, neinvazivă, rapidă, necostisitoare, practic neavând contraindicaţii la copii, gravide și vârstnici. Această metodă duce la depistarea oricărei devieri de la normă și a oricărei schimbări (dimensiune, contur, structură a ţesutului, formaţiune) în evoluția maladiei.

**Rezultate și discuții.** Rezultatele cercetărilor sunt prezentate în Tabelele 1 și 2.

Conform datelor prezentate în Tabelul 1, din primul grup cu fond normal au fost depistaţi patru pacienţi (13%). Aproximativ 86% din pacienţii cu maladii ale glandei tiroide suferă de osteoporoză: cu vârsta de 25-45 de ani: 53,34% – gr. 1 şi 33% – gr. 2. Din grupul al doilea, cu vârsta de 46-65 de ani: 43% – gr. 1; 40% – gr. 2; 16% – gr. 3.

*Tabelul 1*

Depistarea osteoporozei la pacienţii cu maladii tiroidiene

| Nr. subiecți | Vârsta | Maladii tiroidiene | Osteoporoză | % |
|---|---|---|---|---|
| 30 de pacienţi | 25-45 de ani | gușă difuză – 15 | Norma – 4 | 13,34 |
| | | tiroidită autoimună – 9 | gr. 1 – 16 | 53,34 |
| | | cu noduli – 6 | gr. 2 – 10 | 33,34 |
| 30 de pacienţi | 46-65 de ani | gușă difuză – 9 | gr. 1 – 13 | 43,34 |
| | | tiroidită autoimună – 13 | gr. 2 – 12 | 40,00 |
| | | cu noduli – 8 | gr. 3 – 5 | 16,67 |

Aşadar, subiecții (pacienţii) cu maladii ale glandei tiroide prezintă un risc mare pentru a face osteoporoză. Astfel, se recomandă ca pacienţii din grupul dat să fie investigaţi obligatoriu şi pentru osteoporoză, iar pacienţii ce atestă osteoporoză să investigheze glanda tiroidă, deoarece este mult mai ușor de a preveni şi trata osteoporoza de gr. 1 şi gr. 2 decât cea de gr. 3.

*Tabelul 2*

Depistarea maladiilor tiroidiene la pacienţii cu osteoporoză

| Nr. subiecți | Vârsta | Osteoporoză | Maladii tiroidene | % |
|---|---|---|---|---|
| 30 de pacienți | 25-45 de ani | Norma – 3 | gușă difuză – 17 | 56,67 |
| | | gr. 1 – 15 | tiroidită autoimună – 10 | 33,34 |
| | | gr. 2 – 12 | cu noduli – 3 | 10,00 |
| 30 de pacienți | 46-65 de ani | gr. 1 – 15 | gușă difuză – 12 | 40,00 |
| | | gr. 2 – 11 | tiroidită autoimună – 13 | 43,34 |
| | | gr. 3 – 4 | cu noduli – 5 | 16,67 |

Din datele prezentate în Tabelul 2 rezultă că 33% din pacienţii de 25-45 ani cu osteoporoză de gr. 1 suferă de maladii ale glandei tiroide, 10% – de gr. 2. La pacienții cu vârsta de la 46-65 de ani, 40% suferă de osteoporoză de gr. 1; 43% – de gr. 2; 17% – de gr. 3.

**Concluzii:**

1. S-a constatat că dintre pacienţii cu maladii ale glandei tiroide, mai ales femeile, suferă de diferit grad de osteoporoză. Și invers, pacienţii cu osteoporoză au maladii tiroidiene. Astfel, unul din factorii de risc ai osteoporozei sunt maladiile glandei tiroide.

2. Pentru profilaxia, depistarea precoce şi tratamentul osteoporozei, precum şi monitorizarea pacienţilor, în afară de metodele – rentgenografia, densitometria, analizele biochimice, se poate folosi şi metoda de ultrasonografie a glandei tiroide, fiind una din cele mai rapide metode de profilaxie și selectare a pacienţilor care se află în grupul de risc.

3. Paralel cu examenul ultrasonografic, acestor categorii de subiecți (bolnavi) li se poate efectua osteodensitometria, cu analiza comparativă a ambelor rezultate de investigații.

***Referințe:***

1. Consensus Development Conference (1993) Diagnosis, prophylaxis and treatment of osteoporosis. In: *Am J. Med*. 94, pp. 646-650.
2. ORWOLL, E.S., KLEIN, R.F. Osteoporosis in men. In: *Endocr Rev.* 1995, no.16, p. 87.
3. BAUER, S. Osteoporosis. In: *J. Physiother*. 2012, no.58 (4), pp. 275-284.
4. GREENE, D.A. NAUGHTON, G.A., Calcium and vitamin – D suplementation on bone structural properties in peripubertal female identical twins: a randomised controlled trial. In: *Osteoporos Int*. 2011, no.22, pp. 489-498.
5. SAULEA, A., TACHE, S. *Fiziologia sistemului endocrin*. Cluj-Napoca: RISOPRINT, 2015. 242 p. ISBN 978-973-53-1666-2.
6. LAKATOS, P., FOLDES, J., HORVATH, C. et al. Serum interleukin-6 and bone metabolism in patients with thyroid function disorders. In: *J. Clin. Endocrinol. Metab*. 1997, no.82, p. 78.

# EVALUAREA PARAMETRILOR BIOCHIMICI LA ÎNOTĂTORII DE PERFORMANȚĂ ÎN TIMPUL PARCURGERII DISTANȚEI DE ÎNOT

*Inga DELEU, Ecaterina ERHAN, Irina DELIPOVICI*
*Universitatea de Stat de Educație Fizică și Sport*
**CZU: 612.1.015:797.2.015**
***deleu.i@mail.ru*, *lica.erhan@mail.ru*,**
***delipovici.irina@mail.ru***

***Actualitate.*** Înotul, ca probă sportivă de rezistență, influențează prielnic asupra tuturor funcțiilor fundamentale ale organismului, principalul beneficiar fiind sistemul cardio-respirator, și anume, fortifică funcționalitatea atriilor și ventriculelor, sporește volumul cardiac, mărește elasticitatea vaselor sangvine, astfel îmbunătățind circulația sangvină. Proba de înot favorizează mișcările de inspirație, iar în procesul de expirație este solicitată diafragma și musculatura abdominală, deci se mărește capacitatea de respirație și ventilația pulmonară [2, 3, 5, 11].

Un interes deosebit antrenorii acordă caracteristicilor calitative, și nu cantitative ale antrenamentelor, și anume – caracteristicilor individuale ale dezvoltării biologice a sportivilor înotători, tempoului trecerii la un nivel mai ridicat de performanță și de aprovizionare energetică a eforturilor de antrenament și competiționale [6, 8].

Pornind de la performanțele actuale în înot, dar mai ales de la antrenamentul sportiv propriu-zis, care se desfășoară într-un mediu schimbat, trebuie admis faptul că atât din punct de vedere energogen, dar și biochimic, efortul se încadrează în tipul predominant aerob, cu profil de forță, în regim de rezistență. Predominarea aerobă crește cu atât mai mult, cu cât durata efortului este mai mare, de exemplu, la proba de 1500 m rata aerobă este estimată la 95-97% față de cea anaerobă [10, 12].

Cercetările biochimice stau la baza identificării și întocmirii anumitor metode și mijloace mai eficiente pentru: mărirea capacității fizice a sportivilor; corijarea efortului fizic și a odihnei; determinarea gradului de antrenament al sportivilor; studierea proceselor de adaptare a organismului la diverse eforturi musculare. Un rol esențial în aprecierea stării funcționale a organismului sportivului se acordă alegerii parametrilor biochimici testați. Parametrii selectați trebuie să fie maximal de informativi, sugestivi și necesită a fi într-o relație de interdependență cu rezultatele sportive [7, 9, 12].

Pronind de la informația expusă anterior, evidențiem **scopul cercetării**: aprecierea **nivelului de glucoză** și **acid lactic** în organismul sportivilor înotători în timpul parcurgerii distanței de înot pentru evaluarea capacității fizice, potențialului de mobilizare și adaptare a organismului la efortul fizic propus. Penrtu realizarea scopului cercetării, au fost elucidate următoarele **obiective**:

- estimarea nivelului de glucoză și acid lactic în organismul sportivilor înotători de performanță în stare de repaus;
- evaluarea nivelului de glucoză și acid lactic la sportivii înotători în timpul efortului de înot după parcurgerea distanței de 100 m; 400 m; 1000 m.

**Materiale și metode de cercetare.** Metodele biochimice de cercetare a stării funcționale a organismului înotătorilor capătă o mare importanță în analiza creșterii măiestriei înotătorilor și ele nu trebuie evitate, dar, din contra, în primul rând trebuie luate în considerare. La cercetare au participat 8 sportivi înotători de performanță (băieți și fete), cu vârsta cuprinsă între 16-19 ani, candidați și maeștri în sport. Pe parcursul acumulării datelor, au fost studiate informațiile despre anamneza sportivă a înotătorilor, dar și fixate rezultatele obținute până în momentul actual.

Nivelul de glucoză în sânge a fost determinat cu ajutorul glucometrului MAJOR II. O picătură de sânge luată din pulpa degetului în test strips-ul glucometrului, s-a expus examinării în timp de 2-3 minute şi rezultatul numeric a fost indicat pe ecranul glucometrului în mmol/l. Nivelul acidului lactic la înotătorii de performanță a fost determinat cu ajutorul aparatului Lactate SCOUT$^{+}$. Rezultatul obţinut este marcat pe ecranul Lactate SCOUT$^{+}$-ului în mmol/l.

**Rezultate și discuții.** Importanța testării indicilor biochimici, și anume, a glucozei și a acidului lactic în sânge este indispensabilă în cazul aprecierii funcționalității și rezistenței organismului la efortul de înot. Glucoza reprezintă furnizorul principal de energie, care susține activitatea celulară și combustibilul principal al mușchilor în timpul efortului fizic. Acest monozaharid rezultă din digestia carbohidraților și din conversia hepatică a glicogenului în glucoză. Indicele se menține la un nivel constant, și anume, în limitele 3,5-5,5 mmol/l, datorită mecanismelor reglatorii [9, 4, 5].

În urma procesului de oxidare anaerobă a glucozei se formează produsul metabolic – acidul lactic. Acest produs joacă un rol foarte important în apariția și instalarea oboselii musculare, atunci când are loc acumularea acidului la nivelul mușchilor. Concentrația acidului lactic în sânge (în normă) în stare de repaus este egală cu 1,0-1,5 mmol/l (15-30 mg%), iar în timpul efortului muscular intens conținutul lactatului crește. Scăderea remarcabilă a concentrației acidului lactic în sânge la efort muscular standard, în diferite etape ale antrenamentului sportiv, denotă faptul că s-a mărit gradul de antrenament, iar mărirea concentrației indicelui biochimic demonstrează o scădere a capacităților de antrenament ale sportivului dat [1, 7, 9, 12].

*Tabel*

Nivelul glucozei și al acidului lactic în organismul sportivilor înotători de performanță (repaus, 100 m, 400 m, 1000 m)

| **Nr. crt** | **Indicii biochimici (mmol/l)** | **Valorile glucozei și ale acidului lactic în organismul înotătorilor în stare de repaus și în timpul efortului de înot (mmol/l)** | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | **în stare de repaus (mmol/l)** | **100 m (mmol/l)** | **400 m (mmol/l)** | **1000 m (mmol/l)** |
| 1 | Glucoza | 5,0 ± 0,2 | 5,81 ± 0,18 | 5,48 ± 0,18 | 4,40 ± 0,30 |
| 2 | Acidul lactic | 1,56 ± 0,19 | 12,82 ± 0,16 | 9,42 ± 0,26 | 5,46 ± 0,27 |

Aprecierea nivelului de glucoză în sânge la sportivii înotători în stare de repaus, în medie a indicat norma, și anume, 5,0 mmol/l. Valorile acidului lactic în repaus de asemenea se încadrează în limitele normei și prezintă 1,56 mmol/l.

După parcurgerea distanței de 100 metri, nivelul glucozei în organismul sportivilor înotători a crescut în medie până la 5,81 mmol/l, ceea ce caracterizează mobilizarea intensă a glicogenului din ficat pentru a îndestula organismul cu energie.

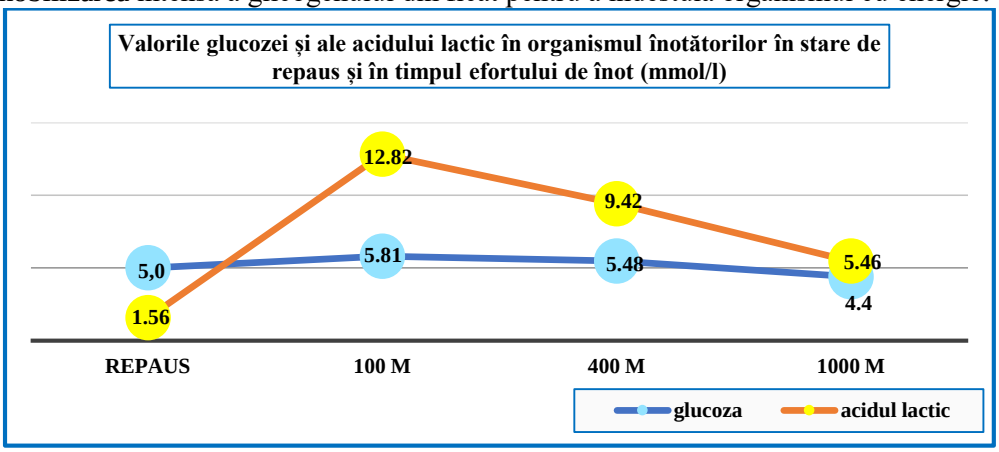



Fig. Nivelul glucozei și a acidului lactic
în organismul sportivilor înotători de performanță

Valorile acidului lactic în sânge după efectuarea efortului de înot 100 m a crescut vădit până la 12,82 mmol/l. Acest rezultat atestă despre parcurgerea distanței cu o intensitate majoră a efortului, în regim anaerob (alactacid și lactacid). Ulterior, în urma parcurgerii distanței de 400 m putem observa o scădere nesemnificativă a nivelului de glucoză până la 5,48 mmol/l, iar valoarea medie a acidului lactic de asemenea scade până la 9,42 mmol/l, ceea ce indică o capacitate înaltă de mobilizare a rezervelor funcționale ale organismului, mărirea cantității de oxigen cu trecerea lentă în regim aerob.

După traversarea distanței de 1000 m, se atestă iarăși o descreștere, dar deja semnificativă a nivelului de glucoză până la 4,40 mmol/l și a valorilor acidului lactic până la 5,46 mmol/l.

**Concluzii:**

**1.** Din rezultatele obținute în urma cercetării, putem concluziona că efortul de înot submaximal sau de scurtă durată (100 m) produce creșterea nivelului de glucoză în sânge ca rezultat al mobilizării intense a glicogenului din ficat pentru a îndestula organismul cu energia necesară. Majorarea bruscă a valorilor acidului lactic după 100 m de înot denotă traversarea distanței cu o intensitate majoră a efortului în regim anaerob (alactacid și lactacid).

**2.** După parcurgerea distanței de 400 metri, se manifestă o scădere nesemnificativă a nivelului de glucoză și al acidului lactic. Scăderea valorilor glucozei în sânge (5,48 mmol/l) indică faptul că rezervele de glicogen în ficat încep să se epuizeze în urma utilizării intense de către țesuturile organismului. Momentul

acidozei diminuează (9,42 mmol/l), astfel crește rezistența și adaptabilitatea organismului la efort.

**3.** Efortul de înot de lungă durată (1000 m) atestă tendința de scădere a nivelului de glucoză în sânge, ceea ce indică utilizarea lipidelor ca sursă energetică. Valorile acidului lactic (în urma parcurgerii distanței de 1000 m) de asemenea scad esențial până la 5,46 mmol/l, deci scade acidoza și se determină o capacitate înaltă de rezistență și adaptare la efortul fizic efectuat. Rezultatele obținute demonstrează potențial aerob considerabil al înotătorilor.

***Referințe:***

1. ADAM, E., DELIPOVICI, I. Acidul lactic, unul dintre cei mai importanţi indici biochimici utilizaţi în sport. În: *Conferinţa ştiinţifică internaţională studenţească* „*Probleme actuale ale teoriei şi practicii culturii fizice*”. Ed. a 13-a, 15 apr. 2009, pp.3-7. ISBN: 978-9975-68-119-3.
2. BOTNARENCO, F., RÎȘNEAC, B., ȘARPOV, T. *Înotul*. Chișinău: Lumina, 1991. 172 p.
3. CIRLĂ, L., JIVAN, I. *Înot.* București: Ed.Fundației „România de Mâine”, 1999. 213 p.
4. DELEU, I. Acțiunea antrenamentelor la altitudine asupra unor indici biochimici la înotătorii de performanță. În: *Materialele Congresului VII al fiziologilor din Republica Moldova „Fiziologia și sănătatea”,* 27-28 septembrie 2012, Chișinău, 2012, pp. 247-251. ISBN 978-9975-62-323-0.
5. DELEU, I. Aprecierea stării fizice a sportivilor înotători (băieți și fete) în baza unor parametri fiziologo – biochimici. În: *Studia Universitatis. Seria „Ştiinţe reale şi ale naturii”*, 2012, nr.1, pp. 119-124. ISSN 1857-1735.
6. DUMITRESCU, N., OPRIȘESCU, I. *Înotul*. București: Ed. Didactică și Pedagogică, 2001. 157 p.
7. ERHAN, E., DELEU, I. Monitorizarea nivelului de acid lactic al halterofililor de performanță. În: *Conferinţa ştiinţifică internaţională studenţească „Probleme actuale ale teoriei şi practicii culturii fizice*”. Ed. a 17-a, 16-17 mai 2013. Chișinău, pp. 88-91. ISBN 978-9975-4452-8-3.
8. MUREȘAN, E. *Curs de înot*. Ed. a 3-a. București: Ed. Fundației România de Mâine, 2007. 218 p. ISBN 973-582-512-0.
9. VAJALĂ, G. *Curs de biochimia efortului*. București: Ed. Fundației România de Mâine, 1996. 152 p. ISBN 973-9202-71-3.
10. ПОБУРНЫЙ, П.В., СОЛОНЕНКО, Г.С., ЕРХАН, Е.С. Исследование показателей подготовленности пловцов высокой квалификации в соревновательном периоде, определяющих долговременную адаптацию их организма в условиях полового диморфизма. În: *Conferinţa ştiinţifică internaţională studenţească ”Probleme actuale ale teoriei şi practicii culturii fizice”*. Chișinău, 2011, vol.1, pp. 412-415. ISBN 978-9975-4202-1-1.
11. РАЕВСКИЙ, Р.Т., ПЕТЕЛЬКАКИ, В.Ф. *Плавание*. Одесса: Наука и техника, 2005. 321 с.
12. ЯНСЕН, П. *ЧСС, лактат и тренировки на выносливость*. Мурманск: Тулома, 2012. 150 с.

# STRESUL PSIHIC ŞI ACTIVITATEA SPORTIVĂ

*Eugeniu DUDNIC, Natalia DUDNIC*
**CZU: 159.944.4:796.015.8**
edudnic1973@gmail.com,
ndudnic1983@gmail.com

**Introducere.** Supraîncordările succesive în activitatea sportivă, neurmate de refacerea energetică completă (fizică şi psihică), conduc la stres. Stările de stres se caracterizează prin faptul că reacţiile psihice şi fiziologice nu sunt integral specifice, iar indicii comportamentali nu reflectă complet tensiunea psihică şi fizică.

După M. Golu, stresul este o stare de tensiune, încordare, disconfort, determinată de agenţi afectogeni cu semnificaţie negativă (sau pozitivă, în cazul eustresului), de frustrare sau reprimare a unor motivaţii (trebuinţe, dorinţe, aspiraţii, inclusiv subsolicitarea), de dificultatea sau imposibilitatea rezolvării unor probleme. Au existat autori (de ex., Zander), care în paralel cu conceptul de „stres" – au utilizat conceptul de „străin" care desemnează modificările durabile ale organismului determinate de stresori (analoge cu deformarea corpurilor sub efectul unei presiuni externe – termen preluat din tehnică) [1, p.68].

În afara sublinierii dihotomiei semnificaţiei puternice pentru organism a agenţilor stresori negativi şi pozitivi, sunt reprezentate de includerea în rândul situaţiilor generatoare de stres a suprasolicitării cognitive-afective şi voliţionale şi a efectelor unor agenţi fizici, chimici şi biologici, toţi aceşti stimuli nonpsihologici producând – în ultimă instanţă – un stres psihic secundar. Un individ stresat trece prin reacţii specifice de alarmă, rezistenţă şi epuizare.

O definiţie sintetică a stresului general este cea dată de A. von Eiff: reacţie psihofizică a organismului, generată de agenţi stresori ce acţionează pe calea organelor de simţ asupra creierului, punându-se în mişcare – datorită legăturilor cortico-limbice cu hipotalamusul – un şir întreg de reacţii neurovegetative şi endocrine, cu răsunet asupra întregului organism. Lazarus şi Folkman definesc stresul drept un efort cognitiv şi comportamental, cu exprimare afectivă pregnantă, de a reduce, stăpâni sau tolera solicitările externe sau interne care depăşesc resursele personale [2, p.53].

**Principalii factori de stres în activitatea sportivă sunt:**

1. factorii fizici: zgomote, temperatură ridicată sau scăzută, precipitaţii, altitudine;

2. factorii specifici activităţii sportive:

- învingerea excitanţilor puternici şi neobişnuiţi care provoacă inhibiţia externă;
- acţiunile musculare intense, de scurtă durată, cu consum mare de energie;
- încordările musculare de lungă durată;
- acţiunile complexe care solicită capacitatea de diferenţiere;

- acţiunea în care condiţiile foarte variabile ale situaţiilor reclamă capacitatea de apreciere şi decizie;
- concursul sportiv devine stresant prin: însemnătatea absolută sau relativă a competiţiei, frecvenţa participării, valoarea adversarului, condiţiile de organizare, particularităţile arbitrajului, atitudinea spectatorilor în sensul în care influenţează negativ psihicul sportivului;
- antrenamentul şi condiţiile psihosociale: antrenamentele sunt cu atât mai dure cu cât pregătirea şi aspiraţiile sunt mai înalte; ele sunt stresante prin frecvenţă, lipsă de varietate, solicitare fizică şi psihică în raport cu pregătirea propriu-zisă, respectarea regimului de lucru şi de viaţă, natura relaţiilor interindividuale nefavorabile, durata prea mare şi în condiţii de izolare a perioadelor de pregătire dinaintea marilor competiţii.

3. factori psihici:

- stările emoţionale create de apropierea concursului în care sportivul întrezăreşte posibilitatea afirmării sau eventualitatea eşecului;
- suprasolicitările de ordin intelectual în rezolvarea situaţiilor în alegerea şi modificarea strategiilor.

Tensiunea psihică oscilează, trecând de la stări depresive, de insuficienţă, de agitaţie la stări de excitaţie, entuziasm, inspiraţie, extaz. Apar şi stări conflictuale între tendinţele sportivului şi posibilităţile de realizare, între aspiraţia către performanţă şi tendinţa instinctivă de apărare, de evitare a insuccesului, a durerii, a accidentelor, între dorinţa de afirmare personală şi interesele grupului.

**Barierele psihice.** Capacitatea de performanţă se fixează la un anumit nivel a cărui depăşire prezintă, îndeosebi, dificultăţi subiective, de hotărâre, încredere, convingere. Adesea bariera subiectivă este inconştientă, constituindu-se în timp, fie din însumarea unor eşecuri repetate, fie din acceptarea unor idei nestimulative. În sport, barierele pot fi concepute ca:

• limite ale unui nivel de performanţă încă neatins, de exemplu, graniţa de 8,90 m la săritura în lungime

• limite ale performanţei stabilite de un anumit sportiv care nu se poate depăşi pe sine; este vorba de fixarea nivelului de aspiraţie, chiar şi inconştient.

Barierele psihice sunt dublu condiţionate: social şi individual. Din punct de vedere social, sunt determinate de influenţa opiniei grupului, iar individual, barierele se constituie din multitudinea factorilor limitativi care conduc, prin repetare, la formarea unei atitudini subiective de neîncredere, de teamă. Barierele psihice din stările-limită nu sunt numai afectiv-motivaţionale sau motrice, ci şi intelectuale. Lipsa de imaginaţie şi creativitate acţionează ca un obstacol pe care individul nu-l trece decât foarte greu, prin intermediul elementelor de tip stimulativ-activativ: sugestia încurajatoare, motivaţia, restructurări cognitive, reglări ale nivelului afectivităţii, restructurări în tehnică şi tactică [3, p.145].

Epuizarea a fost definită ca o pierdere progresivă a entuziasmului, a energiei şi scopului. Pierderea energiei fizice şi emoţionale poate fi însoţită de atitudini negative, de

convingerea diminuării performanţei, pierderea interesului, tendinţa de retragere sau renunţare. Legea diminuării performanţei: ameliorările într-un anumit sport sunt notabile în stadiile timpurii ale învăţării, scăzând după ce se atinge un nivel înalt de performanţă.

Indiferent de preţul adaptării în plan somatic ori psihic, stresul psihic lasă în urma lui două posibile modificări ale stării sistemului reprezentat de întregul organism:

- creşterea rezistenţei faţă de solicitări ulterioare identice sau similare cu aceea care l-a generat, în caz că subiectul a dominat, deşi stresat, situaţia inductoare a stresului psihic se realizează un veritabil antrenament faţă de suprasolicitări psihice în circumstanţe potenţiale similare;
- apariţia unei adevărate vulnerabilităţi faţă de stres ce reprezintă o capacitate a subiectului de a intra în stres mult mai uşor, la acţiunea aceloraşi agenţi stresori care i-au produs stresul psihic iniţial, în cazul în care acesta s-a soldat cu un eşec adaptativ: subiectul nu a reuşit să găsească cel mai potrivit răspuns faţă de situaţie sau consecinţele ei au fost nocive [4, p.92].

**Concluzii.** Multitudinea de agenţi stresori au o natură variată în activitatea sportivă determinând situaţii stresante polimorfe, cum este, de exemplu, desfăşurarea unei activităţi într-un ritm neadecvat cu perturbări senzoriale şi cu o durată prelungită pe fondul unei stări afective negative. În această situaţie, reevaluarea problemei este o strategie utilizată în combaterea acestui tip de stres. Ea constă în reducerea diferenţei percepute iniţial de subiect între gradul de ameninţare şi propriile resurse, fapt ce ajută la perceperea situaţiei ca fiind mai tolerabilă, reinterpretare pozitivă.

Stresul psihic este deci o reacţie de adaptare stridentă, la o constelaţie de factori, configurând o situaţie care solicită structurile reglatoare cele mai înalte ale psihicului, ameninţând să deregleze activitatea, fapt cu consecinţe inevitabile, potenţial nocive, asupra tuturor compartimentelor din subordine.

***Referinţe:***

1. EPURAN, M., HOLDEVICI, I., TONIŢA, F. *Psihologia sportului de performanţă: teorie şi practică*. Bucureşti: FEST, 2001, pp. 68-70.
2. HOLDEVICI, I. *Tratat de psihoterapie cognitiv-comportamentală*. Bucureşti: Ed. Trei, 2009.
3. HOLDEVICI, I. *Psihologia succesului.* Bucureşti: Ceres, 1993.
4. IAMANDESCU, B.-I. *Stresul psihic din perspectivă somatică şi psihosomatică.* Bucureşti: Infomedica, 2002, pp.92-94.

# SPECIFICUL MODIFICĂRII INDICILOR METABOLISMULUI AZOTAT ȘI AL PRODUSELOR FINALE ÎN SERUL ȘOBOLANILOR MATURI ALIMENTAȚI CU DIFERITE RAȚII ÎN ASOCIERE CU EFORT FIZIC FORȚAT

*Lilia POLEACOVA, Mariana CIOCHINĂ, Victoria BOGDAN*
*Institutul de Fiziologie și Sanocreatologie*
**CZU: 599.323:591.133**
***bostan-lilia@mail.ru*, *mciochina@mail.ru*, *victoriabogdan@gmail.com***

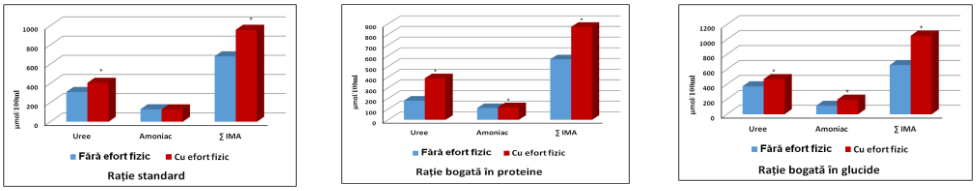
**Introducere.** Concentrația produselor finale ale metabolismului azotat joacă un rol important în asigurarea statusului fiziologic al organismului. În literatura de specialitate se cunosc destule date despre schimbările ce au loc în metabolismul intermediar al aminoacizilor liberi sub influența efortului fizic [1, 2], însă în ceea ce privește impactul efortului fizic pe fundalul alimentației cu conținut diferit al componentelor rației asupra organismului matur, nu se cunoaște practic nimic. De aceea scopul studiului a fost studierea modificării indicilor metabolismului azotat și al produselor finale în serul șobolanilor maturi alimentați cu diferite rații în asociere cu efort fizic forțat.

**Materiale și metode.** Cercetările au fost efectuate pe şobolani albi de laborator (masculi maturi – 5-7 luni. Animalele din lotul de control au fost întreţinute cu raţie alimentară standard (proteine – 15%, glucide – 60% și lipide – 25%). Animalele din cele două loturi experimentale au fost hrănite cu rații cu conţinut bogat în proteine (proteine – 25%, glucide – 55% și lipide – 20%) – lotul I; și cu conţinut bogat în glucide (proteine – 10%, glucide – 70% şi lipide – 20%) – lotul II. Studierea potențialului vital a fost determinată prin activitate fizică (înot la temperatura apei – +27°C) până la epuizare (scufundarea animalului) în fiecare zi timp de 31 de zile. La finele experimentului a fost determinat conţinutul indicilor metabolismului azotat și al produselor finale în ser prin metoda cromatografiei lichide cu schimb de ioni [3]. Analiza statistică a rezultatelor obţinute a fost realizată cu utilizarea t-criteriului Student.

**Rezultate și discuții.** Rezultatele cercetărilor sunt prezentate în Figură din care observăm că conținutul sumar al indicilor metabolismului azotat a sporit (în lotul cu raţie standard a crescut cu 40,6%, în lotul cu raţie bogată în proteine – cu 53,6%, iar în lotul cu raţie bogată în glucide – cu 59,8%). Aceasta demonstrează dereglarea echilibrului proceselor anabolice și a celor catabolice.

Concentrația produselor finale ale metabolismului azotat, care joacă un rol important în asigurarea statusului fiziologic al organismului, după activitatea fizică intensă, cum se observă și din Figură, a suportat modificări în toate cele trei loturi. Conținutul $NH_3$ în lotul cu raţie standard practic nu s-a schimbat. În lotul cu raţie bogată în proteine conținutul acestuia a sporit nesemnificativ cu 7,3%, iar în lotul cu

raţie bogată în glucide acesta a sporit veridic cu 72,1%, ceea ce, probabil, agravează starea de oboseală. Amoniacul, care este eliberat în sânge în timpul activităţii musculare, este produs în timpul clivajului ionului $NH_4^+$ de la adenozinmonofosfat, necesar pentru sinteza ATP-ului din două molecule de ADP cu ajutorul adenilatkinazei. Orice altă barieră în alte căi de resinteză a ATP-ului duce la creşterea activităţii căii adenilatkinazice şi creşterea nivelului de amoniac în sânge. Hiperamonemia este un semn al tulburărilor metabolice în muşchi [4, 5]. Ionul de $NH_4^+$ nu numai influenţează asupra metabolismului celular, dar şi cauzează hiperpnee, care sporeşte şi mai mult oboseala [6].




A B C

Fig. Conţinutul ∑IMA şi al produselor finale ale metabolismului azotat în serul şobolanilor alimentaţi cu conţinut diferit al raţiei (A – standard, B – bogată în proteine, C – bogată în glucide) supuşi efortului fizic forţat, comparativ cu indicii din lotul celor fără efort fizic (*p<0,05)

Formarea ureei are loc nu numai în ficat, dar şi în muşchi, datorită creşterii nivelului de arginină [7, 8]. În cazul supraantrenamentului, nivelul ridicat al ureei devine stabil [10]. Pentru obţinerea unei informaţii obiective, nivelul ureei în plasmă este determinat în dimineaţa următoare după antrenament, care este aproape de nivelul normal, şi indică despre posibilităţile funcţionale adecvate ale sportivului la efort fizic [3, 10]. Nivelul ureei în lotul cu raţie standard a crescut veridic cu 30,7%, care, conform unor autori [9, 10], se caracterizează prin faptul că animalele efectuează efortul fizic dinamic forţat pe fundalul construcţiei neterminate de proteine care au fost distruse în timpul efortului precedent. Menţinerea sau creşterea efortului conduce la dereglări ale metabolismului azotat [4, 10]. În lotul cu raţie bogată în proteine, nivelul ureei a sporit veridic cu 117,13%. Stabilizarea indicelui ureei la un nivel ce depăşeşte rata medie standard în decursul a 2 zile şi mai mult indică faptul că efortul utilizat nu corespunde posibilităţilor funcţionale ale şobolanilor supuşi efortului fizic, şi au un răspuns adaptativ scăzut [10]. În lotul cu raţie bogată în glucide, nivelul ureei a crescut mai puţin semnificativ (cu 25,6%,), ceea ce indică o adaptare la efort [4, 10].

**Concluzii:** 1. Efortul fizic, indiferent de componenţa raţiei alimentare, a dus la sporirea conţinutului sumar al indicilor metabolismului azotat în serul şobolanilor în toate loturile de studiu, comparativ cu cele fără efort fizic. 2. Conţinutul amoniacului a sporit cel mai mult în lotul cu raţie bogată în glucide (cu 72,1%). 3. Nivelul ureei a crescut veridic în lotul cu raţie bogată în proteine (cu 117,13%), ceea ce indică faptul

că efortul utilizat nu corespunde posibilităților funcționale ale șobolanilor supuși efortului fizic și au un răspuns adaptativ scăzut.

***Referințe:***

1. BROOK, M. et al. Skeletal muscle homeostasis and plasticity in youth and ageing: impact of nutrition and exercise. In: *Acta physiologica (Oxford)*. 2016, vol. 216 (1), pp.15-41.
2. LEITE, J. et al. l-glutamine and l-alanine supplementation increase glutamine-glutathione axis and muscle HSP-27 in rats trained using a progressive high-intensity resistance exercise. In: *Applied physiology, nutrition, and metabolism*. 2016, vol. 41 (8), pp. 842-849.
3. ГАРАЕВА, С.Н., РЕДКОЗУБОВА, Г.В., ПОСТОЛАТИ, Г.В. *Аминокислоты в живом организме.* Кишинэу: AŞM, 2009. 552 с.
4. GARAEVA, O. *Caracterul modificării conţinutului aminoacizilor liberi în sânge şi urină la sportivii înotători în condiţii stresogene*: Autoref. tezei de dr. șt. biologice, Chișinău, 2008.
5. АХРАМОВИЧ, А.П., СОВАЛКИН, В.И. Содержание аммиака в крови при хронических заболеваниях печени: клинико-патогенетическое значение. В: *Казанский медицинский журнал*. 2013, том 94, № 5, сс. 600-604.
6. JIMENEZ-REYES, P. et al. Mechanical, metabolic and perceptual response during sprint training. In: *International journal of sports medicine*. 2016, vol. 37 (10), pp. 807-812.
7. ЛЫСИКОВ, Ю.А. Углеводы в клиническом питании. В: *Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология*. 2013, № 2, сс. 89-110.
8. СВИСТИЛЬНИКОВ, А.Б., РУДНЕВ, С.М. Противодействие незаконному обороту сильнодействующих веществ и биологически активных добавок: проблемы и пути решения. В: *Проблемы правоохранительной деятельности*. 2013, № 1, том 13, сс.52-57.
9. ЗЕМЛИНА, Е.М., СТЕПАНОВА, Т.А. Биохимические изменения в организме студентов при физических нагрузках. В: *Таврический научный обозреватель*. 2016, №11(16), сс. 30-32.
10. ГАРАЕВА, О.И. Серосодержащие аминокислоты как маркеры состояния стресса. În: *Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele vieţii*. 2011, nr. 3 (315), pp. 50-62.

# DINAMICA INDICATORILOR PEROXIDĂRII LIPIDICE ŞI A SISTEMULUI ANTIOXIDANT LA SUBIECȚII CU SCHIMBĂRI ECOMORFOLOGICE ALE GLANDEI TIROIDE ÎN PERIOADA POST-COVID-19

*Ion MEREUȚĂ, Anghela CEBOTARI*
*Institutul de Fiziologie și Sanocreatologie*
**CZU: [577.125 + 612.015]:616.441-06** ion.mereuta@usmf.md, angelica.cebotari9@gmail.com

**Introducere.** Radicalii liberi provoacă deteriorare oxidativă a lipidelor, proteinelor şi acizilor nucleici. Speciile reactive de oxigen atacă/deteriorează toate componentele celulare şi, în primul rând, lipidele membranelor. Lipidele (colesterolul, acizii graşi polinesaturaţi), componenţa principală a membranelor celulare, situate în imediata apropiere de mitocondrii, sunt ţinta principală de atac oxidativ cu formarea şi acumularea produselor de peroxidare lipidică (POL), în special hidroperoxizi, oxisteroli şi endoperoxizi [1, 2]. Speciile reactive de oxigen şi produsele POL modifică permeabilitatea şi fluiditatea membranei lipidice şi deteriorează semnificativ funcţia membranei şi integritatea celulelor [2, 3]. Toate aceste modificări duc la producţia şi eliberarea crescută a speciilor reactive de oxigen [4], dereglarea integrităţii membranei celulare şi moartea celulelor [5].

Peroxidarea lipidică, concomitent cu stresul oxidativ şi leziunile oxidative moleculare, este o cauză importantă de disfuncţie tisulară şi celulară, cu un rol semnificativ în procesul de îmbătrânire, dezvoltarea majorităţii stărilor patologice şi afecţiunilor determinate de vârstă şi de stresul oxidativ (inflamaţia, ateroscleroza, bolile neurodegenerative şi cancerul) [1, 6, 7, 8].

Noţiunea de „stres oxidativ”, propusă de mai mulţi cercetători, cuprinde toate deteriorările oxidative produse de radicalii liberi ai oxigenului. Stresul sistemic oxidativ se dezvoltă drept rezultat al dizechilibrului dintre hiperproducerea formelor active de oxigen şi insuficienţei sistemelor antioxidante.

Este cunoscut că un statut echilibrat în sistemul radicalilor liberi este considerat când este normalizat raportul dintre sistemul oxidativ şi antioxidant. Dialdehida malonică în ser şi activitatea oxidantă totală a eritrocitelor sunt apreciate drept criterii de balanţă ale activităţii oxidante şi antioxidante totale [9].

**Materiale și metode.** Rezultatele expuse în studiul dat au fost obținute la examinarea a 242 de subiecți de cercetare cu schimbări ecomorfologice ale glandei tiroide în perioada post-COVID-19.

Indicii peroxidării lipidice și sistemului antioxidant (SAO) au fost apreciați prin determinarea nivelului hidroperoxizilor timpurii (HPL – timpurii), intermediari (HPL – intermediari) și tardivi (HPL – tardivi) în faza hexanică și izopropanolică, dialdehida malonică (DAM) și, respectiv, a activității antioxidante totale (AAT) în fazele

hexanică și izopropanolică, superoxiddismutaza (SOD), catalaza, glutationperoxidaza (GR) și ceruloplasmina în Laboratorul de biochimie al USMF „Nicolae Testemițanu”, șef de laborator, prof. universitar, dr. hab. șt. med. Valentin Gudumac. Metodele de determinare au fost utilizate în modificarea lui V. Gudumac ș.a. [10].

**Rezultate și discuții.** Pe parcursul studiului efectuat, a fost estimată valoarea conţinutului seric concentraţional al indicilor stresului oxidativ (Tab.) care a permis a constata o stabilitate a indicilor hidroperoxizilor lipidici în toate perioadele post-COVID-19.

*Tabel*

Modificarea indicatorilor peroxidării lipidice și a sistemului antioxidant la subiecții cu schimbări ecomorfologice ale glandei tiroide în perioada post-COVID-19

| **Indicele** | **Perioada** | | |
|---|---|---|---|
| | **1 lună** | **6 luni** | **12 luni** |
| *HPL faza hexanică* | | | |
| HPL-I hexan, uc/ml | 74,5±1,11 | 75,1±1,09 | 75,1±1,11 |
| HPL-M hexan, uc/ml | 74,01±0,15 | 74,00±0,20 | 74,00±0,19 |
| HPL-T hexan, uc/ml | 74,6±0,08 | 75,1±0,22 | 75,1±0,19 |
| *HPL faza izopropanolică* | | | |
| HPL-I izopr, uc/ml | 386,6±1,9 | 387,0±1,8 | 387,0±1,6 |
| HPL-M izopr, uc/ml | 446,8±1,10 | 447,2±0,98 | 447,2±0,87 |
| HPL-T izopr, uc/ml | 449,02±1,22 | 450,02±1,11 | 449,09±0,91 |
| *Produșii finali ai POL* | | | |
| Dialdehida malonică, μM/L | 40,02±1,12 | 40,16±1,81 | 40,16±0,79 |
| *Enzimele protecției antioxidante* | | | |
| Ceruloplasmina, mg/dL | 245±1,6 | 244±1,8 | 244±1,6 |
| Catalaza, μM/L | 11,6±1,0 | 12,0±0,9 | 11,9±1,0 |
| Glutationperoxidaza, μM/L | 7,0±0,7 | 7,0±0,3 | 7,0±0,2 |
| Superoxidismutaza, uc/L | 1095±21,5 | 1093±19,9 | 1092±18,9 |
| AAT izopr, μM/L | 1,36±0,11 | 1,36±0,15 | 1,36±0,13 |

Produsul final al POL, dialdehida malonică, de asemenea, nu a demonstrat modificări, precum și enzimele protecției antioxidante (ceruloplasmina, catalaza, glutationperoxidaza, superoxidismutaza și activitatea antioxidantă totală).

**Concluzii.** Studiul efectuat al dinamicii indicatorilor peroxidării lipidice și al sistemului antioxidant la subiecții de cercetare cu schimbări ecomorfologice ale glandei tiroide, în perioada post-COVID-19, a constatat o stabilitate atât a indicilor hidroperoxizilor lipidici în toate perioadele post-COVID-19 (1 lună, 6 luni și 12 luni), a produsului final al peroxidării lipidice (dialdehida malonică), precum și a enzimelor protecției antioxidante (ceruloplasmina, catalaza, glutationperoxidaza, superoxidismutaza și activitatea antioxidantă totală).

***Referințe:***

1. NEGRE-SALVAYRE, A. et al. Pathological aspects of lipid peroxidation. In: *Free Radic Res.* 2010, no.44(10), pp. 1125-1171.
2. BARRERA, G. Oxidative stress and lipid peroxidation products in cancer progression and therapy. In: *ISRN Oncol*. 2012, p. 137289. doi: 10.5402/2012/137289.
3. ANDERSON, E.J., KATUNGA, L.A., WILLIS, M.S. Mitochondria as a source and target of lipid peroxidation products in healthy and diseased heart. In: *Clin. Exp. Pharmacol Physiol*. 2012, no.39(2), pp. 179-193.
4. BUTTERFI, D.A., BADER, L.M., SULTANA, R. Involvements of the lipid peroxidation product, HNE, in the pathogenesis and progression of Alzheimer's disease. In: *Biochim Biophys Acta*. 2010, no.1801(8), pp. 924-929. doi: 10.1016/j.bbalip.2010.02.005.
5. AVERY, S.V. Molecular targets of oxidative stress. In: *Biochem J.* 2011, no.434(2), pp.201-210.
6. BARAIBAR, M. et al. Protein oxidative damage at the crossroads of cellular senescence, aging, and age-related diseases. In: *Oxid Med Cell Longev.* no.2012, 2012, p. 919832.
7. CARAUȘ, V. *Tehnologii de obținere a produselor curativoprofilactice din materii prime de origine vegetală autohtone*: Rezumatul tezei de doctor în științe biologice, 2020. 30 p.
8. GUERAUD, F., ATALAY, M., BRESGEN, N. et al. Chemistry and biochemistry of lipid peroxidation products. In: *Free Radic. Res.* 2010, no.44 (10), pp. 1098-1124.
9. ГАЛАКТИОНОВА, Л.П., МОЛЧАНОВ, А.В., ЕЛЬЧАНИНОВА, С.А., ВАРШАВСКИЙ, Б.Я. Состояние перекисного окисления у больных язвенной болезнью желудка и двенадцатиперстной кишки. В: *Клиническая лабораторная диагностика.* 1998, № 6, сс. 10-14.
10. GUDUMAC, V. et al. *Investigaţii biochimice: Elaborare metodică.* Vol. II. Micrometode, Chişinău: Elena-VI, 2010. 97 p.

# MEDICAMENTELE ŞI FORMELE LOR FARMACEUTICE OBȚINUTE DIN CĂTINĂ UTILIZATE ÎN GASTROENTEROLOGIE

*Vlada-Tatiana DUMBRAVA, Alexandru ZNAGOVAN,*
*Iulianna LUPAŞCO, Inna VENGHER*
*Universitatea de Stat de Medicină şi Farmacie „Nicolae Testemiţanu”*
**CZU: [615.45:582.866]:616.33/.34** ***labgastroenterologie@usmf.md***

**Introducere.** Problema ştiinţifică abordată în această lucrare constă în sinteza literaturii de specialitate pentru identificarea şi cunoaşterea preparatelor şi a remediilor pe bază de *cătină,* asimilate farmaco-tehnologic de către industria farmaceutică şi înregistrate în diverse ţări, cu utilizări specifice dovedite în practica medicală. Prima atestare scrisă cu privire la utilizarea cătinei în scopuri curative, cunoscută sub numele de „sfântul fruct din Himalaya” apare în secolul al VII-lea, în textele din Tratatul clasic de medicină tibetană „Rgyud Bzi”. În acele timpuri străvechi, tibetanii utilizau pe larg uleiul de cătină pentru a trata răcelile, anemiile, afecţiunile digestive, respiratorii, pentru mărirea rezistenţei la efort fizic şi psihic, precum şi pentru încetinirea procesului de îmbătrânire. Datorită multiplelor valenţe terapeutice, uleiul de cătină era considerat un adevărat „dar al zeilor” sau „aur lichid”.

**Material şi metode.** Analiză sistematică bazată pe interogarea bazei de date PubMed, Google Scholar, utilizând cuvinte-cheie adecvate studiului cu evaluarea ulterioară a materialelor ştiinţifice selectate. Pentru realizarea scopurilor acestei lucrări, au fost analizate: studiile transversale referitoare la identificarea şi utilizarea preparatelor, remediilor, suplimentelor alimentare cu conţinut de principii active din cătină; studiile vizând investigarea preparatelor, remediilor, suplimentelor alimentare cu conţinut de principii active din cătină; alte studii (observaţionale, rapoarte de caz privind utilizarea unor asemenea preparate, remedii, suplimente alimentare etc).

**Rezultate şi discuţii.** Interogarea surselor bazelor electronice identifică cca 36.800 de surse rezultate referitor la preparatele, remediile şi suplimentele alimentare cu conţinut de principii active din cătină, PubMed deschide accesul la 146 de surse. Uleiul de cătină *(Hippophae rhamnoides)* prezintă o gamă largă de beneficii pentru sănătate, datorită compoziţiei sale unice de acizi graşi, şi, prin urmare, este foarte apreciată atât de biomedicină, cât şi de industria cosmetică. În acest fel, vom vedea efectul clinic al acizilor graşi mononesaturaţi, polinesaturaţi şi saturaţi din componenţa uleiului de cătină şi modul în care acestea contribuie la funcţionarea corectă a organismului [1]. Preparatele şi remediile cu conţinut de principii active din cătină pot fi prezente în diverse forme farmaceutice destinate pentru uz intern, extern, rectal: solide (comprimate, capsule), lichide (soluţii, picături, extracte), semisolide (unguente, creme, geluri), dispersii (spray-uri, inhalaţii etc.).

*Printre formele farmaceutice pentru uz intern* cu conţinut de principii active din cătină, se evidenţiază „*Biomega-7”,* prezentând ulei de cătină presat la rece 2000 mg

care conţine acid palmic (Omega 7) 600 mg (conţinut în 4 capsule) şi poate fi utilizat ca adjuvant în terapia ficatului gras, având proprietăţi hipocolesterolemiante, atât asupra colesterolului total, cât şi a colesterolului LDL şi creşte conţinutul de colesterol bun HDL. Uleiul de cătină posedă proprietăţi antioxidante, reologice şi antioxidante, cu alte cuvinte, menţine fluxul sangvin.

O formă farmaceutică recunoscută sunt *capsulele cu ulei de cătină*, recomandate în tratamentul patologiei stomacale (gastritelor hiperacide) comorbide cu bolile cronice difuze ale ficatului. Rezultatele au sugerat că seminţele de cătină extrase cu CO (2) şi uleiurile de pulpă au atât efecte preventive, cât şi curative împotriva ulcerelor gastrice experimentale. Experimentul a arătat efect dovedit la şobolani prin scădere semnificativă a volumului gastric, a acidităţii totale şi a cantităţii de pepsină. A existat, de asemenea, o creştere semnificativă a producţiei de mucus gastric [2].

Sindromul gastro-intestinal indus de radiaţii, mannifestat prin greaţă, diaree şi deshidratare, contribuie la morbiditate şi mortalitate după expunerea la radiaţii medicale sau industriale. Potrivit studiului din China, uleiurile de cătină atenuează leziunile intestinale acute cauzate de radiaţii cu doze mari şi cresc timpul de supravieţuire a animalelor prin atenuarea apoptozei celulare şi a inflamaţiei acute. Doi acizi graşi nesaturaţi, PLA şi ALA, ar putea fi potenţialii candidaţi pentru gestionarea leziunilor intestinale asociate radiaţiilor clinice şi pentru cercetări ulterioare privind protecţia împotriva radiaţiilor intestinale [3].

Fructele de cătină au fost utilizate în medicina tradiţională orientală împotriva infecţiilor respiratorii obişniute datorită proprietăţilor sale imunomodulatoare. „Saudi Journal of Bilogical Science" a venit cu un studiu extrem de important al cătinei asupra virusurilor gripale. Rezultatele au înregistrat o activitate ridicată a extractelor din cătină împotriva virusului gripal A/PR cu IC50 de 7,2 lg/ml şi 10,3 lg/ml, comparativ cu medicamentul cunoscut Oseltamivir de 60,3 lg/ml [4]. În caz de inflamaţii respiratorii, se recomandă inhalaţii zilnice. Această metodă va fi binevenită ca metodă adjuvantă şi în perioada de pandemie cu COVID-19.

*Printre formele farmaceutice pentru uz rectal* se numără supozitoarele cu ulei de cătină. Ca excipient serveşte ceara de albine, care asigură eficient parametrii reologici şi structurali necesari, cedarea rapidă a principiilor active. Anume efectul pronunţat antioxidant, analgezic, antiinflamator, imunostimulator, regenerator şi cicatrizant determină utilizarea supozitoarelor cu ulei de cătină în tratamentele specifice proctologice (fisuri, ulcere, inflamaţii, hemoroizi). Uleiul de cătină este remediul perfect pentru regenerarea rapidă şi completă a ţesuturilor mucoasei rectale.

**Concluzie.** Analiza sistematică bazată pe interogarea bazelor de date PubMed, Google Scholar, utilizând cuvinte-cheie adecvate studiului şi evaluarea surselor selectate ne-a permis identificarea preparatelor, remediilor şi formelor farmaceutice cu conţinut de principii biologic active, obţinute din fructele de cătină, în vederea utilizării lor în practica medicală. Potenţialul curativ al cătinei actualmente este documentat în studiile multiple ştiinţifice moderne. În acest sens, proprietăţile

excepţionale şi unice ale cătinei vizează necesitatea introducerii ei în schemele de tratament al diferitelor maladii şi stări patologice hepatice şi gastrointestinale cu studii specializate.

***Referinţe:***

1. SOLÀ MARSIÑACH, M., CUENCA, A.P. The impact of sea buckthorn oil fatty acids on human health. In: *Lipids Health Dis*. 2019;18(1):145. doi:10.1186/s12944-019-1065-9.
2. XING, J,, YANG, B,, DONG, Y,, WANG, B,, WANG, J., et al. Effects of sea buckthorn *(Hippophaë rhamnoides L.)* seed and pulp oils on experimental models of gastric ulcer in rats. In: *Fitoterapia*. 2002 Dec;73(7-8):644-50. doi: 10.1016/s0367-326x(02)00221-6.
3. XING, J., JIN-YAO, S., HU, S., WANG, B., DONG, Y., YANG, B., & KALLIO, H. Effects of sea buckthorn *(Hippophaë rhamnoides L.)* pulp oils on the gastric secretion, gastric emptying and its analgesic activity. In: *Journal of Medicinal Plants Research.* 2012; 6, 3240-3245.
4. SHI, J., WANG, L., LU, Y., JI, Y., WANG, Y., et al. Protective effects of seabuckthorn pulp and seed oils against radiation-induced acute intestinal injury. In: *Journal of radiation research*. 2017; 58(1), 24-32. https://doi.org/10.1093/jrr/rrw069
5. ENKHTAIVAN, G., MARIA JOHN, K.M., PANDURANGAN, M., HUR, J.H., LEUTOU, A.S. et al. Extreme effects of Seabuckthorn extracts on influenza viruses and human cancer cells and correlation between flavonol glycosides and biological activities of extracts. In: *Saudi J Biol Sci*. 2017; 24(7):1646-1656. doi:10.1016/j.sjbs.2016.01.004.

*Lucrarea a fost realizată în baza implementării* ***Proiectului nr. 20.80009.8007.37*** *din cadrul Programului de Stat (2020-2023)* ***„Bolile cronice hepatice şi pancreatice: aspecte nutriţionale şi chirurgicale”.***

# SELECTAREA ȘI CREȘTEREA EFICACITĂȚII MEDICAMENTELOR VETERINARE CU ADĂUGAREA DE DIMETILSULFOXID PENTRU COMBATEREA PROTOZOOZELOR LA PEȘTI

*Dorin DUMBRĂVEANU, Vadim RUSU, Iuri NEDBALIUC, Igor PÎRŢU*
**CZU: 619:615.283:639.3.09**
***ddumbraveanu@gmail.com,***
***vadyrus@gmail.com,***
***nedbaliuc.iuri@gmail.com,***
***np.plastigraf@mail.ru***

În ihtioparazitologie, studiul relațiilor din sistemul parazit-gazdă capătă acum din ce în ce mai multă importanță științifică și practică. Acest lucru este deosebit de important, atunci când se studiază nivelul de patogenitate a anumitor paraziți, evaluând efectul acestora asupra organismului peștilor în diferite condiții de mediu; nu este mai puțin esențial acest aspect pentru diagnosticarea bolilor parazitare. Cu toate acestea, astfel de studii sunt puține și, uneori, nu sunt efectuate deloc din cauza lipsei de paraziți vii la cercetător în cantitatea necesară și în mod constant. În ihtiovirusologie și bacteriologie, nu există nicio problemă de conservare a agenților patogeni în laborator. Agenții virali sunt cultivați într-o cultură de celule vii, bacteriile – pe medii nutritive artificiale. Încercările de cultivare a paraziților peștilor în condiții de laborator au fost făcute de mai multe ori, dar lucrările în această direcție sunt puține și au început relativ recent. Cercetarea a fost efectuată în două direcții: în primul rând, paraziții au fost cultivaţi pe medii nutritive artificiale; în al doilea rând, s-a urmărit păstrarea și susținerea culturii de paraziții împreună cu pești – gazde ale acestora.

Având în mod constant un sistem controlabil parazit-gazdă în condiţii de laborator, este posibil să se rezolve o serie de probleme importante privind influența condițiilor de mediu nu numai asupra parazitului sau peștilor, ci și asupra sistemului parazit-gazdă în ansamblu. Astfel de sisteme întreţinute în condiţii de laborator oferă posibilitatea elucidării unor aspecte legate de patogenitatea parazitului și efectele medicamentelor chimioterapice atât asupra parazitului, cât și asupra gazdei. În procesul realizării lucrării de faţă, au fost colectate eşantioane aparţinând mai multor specii de hidrobionţi. Au fost realizate investigaţii de teren şi în condiţii de laborator privind incidenţa maladiilor parazitare la peşti. Au fost stabilite, menţinute şi controlate în condiţii de laborator sistemele parazit-gazdă, în scopul elucidării unei serii de probleme importante cu privire la influența condițiilor de mediu nu numai asupra parazitului sau peștilor, ci și asupra sistemului în ansamblu. Au fost studiate aspecte ale patogenității parazitului și efectul medicamentelor chimioterapice atât asupra parazitului, cât și asupra gazdei.

Drept gazde pentru menţinerea culturii de *Ichthyophthirius* în condiţii de laborator, au servit exemplare de carpi cu greutăți de 15-25 g, plasaţi în acvarii izolate, cu o capacitate de 65-95 litri, cu aerare constantă a apei cu ajutorul

microcompresoarelor. Plasarea unui exemplar de crap cu masa respectivă în 25 de litri de apă permite menținerea sistemului parazit-gazdă constituit din pești și *Ichthyophthirius* timp de o lună fără a schimba apa. În acest caz, intensitatea invaziei crește relativ lent și nu depășește 30-35 de paraziți pe un exemplar de pește. Astfel, este posibilă menținerea pe termen lung a sistemului respectiv parazit-gazdă în condiții de laborator. În acest caz, este necesar să se respecte următoarele cerințe: temperatura apei 10-12°C, pH 6,7-8,75, conținutul de azot amoniacal nu mai mult de 6 mg/l și de oxigen – 5-6 mg/l. S-a remarcat în mod repetat că ciliații se dezvoltă bine în apă cu un pH de 6,70-8,75. La alcalinitate mai mare (pH peste 9,5), dezvoltarea exemplarelor de *Ichthyophthirius* este inhibată: rata de supraviețuire scade de 2-3 ori și dimensiunea trofonților scade, ceea ce duce la moartea paraziților la două luni de la începutul cultivării. Azotul amoniacal ($NH_4^+$) afectează dezvoltarea protozoarului *Ichthyophthirius*, al cărui efectiv crește brusc odată cu păstrarea prelungită a peștilor în acvariile cu apă stagnantă.

Creşterea conținutului de fosfați până la 1 mg/l duce, de asemenea, la inhibarea culturii de *Ichthyophthirius*. În acest caz, apa din acvariu trebuie schimbată, deoarece acumularea ulterioară a acestor substanțe poate duce la moartea nu numai a parazitului, ci și a peștilor. Acumularea de cloruri de până la 15 mg/l are un efect stimulator asupra dezvoltării paraziților. Cu toate acestea, un astfel de conținut de cloruri în condiții de acvariu este critic pentru gazdă, prin urmare, acest indicator trebuie controlat. Experiența menţinerii paraziţilor *Ichthyophthirius* în condiții de laborator ne permite să recomandăm acest procedeu ca unul dintre sistemele parazit-gazdă complet fiabile pentru cultivare.

Actualmente, în sistemele de creștere a peștilor se atestă paraziții *Ichthyophthirius multifiliis* (autohton) și *Neoichthyophthirius schlotfeldii* (importat din Asia de Sud-Est). Între aceste două specii de protozoare ectoparazitare există următoarele diferențe: 1. *Ichthyophthirius multifiliis* – se reproduce în mod tradițional pe pielea organismelor acvatice; prezintă un chist de reproducere protejat de o membrană gelatinoasă, diviziunile în care sunt amânate la nesfârșit. Astfel de chisturi apar ca urmare a conjugării trofonţilor. Aceste chisturi sunt deosebit de greu de ucis. Pentru a eficientiza metodele de eradicare a paraziţilor, în cadrul cercetării ne-am stabilit un obiectiv de dezvoltare și testare a preparatelor pe bază de supersolvenți, în scopul sporirii vitezei de penetrare și a permeabilităţii acestora prin tegumentul organismelor acvatice și membrana chisturilor parazitare ale speciilor *Ichthyophthirius multifiliis* și *Neoichthyophthirius schlotfeldii*. Am luat ca bază pregătirea unei soluții apoase de albastru de metilen și verde de bază (oxalat), cu adaosul diferitelor concentrații de dimetilsulfoxid. Dimetilsulfoxidul (prescurtat DMSO), cunoscut de asemenea și ca sulfoxid de dimetil, este un compus organic cu sulf având formula chimică $(CH_3)_2SO$. Acest lichid incolor e un important solvent polar care dizolvă compușii polari și nepolari, fiind miscibil în apă și într-o varietate mare de solvenți. DMSO are capacitatea de a penetra membranele biologice, inclusiv barierele cutanate.

Medicamentul are un efect antiseptic și fibrinolitic moderat. De asemenea, îmbunătățește penetrarea mai multor substanțe medicamentoase prin piele.

Am stabilit că cel mai eficient tratament veterinar antiparazitar în cadrul ihtioftiriozelor sus-menţionate se bazează pe aplicarea preparatului FMC (3,7 g verde de malahit + 3,7 g albastru de metilen + 1 litru formaldehidă 32%). Pentru a crește permeabilitatea epiteliului și rata de transport a FMC prin tegument, s-a decis să se utilizeze dimetilsulfoxid (un supersolvent organic) la o rată de 200 ml de dimetilsulfoxid per 1 litru de FMC. Au fost preparate trei variante de FMC + DMSO: 1) 1 litru de FMC + 0,1 litru de DMSO; 2) 1 litru de FMC + 0,15 litri DMSO; 3) 1 litru de FMC + 0,2 litri DMSO. Pentru a determina cantitatea optimă de DMSO de adăugat, au fost testate preliminar două opțiuni – adăugarea a 0,3 L de DMSO la 1 L de FMC și adăugarea de 0,1 L de DMSO la aceeaşi cantitate de FMC. În primul caz, s-a observat o stare de disconfort și mortalitate nesemnificativă a organismelor acvatice, iar în al doilea caz, nu s-a observat niciun efect asupra manifestării bolii. Toate rezultatele au fost evaluate vizual la fiecare 24 de ore. Au fost atestate următoarele rezultate: 1) FMC + 0,1 DMSO (în a 6-a zi, o ușoară scădere a numărului de chisturi de repaus și chisturi de reproducere, o scădere a daunelor secundare cauzate de saprolegnioză; în a 11-a zi – chisturi unice pe corp și înotătoare, nu se atestă leziuni fungice; în ziua a 14-a, tegumentul este curat, începe restaurarea parțială a epiteliului. 2) FMC + 0,15 DMSO (în ziua a 4-a numărul de chisturi a scăzut cu 50-60%, nu s-a atestat nicio infecție fungică secundară; a 7-a zi – atestarea unor chisturi simple în regiunea operculelor branhiale și înotătoarelor pectorale; în a 9-a zi tegumentul a fost complet curățat și restaurarea este în curs. 3) FMC + 0,2 l de DMSO (în a 2-a zi epiteliul a fost în proporţie de 90-95% curăţat de chisturi; în a 3-a zi hidrobionții au fost complet eliberaţi de chisturi, epiteliul este restaurat. În timpul lucrului, s-a efectuat o monitorizare constantă a prezenței exemplarelor de ectoparaziţi care pluteau liber în apă și a chisturilor latente. Conform rezultatelor obţinute, putem recomanda organizațiilor de creștere a peștilor combaterea speciilor tropicale de *Ichthyophthirius* prin aplicarea unui preparat format din 1 L de FMC și 0,2 L de dimetilsulfoxid.

*Lucrarea a fost realizată în cadrul* ***Proiectelor 20.80009.7007.23*** *şi* ***20.80009.7007.11***.

# ALIMENTAŢIA CA FACTOR DE RISC ÎN HEPATITELE CRONICE VIRALE DE ETIOLOGIA HCV

*Iulianna LUPAŞCO, Vlada-Tatiana DUMBRAVA,*
*Anatol GRIBINIUC, Daniella LUPAŞCO*
*Universitatea de Stat de Medicină şi Farmacie „Nicolae Testemiţanu”*
**CZU: 613.2:616.36**
*iulianna.lupasco@gmail.com*

**Introducere**. Recent, există un interes crescut, dar constant, al comunităţii ştiinţifice medicale pentru starea nutritivă a populaţiei. Oamenii de ştiinţă de diferite specialităţi dezvoltă modele pentru evaluarea stării metabolice a corpului pacientului pe baza principalelor verigi care alcătuiesc echilibrul nutriţional.

Nutriţia prezintă unul dintre factorii principali, care caracterizează tabloul statutului nutriţional. În prezent, există o varietate largă de instrumente pentru evaluarea stării nutriţionale a pacientului.

Alimentaţia neregulată face parte din diferiţi factori nutriţionali de risc ce agravează unele forme de patologie hepatică cronică. Cunoaşterea subiectului dat permite utilizarea corectă a instrumentului anumit în fiecare caz aparte, inclusiv în practica clinică la pacienţii cu boli hepatice cronice.

**Scopul** cercetării a fost evaluarea alimentaţiei la pacienţii cu hepatită cronică virală (HCV) de etiologie HCV.

**Material şi metode**. 127 de pacienţi cu HCV C au fost evaluaţi cu un chestionar special elaborat referitor la diferiţi factori de risc, dintre care 47,24% (60) femei şi 52,76% (67) bărbaţi. Pacienţii cu vârsta mai mică de 40 de ani au constituit 50,39% (64). Majoritatea bolnavilor aveau masa corporală normală (sau scăzută) – 70,08% (89), şi 29,92% (38) erau supraponderali. Lotul-martor a fost constituit din 62 de persoane practic sănătoase, cu masa corporală normală.

**Rezultate.** În momentul dat, există un interes crescut al comunităţii ştiinţifice medicale la statutul nutritiv în diverse boli cronice [1]. Studiul stării nutritive la pacienţii cu boli cronice difuze ale ficatului constituie subiectul de focus al cercetării atât a nutriţioniştilor, cât şi a cercetătorilor ştiinţifici din întreaga lume [3].

Cu toate acestea, în ciuda simplităţii aparente a acestei probleme, există o anumită neînţelegere atât a problemei ca atare, cât şi a posibilităţii de a evalua şi, în consecinţă, a modalităţilor de a corecta încălcările apărute.

Care este starea nutriţională a unei anumite persoane?

Conform concluziei Gibson din 2005 [2], este un set de valori care pot fi studiate şi cuantificate, care includ starea nutriţională (statutul nutriţional), datele antropometrice, datele de laborator şi datele clinice.

Fiecare dintre aceste valori este o componentă importantă care face posibilă evaluarea stării metabolice a corpului şi acest lucru este deosebit de important în patologia cronică a organelor interne. Clinicienii acordă cel mai adesea atenţie celor

din urmă, fără a ţine cont de metodele simple şi eficiente de studiere a stării metabolice a corpului. Cel mai important lucru în evaluarea stării nutriţionale individuale este identificarea tulburărilor în stadiile incipiente ale dismetabolismului, care pot fi restabilite cu ajutorul regimului, cantităţii şi calităţii nutriţiei, a activităţii fizice şi a altor metode, fără utilizarea tratamentului medicamentos. Această abordare este deosebit de importantă la pacienţii cu afecţiuni hepatice cronice, inclusiv etiologie virală, cum ar fi HCV, HBV.

De menţionat în special faptul că în rândul personalului medical, există o schimbare a conceptelor şi studiul stării nutritive este înlocuit de calitatea stării nutriţionale, fiind doar una dintre valorile studiate. Metodele cercetării statutului nutriţional sau a alimentaţiei unei persoane prezintă diferite chestionare, ambele aprobate la nivel naţional pentru utilizare în scopuri medicale şi ştiinţifice (FFQ, DH III etc.), precum şi altele diferite, destinate utilizării de către nutriţiologi.

De obicei, chestionarele sunt formate din întrebări, grupate conform diverselor categorii, începând de la tipul alimentaţiei consumate, preferinţelor alimentare, până la frecvenţa alimentaţiei consumate şi cantitatea porţiei în grame, mărimea porţiei ş.a. Există chestionare atât pentru 24 de ore, cât şi a analizei câtorva zile sau săptămâni. Totuşi cu cât aceste chestionare sunt mai ample (detaliate), cu atât pacienţii obosesc de la completarea lor.

Pentru a completa un chestionar specializat, participanţii trebuie să fie instruiţi special pentru a le completa corect, iar în timpul procesului de completare sau la finalizare, intervievatorul trebuie să verifice documentul completat şi, cu ajutorul întrebărilor suplimentare, să se asigure că este corect și, dacă este posibil, complet. În prezent, există versiuni pe hârtie şi electronice ale chestionarelor. Acestea din urmă reprezintă baze de date pregătite ale diverselor produse alimentare, cu informaţii introduse cu privire la caracteristicile de greutate şi conţinutul de calorii ale majorităţii alimentelor consumate, cu toate acestea, persoanele în vârstă nu pot face faţă întotdeauna mediilor electronice, în timp ce cele din hârtie nu sunt vizate în mod specific de o anumită patologie. Pentru a determina elementul nutriţional ca factor de risc la pacienţii cu patologie cronică a etiologiei VHC, a fost elaborat un chestionar special, care include frecvenţa consumului de alimente, calitatea alimentelor consumate, cantitatea şi frecvenţa consumului de alcool şi un număr al altor factori de risc cunoscuţi.

La bolnavii cu HCV de etiologie HCV s-a stabilit următoarea frecvenţă a factorilor de risc: alimentaţie incorectă – 100% (127); intervenţii chirurgicale invazive – 51,18% (65), consum excesiv/abuziv de alcool – 36,22% (46), fumatul – 30,7% (39). Mai rar a fost menţionat icterul suportat în trecut – 28,35% (36), contactul habitual sau profesional cu substanţele toxice – 20,47% (26), traume fizice – 19,68% (25). Anamneza eredocolaterală agravată a fost prezentă la 10,24% (13). Analiza comparativă a frecvenţei diferiţilor factori de risc a pus în evidenţă o pondere înaltă a alimentaţiei incorecte în trecut şi consumul excesiv sau abuziv de alcool.

Trebuie remarcat faptul că utilizarea chestionarelor presupune interesul respondentului, fără de care este imposibil să treci mai departe, cu toate acestea, nu toţi oamenii sunt înclinaţi să completeze diferite lucrări, mai ales dacă pacientul nu se simte bine în momentul contactului, sau s-a adresat pentru prima dată la un gastroenterolog pentru o întâlnire. În plus, acest tip de examinare afectează componenta de timp, ceea ce prelungeşte procesul de examinare a pacientului. Din acest motiv, în ciuda unui număr suficient de instrumente dezvoltate pentru un studiu calitativ al stării nutriţionale a fiecărui pacient, luând în considerare o abordare individuală, există încă un număr insuficient de studii care permit investigarea profundă a acestei probleme la etapele iniţiale ale dezvoltării diferitelor BCDF-uri. În astfel de cazuri, pot fi utilizate interviuri scurte, ale căror date se recomandă a fi incluse în examinarea pacientului.

**Concluzii:**

1. Studiul stării nutriţionale este o parte integrantă a studiului integral al stării nutritive a pacienţilor.
2. Alimentaţia incorectă prezintă un factor de risc nutriţional important care poate contribui la evoluţia nefavorabilă a patologiei cronice de etiologie HCV, inclusiv la persoanele normoponderale.
3. Este necesar să se creeze un instrument dezvoltat pentru un studiu calitativ al stării nutriţionale a fiecărui pacient, luând în considerare o abordare individuală, la pacienţii cu patologie hepatică cronică.

***Referinţe:***

1. CABALLERO, B. *Encyclopedia of Human Nutrition*. Reference Work. 3rd Edition. 2013. Elsevier Ltd. Academic press. 2190 p.
2. GIBSON, R.S. *Principles of Nutritional Assessment*. Second edition. New York: Oxford University Press, 2005. 908 p.
3. MANDATO, C., DI NUZZI, A., & VAJRO, P. Nutrition and Liver Disease. In: *Nutrients*, 2017, 10(1), 9. https://doi.org/10.3390/nu10010009
4. THOMPSON, F.E., SUBAR, A.F. In: *Dietary assessment methodology*. Chapter 1. From book Nutrition in the Prevention and Treatment of Disease. 2001, pp. 3-30. https://www.sciencedirect.com/sdfe/pdf/download/eid/3-s2.0-B9780121931551500039/first-page-pdf

*Lucrarea a fost realizată în baza implementării* ***Proiectului 20.80009.8007.37*** *din cadrul Programului de Stat (2020-2023)* ***„Bolile cronice hepatice şi pancreatice: aspecte nutriţionale şi chirurgicale”.***

# *CYANOBACTERIUM SPIRULINA (ARTHROSPIRA) PLATENSIS* AS VALUABLE SOURCE OF ANTI-VIRAL AGENTS

*Valentina BULIMAGA, Liliana ZOSIM, Alina TROFIM, Daniela ELENCIUC*
**CZU: 615.281:582.232**
*ciumac@yahoo.com*

**Introduction**. The high virulence of some Coronavirus strains and the absence of effective therapies present an ongoing threat to the public health. Macro- and microalgae were one of the first sources of natural compounds showing in vitro anti-HIV activity. The *in vitro* or *in vivo* studies have shown the possibility of algae and cyanobacteria use against range of viruses [1-5]. This explains the intensification of investigations on algae and cyanobacteria as food and antiviral substances source in general and in some species of *Spirulina (Arthrospira)* for example in particular. *Spirulina (Arthrospira) platensis* refers to prokaryotic ¦filamentous cyanobacteria. The cyanobacterium *Spirulina platensis* are used on large scale as food biodditives due to their biochemical composition: high protein content (60-70%), including phycobiliproteins, acidic polysaccharides, polyunsaturated fatty acids, β-caroten, chlorophyll *a*, vitamins, minerals, as well as presence of secondary metabolites with beneficial health properties such as polyphenols, carotenoids, sterols [6-9]. *Spirulina* has antioxidant, hepatoprotective, nephroprotective, neuro-protective, hypoglycemic, hypolipidemic, antitumor, antimicrobial and anti-inflammatory activity [1,8]. It also induces immunomodulatory responses. All of these functions are related to maintaining homeostasis and improving the health.

Based on a literature framework about antivirals from *Spirulina (Arthrospira)* sp, this work is focused on the description of *Spirulina (Arthrospira) platensis* use as food and antiviral agents source and evaluation of the most relevant data for identification of antiviral and efficient compounds for human health.

**Discussion and conclusions**. Numerous studies in recent decades on the effect *in vitro* and *in vivo* of algae and cyanobacteria or their extracts on animals and humans have highlighted their antiviral and immunomodulatory properties [2, 5, 10, 11]. As a food supplement with therapeutic effect, the most used is the cyanobacterium *Spirulina platensis*, which in animal and human tests increases phagocytic activity, increases antibody production, contributes to the accumulation of NK cells in the tissue and mobilizes T and B cells in the blood [2, 4, 6, 12]. Chen et al. have identified anti-viral properties associated with cold water extract of *A. platensis*. The group demonstrated that viral plaque formation in a broad range of influenza viruses, including oseltamivir-resistant strains, was inhibited by the *A. platensis* extract. Furthermore, they observed that *Spirulina* extracts increased the lifespan of influenza-infected mice [12]. The sulfated polysaccharides, extracted from algae, present a high antiviral activity *in vitro* against HIV-1 and on other stains of viruses [2,10, 13]. These compounds interfere with the attachment of the virus to its target cells, thus inhibiting

the fusion between viral cells and the entry of the virus into its target cells. Calcium spirulan (Ca-Sp) prevents several viruses from replicating and exhibits antiviral activity against the human immunodeficiency virus type 1 (HIV-1), HSV-1, influenza virus, herpes simplex virus-1, human cytomegalovirus (HVMV and other viruses [13-18].

The Spirulina biomass has been widely used in feed and food supplement, as pharmaceutical remedy for health protection [17,19,20]. *Spirulina (Arthrospira) spp*. compounds were studied as antiviral against various viruses such as *Inluenza, Herpes simplex* virus (HSV) and Hepatitis C (HCV) *in vitro* and *in vivo*, as well as potential source to prevent and cure of SARSCoV-2 [5,11,21, 22]. In search of a natural compound that might increase the immunity and block the viral replication within the host was selected C-Phycocyanin of *Spirulina plantesis* to study its anti-viral property in-silico. In their study, the authors focused on the possibility of C-phycocyanin to inhibit the active site of nsp12, which is very much needed for viral replication. Auto Dock, Auto Grid, and Discovery Studios tools reveal that C-Phycocyanin inhibits the active site of nsp12 , thereby interfering with the replication of the virus itself [23].

In other publication Petit et al. were performed the docking and in silico toxicity assessment of some *Arthrospira* compounds as potential antiviral agents against SARS-CoV-2. Using largely widespread docking software, three *Arthrospira* molecules (folic acid, phycocyanobilin and phycoerythrobilin) among 51 were identified as candidates for antiviral development drugs [22].

In our investigations some procedure of obtaining of spirulina biomass with high phycobiliproteins (phycocyanin) and acidic polysaccharides content, as well as polysaccharides, phycocyanin and *Se-phycocyanin* technologies obtaining have been proposed [24-28]. The purified preparations of phycocyanin and Se-phycocyanin with high nutritive value have many health benefits and an essential antioxidant activity [29]. Acidic polysaccharides are well known for its antiviral activity. The spirulina polysaccharides could be used as anti-viral agents in nasal spray. Phycocyanin with antioxidation, anti-inflammation and anticancer properties is a promising candidate as alternative drug for virus suppression.

Thanks to the very valuable spirulina biochemical composition (high content of proteins, peptides, amino acids, vitamins, antioxidants, acidic polysaccharides, phyco-biliproteins, 3 and 6 omega fatty acids with proven immunomodulatory, antioxidant and other properties, administration of biomass and various extracts can increase human body resistance. Both the ability to improve immunity and the property of suppressing the activity of various viruses in humans and animals make cyanobacteria *Spirulina (Arthrospira*) platensis to be successfully recommended as a preventive remedy and an alternative source of anti-viral agents against infection with Covid-19.

***References:***

1. EL-BAY, F., EL-SENOUSY, W., EL-SAYED, A., KAMEL, M. In vitro antiviral and antimicrobial activities of *Spirulina platensis* extract. In: *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 2013, 3(12):52-56.

2. LUESCHER-MATTLI, M. Algae, a Possible source for new drugs in the treatment of HIV and other Viral Diseases. In: *Curr. Med. Chem.- Anti-Infective Agents*. 2003, 2, (3): 219-225.
3. SCHNITZLER, P. et al. Antiherpetic eficacy of aqueous extracts of the cyanobacterium *Arthrospira fusiformis* from Chad. In: *Pharmazie*. 2013, 68:376-380.
4. NAGULENDRAN, Kr., KAVITHA, N. Antiviral and Immuno Modulating Role of Super Food *Spirulina* and Covid-19 IJTSRD. 2020, 4:621-626.
5. RATHA, S., RENUKA, N., RAWAT. I., BUX, F. Prospective options of algae-derived nutraceuticals as supplements to combat COVID-19 and human coronavirus diseases. In: *Nutrition*. 2021; 83:1-6.
6. ANDRADE, L. et al. *Chlorella* and *Spirulina* microalgae as sources of functional foods, nutraceuticals, and food supplements; an overview. In: *MOJ Food Process. Technol*. 2018, 6, 00144.
7. MATHUR, Meeta. Bioactive Molecules of *Spirulina*: A Food Supplement. In: *Bioactive Molecules in Food. Springer, Cham*. 2018: 1621-1642
8. HETTA, M. et al. Antiviral and antimicrobial activities of *Spirulina platensis*. In: *World J Pharm Sci*. 2014, 3:31-39.
9. RUDIC, V. et al. *Phycobiotechnology, fundamental research and practical achievements*. Chişinău: S.n., Tipogr. „Elena V.I.” SRL, 2007. 365 p.
10. AHMADI, A. et al. Antiviral Potential of Algae Polysaccharides Isolated from Marine Sources. In: *A Review BioMed Research International*. 2015, Article ID 825203. 10 p.
11. PERUMAL, E., SUNDARARAJ, R. Algae: A Potential Source to Prevent and Cure the Novel Coronavirus. In: *A review. Int J Emerg Technol*. 2020, 11:479-483.
12. CHEN, Y. Et al. Well-tolerated Spirulina extract inhibits influenza virus replication and reduces virus-induced mortality. In: *Scientific Reports*, 2016, 6: 24253.
13. JANG, I., PARK, S. A *Spirulina maxima*-derived peptide inhibits HIV-1 infection in a human T cell line MT4. In: *Fish Aquat Sci*. 2016, 19:37.
14. BARRÓN, B. et al. Chapter 11. Spirulina as an antiviral agent. In: *Spirulina in Human Nutrition and Health*. 2007, 227-242.
15. DIRAMAN, H., KORU, E., DIBEKLIOGLU, H. FattyAcid Profile of *Spirulina platensis* used as a food supplement. In: *The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh*. 61(2), 2009: 134-142.
16. HAYASHI, T. Studies on evaluation of natural products for antiviral effects and their applications. In: *Yakugaku Zasshi.* 2008, 128: 61-79.
17. JIN, S., LEE, J., KIM, Y., PARK, C. Spirulina powder as a feed supplement to enhance abalone growth. In: *Aquaculture Reports.* v.17, 2020. 100318:1-8.
18. RAMAKRISHNAN, R. Antiviral properties of Cyanobacterium, *Spirulina platensis* a review. IJPSM. 2013, 3: 1-10.
19. SONI, R., SUDHAKAR, K., RANA, R. Spirulina – From growth to nutritional product. In: *A review. Trends Food Sci Technol.* 69. 2017, 171:157-161.
20. PARODI, A. et al. The potential of future foods for sustainable and healthy diets. In: *Nature Sustainability*. 2018, 1 (12): 782-789.
21. YAKOOT, M., SALEM, A. *Spirulina platensis* versus Silymarin in the treatment of chronic hepatitis C virus infection. A pilot randomized, comparative clinical trial. In: *BMC Gastroenterol*. 2012, 12:32.

22. PETIT, L., VERNES, L., CADORET, J. *Docking and in silico toxicity assessment of Arthrospira compounds as potential antiviral agents against SARS-CoV-2*. https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-40890/v1.
23. KIRAN RAJ, T., RANJITHKUMAR, R., KANTHESH, B. M., GOPENATH, T.S. C-phycocyanin of *Spirulina plantesis* inhibits nsp12 required for replication of SARS-Cov-2: a novel finding in-silico. In: *IJPSR*, 2020; 11(9): 4271-4278.
24. BULIMAGA, V., PISOVA, M., ZOSIM, L. Acidic polysaccharides directed synthesis at cyanobacterium *Spirulina platensis* CNM CB-02. În: *Studia Universitatis, Real and Natural Sciences*. 2017, 1(101): 46-50.
25. BULIMAGA. V., ZOSIM. L., TROFIM. A., REVA. V., BULIMAGA. M.-B. Study of polysacharides produced by cyanobacteria *Spirulina platensis* in mixtrophic cultivation. În: *Studia Universitatis Moldaviae. Ştiinţe reale şi ale naturii.* 2019, nr. 1(121):34-41.
26. BULIMAGA, V., ZOSIM, L., PISOVA, M., REVA, V. Process for obtaining of Se-exopolisaharides produced by cyanobacterium *Spirulina platensis*. In: *Studia universitatis, Real and Natural Sciences*. 2017, 6(106): 24-29.
27. BULIMAGA, V., ZOSIM, L., TROFIM, A., PISOVA, M. Procedures of obtaning of exopolysaccharides produced by cyanobacteria *Spirulina (Arthrospira) platensis* and *Nostoc linckia*. In: *Annals of the University of Oradea, Fascicula biology*. 2018, 25(1), pp.7-13.
28. ZOSIM, L., BULIMAGA, V., RUDIC, V., GULEA, A., ŢAPCOV, V. Innovative process for increasing the content of acidic polysaccharides in the cyanobacterium *Spirulina platensis*. In: *Intelectus*, 2019, 1-2:139-142.
29. BULIMAGA, V. et al. Antioxidant capacity of peptide fractions obtained from phycocyanin in enzymatic hydrolysis: *Theses at the Scientific Conference "Integration through research and innovation*, 28-29 septembrie 2016, Chişinău, pp. 46-49.

# FUNCȚIONALITATEA SISTEMULUI REPRODUCTIV AL BĂRBAȚILOR INFECTAȚI CU VIRUSUL SARS-COV-2

*Valentina CIOCHINĂ, Ion BALAN, Vlada FURDUI, Nicolae ROȘCA*
*Institutul de Fiziologie și Sanocreatologie*

**CZU: 616.699:616.98:578.834**

*valentina.ciochina@gmail.com*,
*balanion@rambler.ru*
*vlada.furdui@mail.ru*
*nicolaerosca27@gmail.com*

Unul dintre subiectele noi de profil, discutate în ultimul timp, este impactul COVID-19 asupra fertilității masculine. Primele observații au dat naștere la multe temeri, presupuneri și teorii, care de multe ori nu sunt susținute de dovezi constatate și argumentate. Actualmente, un număr mare de echipe de cercetare din întreaga lume investighează în plan fundamental și aplicativ, și continuă să acumuleze și să sintetizeze date științifice referitoare la această problemă. Interesul oamenilor de știință vizavi de această problemă a sporit odată cu determinarea vulnerabilității sistemului reproductiv masculin la acțiunea virusului SARS-CoV-2.

În prezent, există o serie de studii concepute pentru a determina dacă virusul SARS-CoV-2 este prezent în materialul seminal al pacienților care se recuperează după COVID-19 și pentru a descrie profilul de expresie a genelor enzimei de tip 2 de conversie a angiotensinei (ACE2) și serinei proteazei transmembranare de tip 2 (TMPRSS2) în testicul [1-5]. Practic, toate publicațiile științifice afirmă existența proceselor inflamatorii (s-au depistat variate simptome de orhită), dar virusul nu a fost stabilit nemijlocit în material seminal. Într-o serie de cercetări care mai continuă, s-a ajuns la concluzia că dereglările influențate de virus sunt foarte evidente în perioada agresivă a bolii cu o diminuare treptată și este mai puțin probabil ca infecția cu SARS-CoV-2 să acorde efect pronunțat pe termen lung asupra funcției de reproducere masculină.

Pentru a face anumite clarități și a înțelege problema abordată, este necesar a supune cercetării mecanismul de interacțiune a virusului COVID-19 și gazdei nemijlocit în spermatozoizi. Cercetările performante în acest domeniu au demonstrat că la persoanele afectate cu COVID-19 (n=84) în comparație cu lotul martor (n=105) are loc majorarea semnificativă a activității enzimatice a ACE2 în plasma spermatică (IL-1β, IL-6, IL-8, IL-10, TGF-β, TNF-α, IFN- α, IFN- γ, AFC, Caspaza-8, Caspaza-9 și Caspaza-3 ($p<0,05$)) [6]. Un alt vector de cercetare este identificarea modificărilor indicilor spermatici sub influența infecției cu coronavirus. Ferran García José și colab. afirmă că SARS-CoV-2 este asociat cu scăderea numărului de spermatozoizi și a motilității lor, precum și cu devieri morfologice anormale ale acestora. Mai mult, SARS-CoV-2 poate interacționa cu receptorii enzimei de conversie a angiotensinei 2, care sunt prezenți în țesuturile testiculare și, potrivit mecanismului de acțiune, poate

influența procesul de spermatogeneză. Concomitent, autorii raportează o creștere a nivelurilor serice de hormon luteinizant la bărbații cu COVID-19 și o scădere semnificativă a raporturilor T / LH și FSH / LH (hipogonadismul subclinic) [7]. De asemenea, cercetările cu privire la examinările și investigațiile histologice ale țesuturilor testiculare au demonstrat că toți 11 pacienți, implicați în cercetare, au avut leziuni în țesutul testicular asociate cu decesul provocat de infecția COVID-19, sau o scădere semnificativă a numărului de celule Leydig și Sertoli [8]. În același timp, 4 din 11 s-au dovedit a avea leziuni severe ale țesutului testicular. În același timp, virusul SARS-CoV-2 nu a fost detectat în țesutul testicular în nici un caz. Prin urmare, pe baza acestor informații, este imposibil de răspuns la întrebarea: care este cauza modificărilor constatate? Dintre care cele mai frecvente sunt vulnerabilitatea și agresivitatea specifică a virusului, faptul că pe parcursul perioadei de diminuare și atenuare a funcțiilor vitale ale organismului până la moartea aparentă, pacienții s-au aflat un oarecare timp în stare gravă. Ultimele pot fi șocul și starea septică, însoțite de dereglarea circuitului sanguin și hipoxia tuturor țesuturilor, care manifestă, fără excepție, acțiune negativă asupra viabilității tuturor sistemelor și organelor. Mai mult, pacienții menționați au fost supuși terapiei intensive, care a inclus o gamă optimă și variată de diferite medicamente. În cercetare s-a stabilit că, deoarece nemijlocit înainte de moarte, pacienții se află ceva timp, în funcție de succesul măsurilor de reanimare, în stările terminale anterioare morții, care, de asemenea, pot provoca leziuni tisulare și dereglări funcționale ale organelor și țesuturilor sistemului reproductiv. Rezultate similare au fost obținute în următorul studiu, al cărui scop a urmărit determinarea posibilelor impacturi ale infecției COVID-19 asupra parametrilor materialului seminal masculin, cercetarea și analiza materialului seminal în prezența materialului genetic – ARN SARS-CoV-2 la bărbații recuperați după afectare și la bărbații cu o varietate activă de infecție COVID-19 [9]. ARN-ul SARS-CoV-2 nu a fost determinat în niciuna dintre probele cercetate de material seminal.

*Tabel*

Parametrii spermatici ai pacienților testați pozitiv cu virusul COVID-19
cu prezența și lipsa febrei în timpul manifestării infecției [9]

| Grupul de pacienți | Numărul de persoane, n | Parametrii materialului seminal | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Volumul ejaculatului, ml | Concentrația spermatozoizilor, $10^6$/ml | Total număr de: | | |
| | | | | Spermatozoizi per ejaculare, $10^6$ | Spermatozoizi cu motilitate progresivă, $10^6$ | Spermatozoizi cu motilitate deplină, $10^6$ |
| **Absența febrei** | 8 | $2.8 \pm 0.9^a$ | $100.9 \pm 31.1^b$ | $283.6 \pm 124.0^b$ | $142.0 \pm 93.2$ | $185.6 \pm 122.1^a$ |
| **Prezența febrei** | 10 | $1.8 \pm 0.9^a$ | $60.0 \pm 66.8^b$ | $119.0 \pm 147.5^b$ | $62.8 \pm 93.8$ | $73.4 \pm 106.3^a$ |

La fel, în cercetare, atât la pacienții din grupele experimentale, cât si cele de control nu s-au stabilit modificări semnificative ale calității spermei și nu au fost estimate diferențe statistice autentice referitoare la parametrii de calitate ai materialului seminal:

concentrația celulelor reproductive, numărul total de spermatozoizi per ejaculat, gradul de motilitate a gameților și asupra supraviețuirii spermiilor. Autorii au analizat, de asemenea, efectul temperaturii corporale a subiecților incluși în cercetare asupra parametrilor materialului seminal, indiferent de gravitatea de manifestare a bolii.

Rezultatele cercetărilor prezentate în Tabel demonstrează, în mod convingător, că parametrii materialului seminal sunt influențați în primul rând de valoarea temperaturii corporale crescute, urmați de severitatea bolii. Datele Tabelului sunt destul de importante pentru cercetarea influenței infecției COVID-19 asupra sistemului reproductiv.

În contextul celor expuse, în viziunea noastră, este oportună continuarea studiului pe perioade stabilite ale spermatogenezei, prin repetări adecvate și cu evidența gradului de agresivitate asupra sistemului reproductiv al virusului SARS-CoV-2.

***Referințe:***

1. FENG, P. et al. No evidence of severe acute respiratory syndrome-coronavirus 2 in semen of males recovering from coronavirus disease 2019. In: *Fertil Steril*, 2020, no.113(6), pp.1135-1139.
2. STANLEY, K.E., THOMAS, E., LEVER, M., DAGAN, W. Coronavirus disease-19 and fertility: viral host entry protein expression in male and female reproductive tissues. In: *Fertil Steril*, 2020, no.114(1), pp.33-43.
3. KAYAASLAN, B. et al. Investigation of SARS-CoV-2 in Semen of Patients in the Acute Stage of COVID-19. In: *Urol Int*, 2020, no.104(9-10), pp.678-683.
4. BALDI, G.C. et al. SARS-CoV-2 infection, male fertility and sperm cryopreservation: a position statement of the Italian Society of Andrology and Sexual Medicine. In: *J. Endocrinol Invest*, 2020, no. 43(8), pp.1153-1157.
5. PAYNE, K. et al. Twenty-First Century Viral Pandemics: A Literature Review of Sexual Transmission and Fertility Implications in Men. In: *Sex Med Rev*, 2020, no.8(4), pp.518-530.
6. MALEKI, B.H. et al. COVID-19 and male reproductive function: a prospective, longitudinal cohort study. In: *Reproduction*, 2021, no.161 (3), pp.319-331.
7. JOSÉ, G.F. et al. SARS-CoV-2 infection: implications for sexual and reproductive health. A position statement of the Asociación Española de Andrología, Medicina Sexual y Reproductiva. In: *Rev Int Androl*, 2020, no.18(3), pp.117-123.
8. YANG, M. et al. Pathological Findings in the Testes of COVID-19 Patients: Clinical Implications. In: *European Urology Focus*, 2020, no.15, 6(5), pp.1124-1129.
9. HOLTMANN, N. et al. Assessment of SARS-CoV-2 in human semen – a cohort study. In: *Fertil Steril*, 2020, no.114(2), pp.233-238.

# PERSPECTIVE ȘI TEHNOLOGIE DE CULTIVARE A HRANEI VII DE START PENTRU PEȘTI PE EXEMPLUL POLICULTURII DE *AULOPHORUS FURCATUS* (OKEN, 1815) ȘI *PARAMECIUM CAUDATUM* (EHRENBERG, 1833)

*Vadim RUSU, Iuri NEDBALIUC, Ion CROITORU*

**CZU: 639.3.043:639.5:595.142.3**

*vadyrus@gmail.com,*
*nedbaliuc.iuri@gmail.com,*
*ioncroitoru1975@gmail.com*

Problema hranei inițiale pentru hrănirea peștilor tineri în stadiul incipient este parte a celor mai importante aspecte ale pisciculturii industriale. Hrana vie pentru pești nu este doar o parte a dietei bogată în proteine, dar și o componentă necesară a formării instinctelor naturale în condiții acvaculturale. Astfel, activitatea motorie a peștilor crește dacă aceștia sunt hrăniți cu hrană vie, larvele lor încep consumul de furaje uscate mai ușor, la ele se dezvoltă reflexele de căutare a hranei și crește pofta de mâncare. În plus, hrana vie pentru peștii de acvariu de specii prădătoare este obligatorie, deoarece în absența ei au loc tulburări ale sistemului reproductiv. În general, utilizarea rațională a organismelor furajere vii ajută la evitarea contaminării apei prin furaje nemâncate, care constituie reziduuri la creșterea peștilor.

Problema găsirii și îmbunătățirii schemei tehnologice pentru cultivarea nevertebratelor mici ca hrană „inițială” pentru creșterea larvelor de pești, în ciuda anumitor succese, nu își pierde relevanța în legătură cu dezvoltarea în continuare a pisciculturii și cu tranziția la metodele industriale de piscicultură. Acest lucru poate fi confirmat de faptul că utilizarea procedeelor existente pentru cultivarea rotiferelor și a cladocerelor mici la scară industrială s-a dovedit a fi ineficientă. În prezent, este dificil de adus exemplul unui incubator de pești sau al unei secții specializate de reproducere a peștilor, în care ar fi organizată creșterea industrială a larvelor de pești pe culturi de crustacee mici și rotifere. În procesul de identificare a unor obiecte adecvate pentru cultivarea furajelor inițiale pentru fermele piscicole (instalații închise de alimentare cu apă), viermii oligocheți, și anume, *Aulophorus furcatus*, au intrat în zona de interes pe această problemă. Acest obiect este unul dintre deținătorii de recorduri în ceea ce privește creșterea biomasei (dublată în 72 de ore), ușurința cultivării și întreținerea culturii. Prin respectarea anumitor cerințe de creștere și recuperare a mediului, într-un rezervor de 100 de litri, se pot obține până la 700 g de producție zilnică. Un alt avantaj al cultivării *Aulophorus* este prezența constantă a ciliatului *Paramecium*, care constituie, de asemenea, unul dintre furajele inițiale pentru peștii tineri, iar focarele bacteriene care se dezvoltă pe deșeurile produse de *Aulophorus* oferă hrană populației de ciliați cu o densitate de până la 40 mii indivizi/cm$^3$ în prezența aerării sau 6-8 mii exemplare/cm$^3$ fără aerare (evaluarea a fost efectuată prin metoda de diluare urmată de numărarea în camera Goryaev). O

revizuire a lucrărilor științifice a arătat că specia menționată mai sus poate fi utilizată ca aditiv cu conținut ridicat de proteine la hrana principală și în perioada de prereproducere, având în vedere conținutul caloric ridicat al acesteia. Protozoarele sunt principalul aliment viu pentru cele mai mici larve de pește. Parameciul (*Paramecium caudatum*) și alte specii de protiste animaloide sunt cele mai utilizate pe scară largă ca hrană vie. Paramecii sunt protozoare care se reproduc prin diviziune celulară simplă. În condiții optime, aceştia se înmulțesc foarte intens. Se hrănesc cu bacterii, microalge, detritus fin și materie organică dizolvată. Pot fi cultivaţi în diverse recipiente – bazine, cuști din polietilenă, aparate Weiss. În timpul cultivării, se utilizează diverse medii bacteriene, algale și de drojdie, de exemplu, infuzie de fân. O dată la 3-4 zile, *Paramecium* este prelevat din cuști și introdus în bazinul de cultivare a peştilor. Producția lor este de 15- 25 g/m$^3$ pe zi.

Scopul acestei lucrări este de a examina caracteristicile cultivării oligocheţilor *Aulophorus* folosind diverse metode, posibilitățile și perspectivele utilizării lor ca obiecte furajere în acvacultură, de a determina procedeul care ar necesita cel mai puțin consum de muncă și ar reprezenta cel mai eficient mod de creștere a *Auloforus furcatus* în cantități suficiente pentru hrănirea peștilor juvenili în fazele incipiente ale dezvoltării.

*Aulophorus* (*Dero furcata* sau nume sinonime – *Nais furcatus, Aulophorus furcatus*) este un reprezentant al apelor dulci din familia viermilor oligocheţi *Naididae*. Au un mod caracteristic, oscilator, şerpuitor de mișcare. *Aulophorus* este comun în zonele climatice de la cea temperată la cea tropicală; preferă apa proaspătă, bogată în materie organică. Se hrănește cu detritus ca nămol, bacterii, reziduuri de plante. Corpul este roz, cu lungimea de până la 20 mm și grosimea de aproximativ 0,2 mm, fiind împărțit în inele separate sau segmente. *Aulophorus* este sensibil la lipsa de oxigen din apă; în condițiile conținutului său redus colonia lor sub formă de „sferă" se descompune în indivizi. Aceştia din urmă plutesc la suprafață, unde conţinutul în oxigen este mai mare și ulterior formează o nouă colonie. De obicei, cu un conținut suficient de oxigen în apă, vor forma colonii mari în partea de jos și cu o scădere a acestui indicator formează altele mai mici și în straturile superioare de apă. Cultivarea *Aulophorus* se bazează pe capacitatea sa de a forma colonii pe un substrat nutritiv. Partea frontală a corpului viermelui este introdusă în substraturi, iar cea din spate, cu branhii, se găseşte în apă. În rezervorul de apă viermele este dispersat pe întreaga zonă, concentrându-se în continuare în colonii mici la suprafața apei, de-a lungul pereților sau în partea inferioară a rezervorului. *Aulophorus* este cultivat în recipiente largi și joase din materiale inerte, precum sticla, plasticul, argila.

Folosind cercetările noastre anterioare, am luat ca bază două metode de întreținere a culturii de *Aulophorus*: 1 – metoda semiuscată de creștere pe un substrat de cauciuc spumant; 2 – metoda de creștere în rezervoare cu apă pe hrănitoare plutitoare. Metoda semiuscată reprezintă creșterea oligocheţilor pe covorașe de cauciuc spumant cu grosimea de aproximativ 30 mm, cu condiția ca covorașele să iasă la 2-3 mm deasupra apei și hrana să fie aplicată pe o suprafață umedă, dar neinundată. A doua

metodă se caracterizează prin aceea că cultivarea viermilor *Aulophorus* are loc în rezervoare cu un nivel al apei de 20-30 cm, fără substrat, dar cu aerare intensivă și hrănire cu alimentatoare plutitoare având fund de plasă. Furajul este introdus în conformitate cu consumul acestuia. Schimbarea apei în ambele metode de cultivare se efectuează zilnic. Când este folosit pentru metoda semiuscată de creștere, substratul de cauciuc spumant trebuie spălat, deoarece acumulează dejecțiile viermilor. Recipientele din ambele variante sunt închise cu grijă pentru a preveni intrarea musculiței *Drosophila* și dezvoltarea larvelor sale, care suprimă dezvoltarea coloniilor de *Aulophorus*. Au fost testate mai multe opțiuni de alimentare – morcovi fierți, dovleac fiert, făină de iarbă, fulgi de ovăz, granule zdrobite pentru pești Tetra Cichlid.

Cantitatea de furaj introdusă în cuvetă este aproximativ egală cu biomasa viermilor, altfel apa se deteriorează rapid și colonia moare. Cu puțin timp înainte de consumul complet al furajelor, este necesară introducerea porțiunii următoare de hrană. Apa este înlocuită prin deschiderea cuvetei și apăsarea ușoară a buretelui sau cauciucului spumant de câteva ori. Acest lucru permite spălarea din porii săi a murdăriei și a deșeurilor produse de viermii cultivați. După aceea, cauciucul spumant sau buretele sunt scoase din cuvă și toată apa este turnată din ea într-un recipient separat pentru decantarea ulterioară printr-o sită fină, urmărindu-se colectarea viermilor. Rezultate de creștere mai stabile și cel mai mare câștig de biomasă au fost obținute atunci când viermii *Aulophorus* au fost hrăniți cu făină de ovăz și granule Tetra Cichlid, prin metoda cultivării pe hrănitoare plutitoare. Creșterea biomasei în ambele variante a fost de 75-82% pe zi. Dar, dacă se ia în considerare diferența mare dintre costurile substraturilor de cultură, atunci făină de ovăz va avea un avantaj clar. Experiența cultivării *Aulophorus furcatus* și-a demonstrat eficiența ridicată, fezabilitatea și disponibilitatea chiar și în comparație cu cultivarea rotiferelor, a moinei și incubația crustaceelor cladocere. Hrănirea viermilor *Aulophorus* este simplă și rentabilă; aceştia pot fi hrăniți cu legume (dovlecei, morcovi, varză, dovleac) și fructe, ierburi (urzică, trifoi, păpădie), cereale (fulgi de ovăz).

*Lucrarea a fost realizată în cadrul proiectelor* ***20.80009.7007.23*** *şi* ***20.80009.7007.11***.

# ACŢIUNEA MEDIILOR DE REHIDRATARE ÎN BAZA NANOPARTICULELOR ASUPRA VIABILITĂŢII MICROMICETELOR LIOFILIZATE

*Tamara SIRBU, Ion TIMUŞ*
*Institutul de Microbiologie şi Biotehnologie*

**CZU: 579.6**

*tfsirbu@gmail.com*

Ultima etapă importantă a liofilizării este rehidratarea. În calitate de medii de rehidratare a micromicetelor liofilizate sunt folosite diferite medii nutritive, laptele degresat, apa distilată etc. Procedeele de rehidratare şi condiţiile de regenerare a microorganismelor după liofilizare exercită o influenţă majoră asupra viabilităţii acestora. Rehidratarea include trei procese simultane: absorbirea apei în materialul uscat, umflarea şi readucerea la forma iniţială a materialelor solubile, amploarea cărora depinde de gradul de afectare a structurii celulare şi de modificările chimice cauzate de deshidratare. Acest proces se produce cu degajarea căldurii, majorarea concentraţiei de electroliţi, oscilaţii necontrolate ale pH-ului, astfel încât mediile de regenerare utilizate, temperatura şi viteza de hidratare sunt factori esenţiali deloc neglijabili vizavi de păstrarea viabilităţii microorganismelor studiate [1-3]. Un rol important îl joacă şi temperatura de rehidratare. Astfel, Ray şi colaboratorii săi au ajuns la concluzia că numărul celulelor viabile rehidratate la temperatura de 15-25$^0$C este mult mai mare decât al celor rehidratate la 35 şi 45$^0$C [4]. Viabilitatea maximă a bacteriilor, fungilor, actinobacteriilor a fost obţinută la temperatura de 18-28ºC, iar temperaturile >30°C sunt sugerate pentru celulele mai mari, cum ar fi drojdiile [5-7].

Scopul cercetărilor a constat în studierea acţiunii mediilor de rehidratare în baza nanoparticulelor de $Fe_2O_3$ şi $Fe_2ZnO_4$ asupra viabilităţii tulpinilor de micromicete după liofilizare.

**Materiale şi metode.** A fost studiată viabilitatea a 20 de tulpini de micromicete din Colecţia Naţională de Microorganisme Nepatogene (CNMN) după liofilizare. Tulpinile studiate aparţin genurilor: *Aspergillus* (5), *Trichoderma* (5), *Penicillium* (10).

În calitate de medii de rehidratare a micromicetelor liofilizate a fost utilizată apa distilată şi soluţiile de nanoparticule $Fe_2O_3$ şi $Fe_2ZnO_4$ în trei concentraţii (mg/l): 0,05; 0,1; 1,0.

Pentru rehidratarea culturilor liofilizate în fiecare flacon cu cultura liofilizată, a fost introdus cite 1 ml apă distilată, sterilă, sau una din soluţiile cu nanoparticule menţionate. Rehidratarea a fost efectuată la temperatura de 28ºC timp de 2 ore. După 2 ore de rehidratare şi efectuarea diluţiilor succesive, suspensia a fost inoculată în cutii Petri pe mediul Czapek, iar după incubarea la 28°C timp de 4-10 zile au fost numărate celulele formatoare de colonii (UFC). Numărul de celule viabile a fost exprimat prin *log*10 al unităţilor formatoare de colonii (UFC) în 1,0 ml de suspensie, apoi calculată în % comparativ cu varianta martor [8].

**Rezultate şi discuţii.** La prima etapă a fost determinată concentraţia optimă a soluțiilor de nanoparticule (NP) $Fe_2O_3$ şi $Fe_2ZnO_4$, utilizate în calitate de mediu de rehidratare. Au fost montate trei variante cu NP de $Fe_2O_3$ şi $Fe_2ZnO_4$ în trei concentraţii (mg/L): 0,05; 0,1; 1,0 şi varianta martor ($H_2O$ distilată), luându-se în studiu trei tulpini de micromicete din genul: *Penicillium, Aspergillus, Trichoderma* (Tab.).

*Tabel*

Viabilitatea tulpinilor de micromicete după liofilizare în funcţie de concentraţia de nanoparticule utilizate în mediul de rehidratare

| **Tulpina** | **Nanoparticulele în mediul de rehidratare** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **$Fe_2O_3$ (mg/l)** | | | **$Fe_2ZnO_4$ (mg/l)** | | |
| | **0,05** | **0,1** | **1,0** | **0,05** | **0,1** | **1,0** |
| *Penicillium viride* CNMN FD 09 | 99,4±0,6 | 94,4±1,1 | 92,8±1,1 | 101,4±1,5 | 100,4±1,2 | 99,7±1,3 |
| *Aspergillus fumigates* CNM FA 04 | 99,4±0,6 | 94,4±1,1 | 92,8±1,1 | 101,4±1,5 | 100,4±1,2 | 99,7±1,3 |
| *Trichoderma harzianum* CNMN FD 16 | 98,1±1,1 | 100,2±1,0 | 98,1±1,1 | 98,1±1,1 | 99,2±0,9 | 97,5±1,6 |

Conform datelor prezentate în Tabel, putem constata că viabilitatea tulpinilor *P.viride* FD 09 şi *A. fumigatus* FA 04 după rehidratare în variantele cu concentraţia NP de $Fe_2O_3$ 0,1mg/L şi 1,0 mg/L a fost mai mică comparativ cu viabilitatea obţinută în varianta martor, iar a tulpinii *T. harzianum* FD 16 a fost aproape de nivelul martorului. Numai în varianta în care concentraţia NP $Fe_2O_3$ a fost de 0,05 mg/l viabilitatea celor trei tulpini studiate a fost aproape de nivelul martorului (98-100% comparativ cu M). La suplimentarea în mediul de rehidratare a NP de $Fe_2ZnO_4$, viabilitatea tulpinilor studiate a variat în limitele variantei martor, cu mici devieri (± 1-2%).

Conform rezultatelor obţinute, mai benefic asupra viabilităţii tulpinilor au acţionat NP $Fe_2O_3$ şi $Fe_2ZnO_4$, suplimentate în mediul de rehidratare, în concentraţie de 0,05 şi 0,1mg/l. Astfel, pentru rehidratarea tuturor tulpinilor au fost utilizate NP în concentraţie de 0,05 şi 0,1 mg/l.

Rezultatele obţinute au demonstrat că rehidratarea tulpinilor din genul *Penicillium* cu soluţii de NP $Fe_2O_3$ în concentraţie de 0,05 şi 0,1 mg/l acţionează diferit asupra viabilităţii. Diminuări semnificative ale viabilităţii de 6-9%, comparativ cu M, au înregistrat 3 din cele 10 tulpini strudiate, la utilizarea concentraţiei NP 0,5 mg/l. La restul tulpinilor, viabilitatea după rehidratare a variat în limitele ±3% faţă de M ($H_2O$). În cazul rehidratării tulpinilor cu soluţii de NP $Fe_2ZnO_4$, de asemenea au fost observate diminuări semnificative de 6-10% la două tulpini în varianta $H_2O$ + 0,05 mg/L NP $Fe_2ZnO_4$, iar la trei tulpini stimulari de 7-8% în ambele variante testate. Viabilitatea celorlalte tulpini a variat în limitele ±3% faţă de martor ($H_2O$).

Viabilitatea tulpinilor din genul *Aspergillus*, rehidratate cu soluţia de NP $Fe_2O_3$ a fost diferită. Astfel, utilizarea soluţiei de NP $Fe_2O_3$ în concentraţie de 0,5 mg/l a acţionat negativ asupra celor 5 tulpini din genul *Aspergillus*, diminuând viabilitatea

acestora cu 5-8%, iar la utilizarea concentraţiei de 0,1 mg/l diminuări semnificative de 8-10% au fost înregistrate numai la două tulpini, la trei tulpini fiind înregistrate stimulări nesemnificative de 2…4%. În variantele cu NP de $Fe_2ZnO_4$, la trei tulpini au fost înregistrate diminuări de 3-10%, viabilitatea celorlalte fiind la nivelul martorului.

La tulpinile din genul *Trichoderma*, diminuări ale viabilităţii de 3-6% au înregistrat trei tulpini în variantele cu NP $Fe_2O_3$, iar viabilitatea la două tulpini a fost la nivelul martorului. De asemenea, diminuări de 3-6% au fost înregistrate la trei tulpini în cazul utilizării 0,5 mg/l NP de $Fe_2ZnO_4$, iar la utilizarea NP în concentraţie de 0,1mg/l, viabilitatea tulpinilor a fost la nivelul martorului.

**Concluzii.** Rezultatele obţinute au demonstrat că, NP de $Fe_2O_3$, şi NP $Fe_2ZnO_4$ suplimentate în mediul de rehidratare a micromicetelor, au influenţat diferit în funcţie de tulpină şi concentraţia de NP utilizată. La unele tulpini din genul *Penicillium* s-a înregistrat o stimulare (mai semificativ în variantele cu NP de $Fe_2ZnO_4$) de 7-8%, iar la altele o diminuare de 6-9% faţă de martor. Drept rezultat al rehidratării tulpinilor din genul *Aspergillus* şi *Trichoderma,* în prezenţa NP, viabilitatea în majoritatea cazurilor a fost diminuată cu 5-10%, viabilitatea celorlalte fiind la nivelul martorului.

***Referinţe:***

1. MORGAN, C.A., HERMAN. N., WHITE, P.A., VESEY G. Preservation of micro-organisms by drying: a review. In: *J Microbiol Methods*, 2006, 66(2), pp.183-193.
2. ГОЛОВАЧ, Т.Н., ГРАМА, Л.И. Влияние криоконсервации и лиофилизации на синтез екзополисахарида и жизнеспособность *Xantomonas campestris pv. campestris* IMB B -7001. B: *Мікробіологічный журнал*, 2013, т. 75, № 1, сс. 14-20.
3. СЛАБОВА, О.И., НИКИТИН, Д.И. Взаимосвязь температурных условий на проявление стресса у олиготрофных бактерий. B: *Микробиология,* 2004, т. 73, № 6, сс.738- 762.
4. RAY, B., BEDZYC, J., BUSTA, F. Effect of rehydration on recovery, repair and growth of injured freeze-dried Salmonella anatum. In: *Applied Microbiology*, 1971, 22 (2), pp.184-189.
5. BURŢEVA, S., POSTOLACHI, O. Selectarea mediilor de protecţie şi regenerare pentru liofilizarea tulpinilor de streptomicete. În: *Conf. şt. naţ. consacrată celei de-a 50 aniversări de la fondarea Secţiei de Microbiologie, „Probleme actuale ale microbiologiei şi biotehnologiei”*. Chişinău, 5-6 octombrie, 2009, pp. 35-36.
6. SIRBU, T., MOLDOVAN, C., TURCAN O. Assessment of micromycetes viability from National Collection of Non-pathogenic Microorganisms after 15 years of storage. In: *Analele Universităţii din Oradea, Fascicula Biologie*, 2021, 28 (1), pp.78-84. ISSN 1224-5119.
7. PRAKASH, Om, NIMONKAR, Yogesh, DESAI, Dhananjay. A recent overview of microbes and microbiome preservation. In: *Indian J Microbiol*, 2020, 60(3), pp. 297-309. doi: 10.1007/s12088-020-00880-9.
8. MUÑOZ-ROJAS, J. et al. Involvement of cyclopropane fatty acids in the response of *Pseudomonas putida* KT2440 to freeze-drying. In: *Applied Environmental Microbiology*, 2006, vol. 72, no. 1, pp. 472-477.

*Cercetările au fost efectuate din cadrul Proiectului* ***nr. 20.80009.7007.09*** *(ANCD)*

# IMPACTUL REMEDIULUI ZooBioR DIN SPIRULINĂ ASUPRA STĂRII FUNCȚIONALE A FICATULUI LA GĂINI ÎN PRIMA PERIOADĂ DE OUAT

*Vasile MACARI, Gheorghe PISTOL, Ana ROTARU, Victor PUTIN,*
*Liliana ROTARI, Natalia PAVLICENCO, Iurie CHIȘLARI*
*Universitatea Agrară de Stat din Moldova*
**CZU: 619:636.52/.58.084.51** *macvasile@mail.ru*

Perioada modernă în care trăim obligă practica și știința zooveterinară, inclusiv biologică, să răspundă cât mai prompt la exigențele consumatorului cu privire la calitatea produselor alimentare, prin impunerea unor standarde de calitate foarte înalte, concretizate prin siguranța alimentară. În plus, soluțiile găsite nu trebuie să afecteze sănătatea animalelor [2,3,5]. Respectiv, în contextul interzicerii antibioticelor furajere și a substanțelor hormonale în calitate de promotori de creștere și stimulatori ai potențialului productiv, literatura de specialitate evidențiază rolul remediilor medicamentoase de origine naturală, în special vegetală, în menținerea sănătății și fortificarea potențialului productiv la păsări [1,2,3,4]. Astfel, se impune evidențierea perspectivei utilizării unei noi categorii de remedii medicamentoase de origine naturală obținute din cianobacteria *Spirulina platensis,* inofensive pentru animale, om și mediul ambiant. Din aceste considerente, în următoarea lucrare s-au analizat anumiți parametri markeri ai metabolismului mineral la găinile ouătoare tinere, pentru a observa dacă sănătatea acestora nu a fost prejudiciată, în urma utilizării remediului nou-testat.

Cercetările s-au desfășurat pe un număr de 70 de găini, împărțite în cinci loturi (a câte 14 cap/lot), cât mai omogene din punctul de vedere al masei corporale, aparținând hibridului Braun-Nic. În plus, găinile incluse în studiu au fost analoge din punctul de vedere al originii, vârstei, stării fiziologice, fiind cazate în aceeași hală, cu aceleași condiții de mediu și asistență veterinară. La 4 loturi de găini hrana a fost suplimentată cu produsul ZooBioR în diferite doze (5,0; 10,0; 15,0; 20,0 mg substanță activă/kg furaj). Pe durata perioadei experimentale, au fost înregistrați unii parametri markeri ai metabolismului mineral la nivel de ser sanguin, recoltarea probelor de sânge făcându-se la debutul experimentului (de la 5 păsări aleatoriu); pe parcursul studiului; de la câte 5 păsări din fiecare lot – la cca 1 lună de la debut; precum și ulterior la finele acestui experiment. După recoltare, probele au fost centrifugate și analizate.

În baza examinării păsărilor pe o perioadă de cca 4 luni de zile, s-a stabilit că remediul testat nu a provocat reacții adverse la nivelul tractului gastrointestinal sau la nivelul întregului organism al găinilor. Totodată, produsul ZooBioR ameliorează starea de sănătate a găinilor aflate în prima fază de ouat, invocând proprietăți anistresorii și adaptative, lucru bănuit atât prin valori mai reduse ale temperaturii corporale, cât și a mișcărilor respiratorii. Rezultatele cercetărilor denotă o acțiune importantă a

produsului testat asupra metabolismului mineral. În plus, s-a stabilit că concentrația de Ca în ser la puicuțele intacte la debutul seriei experimentale a fost de 2,52±0,09 mmol/l, valoarea cea mai joasă pe parcursul cercetării, fenomen care explică rolul acestui element chimic în procesul de formare a oului. La prima etapă experimentală, concentrația Ca are o tendință de creștere marcantă la puicuțele din toate loturile, la LM, fiind în medie de – 3,44±0,08mmol/l (o creștere de 1,4 ori, sau de 36,5%, $p<0,001$). ZooBioR a izbutit să mențină la cote mai mici nivelul Ca în circuitul sanguin față de valorile LM la prima cercetare, fapt ce reprezintă o scădere de 0,6-10,0%, fenomen explicat probabil prin utilizarea intensă a Ca în primele luni de ouat. Valoarea acestui indice, la sfârșitul studiului, la păsările din LE 1 (doză minimă de produs testat) nu diferă față de LM, pe când la celelalte 3 loturi experimentale (LE 2, 3 și 4) are loc o tendință de creștere a Ca în ser față de LM, ceea ce reprezintă o creștere de 5,9-10,2%, fapt ce probabil atestă atât asigurarea organismului cu Ca, cât și utilizarea mai intensă a acestui element chimic, fără a atinge o semnificație statistică, dar incontestabil pozitivă. Tendințe similare au fost constatate și de către alți cercetători care au administrat la păsări, atât produse obținute din spirulină (remediul BioR), cât și a suplimentului din această microalgă [4,8]. Mai mulți savanți, studiind efectele remediilor cu proprietăți biologic active, au demonstrat că conținutul de Ca în serul sanguin la păsări este mai mare, comparativ cu păsările intacte [1,7,8].

Studiul a demonstrat că fosforul (P), la prima etapă de studiu, are o tendință marcantă de diminuare, atingând nivelul cel mai jos la LM, scăderea fiind de 2,6 ori față de fond ($p<0,01$). Tendința de diminuarea P în ser persistă și la LE, reprezentând o scădere de 2,5-1,5 ori față de fond, fapt ce confirmă atât implicarea benefică a produsului ZooBioR, cât și tendința fiziologică de scădere a fosforului seric la găinile tinere în primele 1-2 luni de ouat. În plus, nivelul P la toate LE a fost mai diminuat față de lotul de referință, scăderea fiind de 1,1-73,0% ($p<0,05$, pentru LE 3 și 4). La finele studiului, la păsările din LE 1, 2 și 3 nivelul P se menține la un nivel mai jos față de LM, fapt ce reprezintă o scădere cu 12,1-25,8%, fără a atinge o semnificație statistică, fenomen considerat pozitiv prin prisma literaturii de specialitate [4].

În ceea ce privește interdependență și raportul Ca/P, care reflectă derularea metabolismului mineral în organism, la găini, în primele zile de ouat, este de – 1,33, fiind cel mai mic pe durata întregului studiu. La prima etapă de cercetare, la cca 1 lună de experiment indicele investigat la LE este cu 0,29-2,18 unități mai diminuat față de LM, fenomen ce atestă implicarea benefică a produsului testat în derularea proceselor metabolice, cu implicarea în special a Ca și P. La finele studiului (la cca 4 luni de experiență) a avut loc diminuarea acestui indice la LM de 2,5 în raport cu calculele precedente. În plus, creșterea parametrului investigat la LE 1, 2 și 3, cu 25,4-43,4% în raport cu LM, denotă o îmbunătățire a metabolismului mineral în condițiile suplimentării hranei cu remediul ZooBioR la loturile respective.

Conținutul de fier la găini prezintă la prima etapă experimentală o tendință de scădere la LM de 12,9% față de valorile de fond. Comparativ cu lotul de control, în

LE 2, 3 și 4 s-a constatat un nivel mai mare de Fe. Influența benefică a ZooBioR s-a identificat la ultima etapă experimentală, impact dependent de doza produsului administrat, caracterizându-se prin creșterea de Fe în LE 1 și 2, hrana păsărilor cărora a fost suplimentată cu ZooBioR în doză minimă și mică, reprezentând astfel o sporire de 5,4-10,8% față de valorile martorului. În cazul LE 3 și 4 (doze mare și maximă) nivelul Fe în ser are o tendință de diminuare față de valorile LM, scăderea fiind de 4,1-10,5%. Un studiu recent relevă că remediul BioR administrat prepelițelor adulte a indus valori mai joase ale Fe în serul sanguin (-5,2%) faţă de control, fenomen explicat prin intensificarea metabolismului, în general, și a metabolismului fierului, în special [4].

Analiza rezultatelor ne permite să conchidem că remediul ZooBioR administrat găinilor tinere manifestă proprietăți benefice asupra metabolismului mineral, acțiuni evidențiate atât prin asigurarea organismului cu elemente chimice disponibile, cât și utilizarea acestora pentru necesitățile vitale, evidențiindu-se proprietățile adaptagene ale produsul testat.

***Referințe:***

1. KHAZAEI, R., REQUENA, F., SEIDAVI, A., MATINEZ, AL. Vitamins E and C supplementation in japanese quail: effects on growth performance and biochemical and hematological parameters. In: *Brazilan Journal of Poultry Science,* 2021, vol. 33. no. 2, pp. 1-6.
2. MACARI, V. et al. Effects of food supplemented with ZooBioR product in young chickens on the functional state of the liver. In: *Lucrări ştiinţifice, USAMV „Ion Ionescu de la Brad”.* Iași, 2020, vol. 63 *Medicină Veterinară,* Partea. 1, pp. 25-32. ISSN 2393-4603.
3. MACARI, V. et.al. *Recomandări. Procedeu de ameliorare a sănătăţii şi stimulare a productivităţii la puii de carne.* Chişinău: UASM. „Print-Caro”, 2014. 35 p. ISBN 978-9975-64-260-6.
4. PAVLICENCO, N. *Efectele remediului BioR asupra indicilor fiziologo-metabolici și bioproductivi la prepeliță:* Autoref. tz. doct. în științe biologice. Chișinău, 2019. 29 p.
5. POGURSCHI, E., ș.a. Cercetări privind influenţa suplimentării hranei găinilor ouătoare cu unele microelemente asupra parametrilor sangvini. În: *Lucrări ştiinţifice.* UASM, Chişinău, 2010, vol. 26: *Zootehnie şi Biotehnologii,* pp. 41-45. ISBN 978-9975-64-195-1.
6. ЗЛЕПКИН, А.В., ЗЛЕПКИН, Д.А., РУДАКОВ, А.В. Влияние бета-каратинсодержащего препарата на морфо-биохимические поазатели крови цыплят-бройлеров. В: *Птицеводство.* 2020, № 03, с. 15-19. ISSN 0033-3239.
7. САЛОМАТИН, В. В., ЗЛЕПКИН, А. Ф., ЗЛЕПКИН, В. А., ПАРШКОВА, В. О. Изменение гематологических показателей у цыплят-бройлеров при введении в рационы селенсодержащих препаратов. В: *Птицеводство.* 2019, № 04, сс. 49-54. ISSN 0033-3239.
8. ШМАКОВ, П. Ф., ЧАУНИНА, Е. А., РОМАНЮК, Г. А. Одноклеточная водоросль в кормосмесях ремонтных петушков. В: *Кормление с-х. животных и кормопроизводство.* 2011, 01, сс. 28-31. ISSN 2075-1524.

# MICROBIOMUL SOLULUI: EFECTELE PRACTICILOR AGRICOLE

*Laurenţia ARTIOMOV*
*Institutul de Microbiologie şi Biotehnologie*
**CZU: 631.46 + 631.147** *lara_09@rambler.ru*

Microorganismele solului sunt o componentă-cheie atât a ecosistemelor naturale, cât şi a agroecosistemelor. Ele produc şi consumă gaze atmosferice, influenţează aciditatea solului, reglează dinamica carbonului, mediază ciclul nutrienţilor în profilul solului, modifică disponibilitatea apei din sol. Agenţii patogeni ai plantelor şi animalelor proveniţi din sol pot influenţa dinamica vegetaţiei şi populaţiile de animale, cu efecte de anvergură asupra funcţionării ecosistemelor terestre. Microorganismele solului contribuie la creşterea plantelor, fertilitatea solului şi biocontrolul patogenilor. Practicile agricole modifică diversitatea şi compoziţia comunităţilor microbiene ale solului, iar aceste comunităţi modificate au impact asupra funcţionării ecosistemelor agricole.

Majoritatea procariotelor care locuiesc în sol (90-99% din compoziţia totală a comunităţilor) nu pot fi cultivate în laborator, astfel funcţiile lor nu pot fi studiate prin metode microbiologice clasice [1, p.59]. Progresele recente în dezvoltarea metodelor metagenomice au extins foarte mult capacitatea de cercetare a microbiomului solului şi de identificare a factorilor care modelează comunităţile microbiene ale solului în spaţiu şi timp.

Perturbările mediului au consecinţe asupra diversităţii şi funcţiilor microorganismelor. Cercetătorii L.Mendes et al. [2, p.256 ] demonstrează că diversitatea alfa a comunităţilor microbiene şi diversitatea funcţională scad de la soluri neperturbate la cele deteriorate cu consecinţe pentru o redundanţă funcţională în ecosistemul solului. Solurile arabile şi păşunile au un microbiom cu diversitate mai mare, ceea ce este important pentru menţinerea funcţionării ecosistemului după conversia pădurii în terenuri agricole. Pe de altă parte, echilibrul ecosistemului în pădure este menţinut pe baza unei diversităţi alfa mai mici, dar a unei abundenţe mai mari de microorganisme. Schimbările în utilizarea terenurilor (defrişarea pădurilor şi cultivarea terenurilor) modifică structura şi compoziţia comunităţilor microbiene.

Diversitatea microbiană a solului este diferită în cadrul *agriculturii ecologice şi convenţionale pe termen lung.* Sistemele agricole cu aport redus vizează reducerea utilizării îngrăşămintelor sintetice şi a pesticidelor pentru a îmbunătăţi producţia durabilă şi sănătatea ecosistemului. În ciuda rolului important al microbiomului solului în producţia agricolă, înţelegerea răspunsului complex al diversităţii microbiene la agricultura ecologică şi convenţională este încă limitată. Un grup de cercetători elveţieni [3, p.1179] au studiat răspunsul structural al microbiomului solului la mai mult de două decenii de gestionare agricolă diferită într-un experiment pe termen lung, folosind o abordare de pirosecvenţiere cu un randament înalt al

markerilor ribozomali bacterieni şi fungici. *Agricultura ecologică* a sporit bogăţia, diversitatea, a redus dispersia şi a schimbat structura microbiotei solului în comparaţie cu *solurile gestionate convenţional* în condiţii de fertilizare exclusiv minerală. Acest efect, a fost în mare, parte atribuit utilizării şi calităţii îngrăşămintelor organice. Solurile în care nu se administrează gunoi de grajd conţin o comunitate dispersată şi funcţional instabilă, caracterizată prin presupuse microorganisme oligotrofe, adaptate mediilor limitate în nutrienţi. Solurile fertilizate organic s-au caracterizat prin comunităţi microbiene specifice, cunoscute ca fiind implicate în degradarea compuşilor organici complecşi, precum gunoiul de grajd şi compostul.

*Rotaţia culturilor* are un impact semnificativ asupra diversităţii microbiene a solului. Z.S. Venter şi coautorii [4, p. 222] au constatat că creşterea diversităţii culturilor în rotaţie are un impact pozitiv asupra abundenţei microorganismelor solului (+15,11%) şi diversităţii lor (+3,36%). Relaţia dintre biodiversitate şi funcţionarea agroecosistemelor este complicată, iar legătura dintre diversitatea supraterană a plantelor şi cea subterană a microorganismelor necesită cercetări suplimentare.

Cercetările noastre de secvenţiere metagenomică ale microbiomului solului de la *Staţionarul multianual de* al Bazei Experimentale „Biotron”, Chişinău ne permit să tragem concluzii preliminare referitor la influenţa sistemelor de management agricol asupra abundenţei unor microorganisme benefice plantelor cultivate. Astfel, grupul de microorganisme (cladul) *Allorhizobium-Neorhizobium-Pararhizobium-Rhizobium,* care fixează azotul atmosferic, promovează creşterea plantelor şi este tolerant la pesticidul organoclorurat hexaclorociclohexan (HCH), are cea mai mare cota-parte – 1,1% în asolamentul fără lucernă, varianta *Fond organic* (postacţiune). Genul *Ensifer,* ce include bacterii capabile să inducă formarea nodulilor rădăcinii la leguminoase au fost depistate doar în asolamentul cu lucernă, varianta *Fond mineral* ($N_{45\text{-}90}P_{30\text{-}60}K_{60\text{-}90}$). Genul *Streptomyces* a avut cea mai mare abundenţă relativă (1,3%) în asolamentul cu lucernă, varianta *Fond organic* (postacţiune). Streptomicetele aparţin comunităţilor microbiene din rizosfera plantelor şi sunt agenţi eficienţi de biocontrol [ 5, p.39].

Compactarea solului este un factor ce poate modifica diversitatea şi abundenţa microorganismelor solului. Modificările porozităţii solului după compactare limitează esenţial conductivitatea aerului şi a apei**.** Compactarea reduce semnificativ abundenţa, creşte diversitatea şi modifică persistent structura microbiotei. *Ciupercile* sunt mai puţin rezistente la compactare decât bacteriile [6, p.226]. *Bacteriile* capabile de respiraţie anaerobă, inclusiv sulfobacteriile şi cele reducătoare de metale (*Proteobacteria* şi *Firmicutes*) sunt asociate semnificativ cu solurile compactate. Perturbarea fizică a solului în timpul exploatării lui induce schimbări profunde şi de lungă durată în microbiomul solului şi funcţiile asociate ale solului, sensibilizând cu privire la gestionarea durabilă a operaţiunilor de exploatare economică.

Majoritatea pesticidelor utilizate în agricultura intensivă influenţează negativ funcţiile biologice, diversitatea şi compoziţia microbiomului solului [7, p.14]. Ca urmare, este afectată fertilitatea solului şi randamentul culturilor. Modificarea diver-

sităţii şi a compoziţiei comunităţii microbiene benefice, cauzată de pesticide, este nefavorabilă creşterii şi dezvoltării plantelor fie prin reducerea disponibilităţii nutrienţilor, fie prin creşterea incidenţei bolilor.

**Concluzii**. Agricultura *ecologică* sporeşte bogăţia, scade uniformitatea şi schimbă structura microbiotei solului, în comparaţie cu *solurile gestionate convenţional* în condiţii de fertilizare exclusiv minerală. Acest efect este asigurat, în mare parte, de utilizarea şi calitatea îngrăşămintelor organice. Rotaţia culturilor, ca practică de gestionare a agroecosistemelor, este benefică pentru diversitatea microbiană a solului. Majoritatea produselor agrochimice afectează negativ funcţiile microorganismelor solului, în special ale celor ce influenţează benefic plantele cultivate prin promovarea creşterii lor şi ca agenţi de biocontrol al patogenilor.

***Referinţe:***

1. ASLAM, Z. et al. Too much bacteria still unculturable. Mini Review. In: *Bioscience*, 2010, vol. *45*, pp. 600-609.
2. MENDES LUCAS, W. et al. Soil-borne microbiome: linking diversity to function. In: *Microbial ecology*, 2017, vol. 70, no. 1, pp. 255-265.
3. HARTMANN, M. et al. Distinct soil microbial diversity under long-term organic and conventional farming. In: *The ISME journal*, 2015, vol. 9, no. 5, pp.1177-1194.
4. VENTER, Z.S. et al. The impact of crop rotation on soil microbial diversity: A meta-analysis. In: *Pedobiologia*, 2016, vol. 59, no.4, pp. 215-223.
5. ARTIOMOV, L., FRUNZE, N. Consideraţii privind potenţialul biotehnologic al microbiomlui solului pentru dezvoltarea agriculturii durabile. În: *Materialele Simpozionului ştiinţific naţional cu participare internaţională: Biotehnologii moderne – soluţii pentru provocările lumii contemporane*, 2021, p. 39. Tipografia Artpoligraf SRL. ISBN 978-9975-3498-7-1.
6. HARTMANN, M. et al. Resistance and resilience of the forest soil microbiome to logging-associated compaction. In: *The ISME journal*, 2014, vol. 8, no.1), pp.226-244.
7. MEENA, R.S. et al. Impact of agrochemicals on soil microbiota and management: A review. In: *Land*, 2020, vol. 9, no. 34. 21 p.

# POTENŢIALUL ORNAMENTAL ŞI UTILITAR AL GRĂDINILOR MĂNĂSTIREŞTI

*Natalia CIUBUC*
**CZU: [712.26:271]:712.7** ***ciubucusm@gmail.com***

Din cele mai vechi timpuri, mănăstirile au fost nu doar lăcaşe de cult, dar şi importante centre culturale, un refugiu spiritual. Iniţial, grădinile mănăstireşti aveau doar rol utilitar, dar treptat, acestea au căpătat o conotaţie simbolistică, plină de spiritualitate şi conţinut estetic [1]. Ele reprezintă un model al raiului pe pământ, care înglobează numeroase funcţii: loc pentru meditaţii, grădină alimentară, loc de întreţinere a animalelor domestice ş.a. Grădinile create între pereţii mănăstireşti erau model al raiului pe pământ, iar cele situate în preajmă erau asociate cu ideea de crânguri sacre. Grădina mănăstirească întruchipează atributele vieţii cereşti, un rol important revenindu-i „pomului vieţii”, în acest sens fiind plantaţi meri, gutui, iar în spaţiul românesc – stejari. În grădinile din interiorul mănăstirilor, erau cultivaţi pomi şi arbuşti fructiferi, legume, plante medicinale şi flori parfumate. O altă trăsătură caracteristică a „Grădinilor Edenului” este împrejmuirea, care vine să separe grădinile paradisului de lumea păcătoasă de afară, gardul fiind asociat cu mântuirea, protecţia împotriva păcatelor lumeşti.

În condiţiile socioeconomice ale societăţii moderne, o importanţă deosebită o are potenţialul recreativ al mănăstirilor ortodoxe, care include un sistem stabilit de valori peisajere, arhitecturale, valori istorice şi culturale, fiind locuri de odihnă spirituală specială.

La solicitarea Asociaţiei Arboretum, a comunităţii monahale şi a Consiliului raional Taraclia, a fost elaborat un proiect original de amenajare peisajeră a teritoriului Mănăstirii de maici „Acoperemântul maicii Domnului” din Taraclia, care la moment se află în stare de construcţie. Mănăstirii i-au fost repartizate 5 ha de terenuri, pe care va fi amplasat complexul monastic, care va include şi o frumoasă grădină. Ideea principală a proiectului este crearea unui colţ de rai pe pământ.

Asemenea Edenului, grădina va fi ascunsă în spatele unui gard viu, înalt, spinos şi numai credinţa, evlavia şi ascultarea vor permite intrarea în această grădină. Gardul viu nu are doar rol simbolistic, dar şi o importanţă practică, protejând viitoarea grădină de vânturile sudice, calde şi uscate. Gardul viu va crea o microclimă favorabilă pentru instalarea ulterioară a speciilor de plante sensibile. El va fi creat din sophoră (*Sophora japonica* L.), gleditţă (*Gleditsia triacanthos* L.) şi porumbar *(Prunus spinosa* L.*)*. În afară de speciile de bază, care vor fi plantate în aliniament, vor fi incluse plante melifere, medicinale şi nucifere: alunul, cornul, salcâmul, păducelul, tamarixul, gutuiul japonez etc.

Zona de intrare are rolul de a crea enoriaşilor o stare de evlavie şi de reunire cu Dumnezeu. Această zonă include un hotel şi trapeza, o mică capelă, în faţa căreia vor

fi amenajate frumoase partere cu trandafiri, care includ, de asemenea, o zonă de relaxare cu o fântână şi bănci unde enoriaşii se pot odihni de pe drum şi se pot pregăti pentru rugăciune.

În spatele soborului, adiacent bisericii de iarnă, se va afla Grădina Fecioarei, în centrul căreia va fi amplasată statuia Maicii Domnului, decorată cu flori şi sfeşnice. Grădina Fecioarei este reprezentată de un parter cu trandafiri şi crini – care sunt consideraţi în mod tradiţional ca fiind florile Fecioarei, iar culoarea albă simbolizează lipsa de păcat. Parterul va mai include bujori, hortensii, margarete, lalele, narcise, floxi şi crizanteme, toate de culoare albă.

De la grădina Maicii Domnului pornesc trei alei, trei raze, care simbolizează Sfânta Treime. Ele vor structura şi vor zona funcţional grădina. Originea spaţială a razelor se află în altar.

În grădinile Raiului neapărat cântă păsările paradisului. Pentru ele va fi construit un volier decorativ, care va găzdui fazani, păuni, găini decorative, raţe şi porumbei. O potecă întortocheată din dale de piatră va conduce enoriaşii spre volier, printr-o plantaţie de alun turcesc (*Corylus colurna* L.).

Stupina este una dintre zonele funcţionale importante ale grădinii mănăstirii, care ar trebui să devină o sursă importantă de suplinire a bugetului mănăstirii. Lângă stupină va fi amenajată o grădină expoziţională, cu paturi decorate sub formă de faguri, care prezintă o colecţie de plante melifere decorative: facelia, oregano, levănţică, astilbe, cimbru, rudbeckia, monarda, hrişcă, in, limba mielului, lupin, melisă, salvie etc. Colecţia include plante care înfloresc din primăvară până toamna, oferind un bufet sezonier pentru albine. Selecţia plantelor nu va oferi doar un meniu variat, dar va garanta, de asemenea, sănătatea bună a albinelor. În zona stupinei vor fi plantaţi arbori şi arbuşti meliferi: evodia sau copacul de miere (*Tetradium danielii* (A.Juss.) Benth), arborele fluturilor (*Buddleja americana* L.), socul (*Sambucus nigra* L.), păducelul (*Crataegus monogyna* Jacq.), mălinul (*Prunus padus* L.).

Funcţia principală a iazului decorativ este de a crea un microclimat special, de a creşte nivelul de umiditate din zona înconjurătoare. Pe malul iazului, vor creşte plante iubitoare de umiditate: sălcii pletoase *(Salix babylonica* L.), caragana *(Caragana arborescens „pendula")*, salcie căprească (*Salix caprea „pendula"*) sau purpurie (*Salix purpurea „pendula"*), precum şi irişi, astilbe, crini, rogoz decorativ, miscanthus etc., iar oglinda apei va fi decorată de diverse soiuri de nuferi.

Grădina cu fructe este menită nu numai să diversifice meniul slujitorilor mănăstirii, ci şi să devină o bază experimentală pentru aclimatizarea culturilor de pomi fructiferi. Copacii vor fi plantaţi în rânduri, iar solul va fi înierbat cu o peluză tolerantă la umbră, cu amestec de trifoi. Pe gazon vor fi plantate plante vernale cu bulbi: narcise, lalele, şofrănei, ghiocei, făcând zona şi mai decorativă. În afară de meri, peri, prune, cireşe şi piersici, în zona grădinii ornamentale vor fi plantate şi plante exotice ca şi călinul (*Viburnum opulus* L.), arborele de stafide (*Amelanchier lamarckii* F.G. Schroed.), zizifusul (*Ziziphus jujuba* Mill.), smochine (*Ficus carica* L.) şi chiar rodii *(Punica granatum* L.*)*.

Grădina plantelor medicinale este realizată în cele mai bune tradiţii ale grădinilor clasice franceze. Paturile dreptunghiulare, cu lăţimea de 120 cm, asigură o întreţinere mai uşoară, nu numai datorită accesului uşor, ci şi datorită lipsei bătătoririi. Solul dintre paturi, pentru o întreţinere uşoară şi curăţenie, va fi acoperit cu pietriş fin. Din plantele colectate vor fi create amestecuri şi ceaiuri, care vor fi vândute în magazinul local şi pe baza căreia poate fi dezvoltat propriul brand. La baza colecţiei sunt menta, melisa, cimbrul, diverse specii şi soiuri de salvie, monarda, gălbenelele, echinacea, cicoarea, precum şi arbuşti – coacăzul, zmeurul, agrişe, mure.

În general, sortimentul de plante recomandate pentru amenajarea teritoriului mănăstirii este format din plante decorative sau utilitare cu calităţi ornamentale, care asigură o plusvaloare, dând preferinţă plantelor melifere. Compoziţiile decorative includ mojdreanul (*Fraxinus ornus* L.), castanul comestibil (*Castanea sativa* Mill.), arinul (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), evodia (*Tetradium danielii* (A.Juss.) Benth.), cireşul (*Prunus avium* L.), salcâmul roz (*Robinia Hispida* L.), precum şi arbuşti meliferi: mahonia (*Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt.), copacul flururilor (*Buddleja americana* L.), diverse specii de spirea (*Spiraea* L.), bârcoacea (*Cotoneaster atropurpureus ”variegatus”*), salcâmul galben (*Laburnum alpinum* (Mill.) J.Presl) etc.

**În concluzie** se poate afirma, în baza proiectului prezentat, că grădinile mănăstireşti sunt un exemplu al modului de îmbinare armonioasă a funcţiilor utilitare ale unei grădini productive, cu elemente de o înaltă valoare ornamentală, arbori şi arbuşti, unii de specii rare, care frumos se îmbină cu ahitectura sfântului lăcaş.

***Referinţe:***

1. CIUBUC, N., ONICA, N. Rolul grădinilor mănăstireşti în arhitectura peisajeră. În: *Studia Universitates Moldaviae. Seria „Ştiinţe reale şi ale naturii”*, nr. 1 (111). Categoria B. ISSN 1814-3237.

# BIODEGRADAREA MATERIALELOR PLASTICE ÎN PREZENȚA DEGRADANȚILOR MICROBIENI FITOREMEDIATORI

*Mihail COȘCODAN, Serghei CORCIMARU*
*Institutul de Microbiologie și Biotehnologie*
**CZU: 631.46** mikhail_koshcodan@mail.ru

Confuzia există adesea în rândul consumatorului între materialele plastice bio și biodegradabile, și polimeri din care sunt uneori confundări cu termenul de bioplaste.

Polimerii pe bază de bio sau biopolimeri, cum ar fi celuloza, amidonul și lignina sunt compuși din carbon derivat din surse biologice regenerabile, precum plantele, spre deosebire de polimeri pe bază de fosile. Faptul că aceste materiale plastice sunt bio-bazate, cât și cele pe bază de fosile pot fi degradabile sau nedegradabile.

Biodeteriorarea se referă mai pe larg la impactul microorganismelor asupra proprietăților plasticului, fără transformarea chimică a compușilor care conțin carbon în plastic să se biodegradeze și trebuie să treacă prin două etape:

1. Moleculele de polimer (lanțuri de hidrocarburi) trebuie să se descompună în componente mai mici, cu greutatea moleculară mică, acțiune enzimatică. Acestea depind de proprietățile materialelor de plastic și de mediul în care se află. Asemenea proces de defalcare are nevoie de obicei de săptămâni, luni sau ani.
2. Aceste componente mai mici trebuie apoi transformate în ($CO_2$ și $CH_4$ în condiții anoxice) și în biomasă microbiană nouă, care este realizată.

Comunitățile microbiene rezistente la diferite condiții nefavorabile pot prezenta multe caracteristici unice. Printre o serie de proprietăți ale microorganismelor din sol în diferite zone climaterice, cu diferite capacități de a descompune plasticul este menționat din ce în ce mai mult. Este cunoscut faptul creșterii cantității de deșeuri de plastic de pe zi pe zi mai mult. S-a constatat că în apa de mare plasticul eliberează carbon organic dizolvat, stimulând activitatea microbilor heterotrofi. Adaptarea la noi surse de carbon poate crea noi caracteristici ale microorganismelor, în special cele ce produc enzime active. Enzimele adaptate la condiții nefavorabile ale microorganismelor oferă numeroase oportunități pentru explorarea biotehnologică și noi perspective asupra unei game largi de probleme aplicate, cum ar fi poluarea cu plastic nereciclabil.

Astfel, potențialele microorganismelor din diferite condiții nefavorabile pot fi utilizate în depozitele de deșeuri în aer liber.

Printre agenții microbieni proeminenți utilizați pentru biodegradare, aparținând următoarelor specii *Pseudomonas, Streptomices, Corynebacterium, Arthrobacter, Micrococcus* și *Rhodococcus* sunt menționate cât mai frecvent. Astfel de microorganisme au fost găsite și în medii acvatice, așa ca *Pseudomonas* și *Micrococcus, Subtercola, Adreia, Leifsonia, Cryobacterium* și *Flavobacterium, Colwella, Marinomonas, Pseudoalteromonas, Pseudomonas* și *Shewwanela*.

Abundența microorganismelor din ecosisteme ajunge până la sute de milioane de celule bacteriene într-un gram de sedimente acvatice umede. Mai mult, se presupune că orice suprafață din mediile poluante este colonizată cu macro- și microorganisme. Prin urmare, deșeurile de plastic acufundate sau plutitoare nu sunt libere de influența microorganismelor. În ciuda faptului că microorganismele pot coloniza tot plasticul care este introdus în mediul ambiant.

Un număr limitat de cercetări au fost efectuate pe interacțiunile dintre plastic și microbiotă în condiții de mediu neadecvate ecologic.

Capacitatea de a forma consorții stabile, acumularea de nutrienți și protecție impotriva substanțelor toxice. Colonizarea bacteriană pe materialul plastic începe aproape imediat. În câteva ore, microorganismele sunt capabile să formeze ansambluri microbiene și să acopere suprafața plasticului, care este definit ca atașament. În aceste etape, ansamblurile microbiene ar putea cataliza reacțiile metabolice care duc la adsorbția, desorbția și fragmentarea compușilor asociați ai microplasticului sau chiar la descompunerea resturilor acestora.

În cadrul Laboratorului Microbiologia solului sunt studiate microorganisme din sol/plante ce pot folosi polietilena ca sursă de carbon și/sau energie. La rândul lor, aceste microorganisme simbionte fitoremediatoare vor fi izolate de rizosfera plantelor boboase (mazare) *P. sativum*, studiate și utilizate ca agenți de biodegradare a deșeurilor de plastic nereciclabil.

Scopul cercetărilor a constituit de a studia rolul microorganismelor din sol și plantelor fitoremediatoare la degradarea plasticului nereciclabil.

Pe baza studiului efectuat, am ajuns la concluzia că solul cu o înaltă biodiversitate microbiană poate avea o capacitate mare de biodegradare a plasticului nereciclabil.

*Studiile sunt obținute în cadrul* ***Proiectului de cercetare 20.80009.7007.03. „Potențialul microbiologic în degradarea deșeurilor de plastic nereciclabil”*** *finanțat de ANCD.*

# PROBLEMELE ECOLOGICE ALE URBOECOSISTEMULUI CHIȘINĂU ȘI SOLUȚIONAREA LOR

*Tatiana DUDNICENCO*

**CZU: 504.03:711** ***dudnicenco@yahoo.com***

Sistemul ecourban Chișinău este amplasat în partea centrală a Republicii Moldova. Structura teritorială a municipalității include direct orașul Chișinău ca atare, precum și 34 de regiuni, dintre care 6 orașe și 28 de sate și comune. În prezent, se consideră estimativ că Chișinăul găzduiește peste 678.000 de locuitori.

Scopul lucrării a constat în evidențierea problemelor ecologice ale urboeco-sistemului Chișinău și propunerea unor soluții de ameliorare a acestora. Pe teritoriul municipiului Chișinău, pe parcursul anului 2020 au activat 1005 întreprinderi cu impact asupra aerului atmosferic, dintre care: în sectorul Buiucani – 162; în sectorul Centru – 141; în sectorul Râșcani – 220; în sectorul Ciocana – 242; în sectorul Botanica – 240. Cele 1005 întreprinderi dispun de 15.497 surse fixe de emisie a noxelor în bazinul aerian, dintre care 5.429 sunt orientate, inclusiv 628 sunt dotate cu instalații de captare și neutralizare a poluanților. Cantitatea totală de poluanți emiși în atmosferă în municipiul Chișinău constituie 91.643,97 t, inclusiv de la transportul auto – 87.310,13 t (95,27%). Emisiile întreprinderilor industriale constituie 4,73%. Așadar, poluatorul principal al spațiului aerian al municipiului este transportul auto.

În municipiul Chișinău sunt înregistrate 361 de fântâni arteziene, dintre care sunt exploatate – 142 de sonde, iar neexploatate 219 unități. În rezervă sunt înregistrate 174 de sonde. Din sondele exploatate apa se utilizează în următoarele scopuri: necesități menajere – 40 sonde; necesități potabile – 82 sonde; curativă – 4 sonde; necesități agricole – 4 sonde; cu menire industrială – 12 sonde. Dintre cele 219 neexploatate – 174 în rezervă, 33 – conservate, 2 – în construcție și 10 – tamponate. Autorizații emise în total au fost în număr de 123. Pe teritoriul mun. Chișinău sunt 3.395 fântâni de mină, dintre care amenajate 3214 fântâni și 75 de izvoare, dintre acestea amenajate 65. Pe teritoriul respectiv în anul 2020 au fost înregistrate 54 de bazine acvatice, dintre care 50 de iazuri, 2 lacuri și 2 helești, care ocupă o suprafață totală de 1.030,63 ha. De menționat că majoritatea acestor bazine acvatice au fost construite în perioada sovietică, din care motive doar 5 bazine dispun de proiect de construcție cu aviz al Expertizei Ecologice de Stat.

Râul Bâc traversează municipiul Chișinău pe o distanță de 18 km. Lungimea totală a râurilor, care curg pe teritoriul mun. Chișinău constituie circa 92,9 km. Poluarea apelor de suprafață și a celor subterane este cauzată, în cele mai multe cazuri, de sectorul gospodăriei comunale (stațiile de epurare, apele uzate, deversările apelor neepurate din sistemul comunal, managementul neadecvat al deșeurilor menajere solide în toate localitățile).

Teritoriul ocupat cu vegetație forestieră a mun. Chișinău constituie 7.537,41 ha, dintre care: 3 500,11 ha sunt ocupate cu spații verzi; 9 753,63 ha sunt ocupate cu păduri masive; 283,67 ha fâșii forestiere de protecție. În raza mun. Chișinău sunt amplasate 23 de parcuri cu plantații forestiere, dintre care: 19 parcuri sunt amplasate în orașul Chișinău, 1 parc silvic în orășelul Vadul lui Vodă, 1 parc în orășelul Vatra, 2 parcuri în orășelul Codru.

În municipiul Chișinău există 4 obiecte naturale protejate de stat: Grădina Zoologică – 24,27 ha; Grădina Dendrologică – 83 ha; Muzeul Național de Etnografie și Istorie Naturală – 0,075 ha; Parcul de cultură și odihnă „Valea Morilor” – 113,9 ha; arbori seculari – 63 de unități.

Pe parcursul anilor 2019-2021, a fost studiată acțiunea factorilor antropici pe teritoriul care se află în cadrul pădurii Durlești. Teritoriul respectiv este cuprins între șoseaua Poltava și sectorul Buiucani având o suprafață de aproximativ 10 ha. Se întâlnesc adesea locuri de recreație frumos amenajate, printre care se întâlnesc și locuri degradate, defrișări. Se întâlnesc și zone poluate cu deșeuri de polietilenă, hârtii, sticle, care au apărut din cauza neglijenței oamenilor. Un rol important în aprecierea stării ecologice a pădurii și acțiunii factorilor antropogeni asupra acesteia îi revine determinării componenței floristice a vegetației. Pe teritoriul pădurii Durlești vegetează 157 de specii de plante, care se referă la 48 de familii. Numărul mare de familii ce includ o singură specie – 21, ce constituie 44% din numărul total al familiilor, ne indică despre gradul înalt de degradare a biotopului cercetat. Cantitatea mare a xeromezofitelor ne indică că pe teritoriul cercetat s-a format un mediu relativ uscat pentru o comunitate silvică, probabil, rezultat în urma acțiunii directe și indirecte a factorilor antropici. Ponderea cea mai mare a hemicriptofitelor este tipică pentru flora erbacee forestieră. Cantitatea destul de ridicată a speciilor cu ciclul vital scurt – anuale și bienale, este un indicator al impactului factorilor ecologici nefavorabili, inclusiv acțiunea negativă a activității umane.

Problema gestionării deșeurilor menajere este una primordială pentru Republica Moldova, inclusiv pentru mun. Chișinău. În municipiul Chișinău sunt exploatate 9 gunoiști pentru depozitarea deșeurilor menajere solide (com. Băcioi, com. Ciorescu, com. Grătiești, com. Stăuceni, or. Sângera, s. Trușeni, s. Colonița, s. Condrița, s. Ghidighici). Depozitele nominalizate au fost construite (amenajate) din sursele proprii ale autorităților publice locale, fără proiecte de execuție avizate de către Expertiza Ecologică de Stat. Începând cu luna iulie a anului 2017, deșeurile menajere sunt evacuate și stocate în locația autorizată din com. Țânțăreni, raionul Anenii-Noi. În luna mai 2017, municipalitatea a început un proiect pilot de sortare a deșeurilor la fabrica de sortare din oraș a “ABS” SRL situată în direcția satului Colonița. În jur de 100 de autospeciale pline cu gunoi ajung zilnic aici. Înainte de a fi descărcate, ele sunt cântărite. Așa se face că zilnic sunt procesate aproape 100 de tone de deșeuri, ceea ce ca volum înseamnă 600 de metri cubi de resturi. În timp, primăria speră să aducă aici tot gunoiul din oraș, pentru ca la groapa de depozitare să ajungă cât mai puțin. 70%

din gunoiul ajuns acolo se reciclează și doar mai puțin de o treime din toată cantitatea procesată se aruncă. Autoritățile nu achită nimic, iar compania își scoate investiția din vânzarea obiectelor reciclate. Apoi deșeurile ce nu pot fi reciclate se încarcă în autocamioane de tonaj mare și se transportă la distanța de circa 40 km de la capitală, pe poligonul situat între localitățile Ţânţăreni și Crețoaia, raionul Anenii Noi.

De asemenea, trebuie de menționat că pe parcursul anului 2020 au fost depistate și lichidate circa 191 de gunoiști și microgunoiști formate spontan în sectorul particular, adiacent construcțiilor conservate, blocurilor locative, platourilor de acumulare a deșeurilor pe o suprafață totală de circa 12,83 ha.

În calitate de recomandări pentru îmbunătățirea situației ecologice existente în urboecosistemul Chișinău, ar servi:

1. Valorificarea eficientă a resurselor într-o concepție unitară: satisfacerea cerințelor, păstrarea echilibrului ecologic, prioritatea factorilor sociali și de protecție a mediului.
2. Construcția și amenajarea poligoanelor de utilizare a deșeurilor menajere solide, lichidarea gunoiștelor neautorizate.
3. Îndeplinirea lucrărilor silvotehnice de protecție a solurilor prin crearea plantațiilor forestiere masive în râpi, vâlcele și alunicări de teren.
4. Implementarea tehnologiilor performante în procesele tehnologice la agenții economici poluatori ai aerului atmosferic.
5. Utilizarea în măsură largă a transportului electric urban, proiectarea și construcția traseului de centură pentru mun. Chișinău.
6. Întreprinderea măsurilor de protecție a spațiilor verzi împotriva bolilor și dăunătorilor, care în ultimul timp se depistează tot mai frecvent în arboret de către autoritățile administrației publice locale.
7. Realizarea managementului urboecosistemului Chișinău în cooperare cu autoritățile ce dețin atribuții în domeniul amenajării teritoriului, protecției mediului, agriculturii, silviculturii, cu autoritățile locale, agenții economici, ONG-urile locale ș.a.

# BIOPRÉPARATS MICROBIENS ET LEUR UTILISATION EN BIOTECHNOLOGIE AGRICOLE

*Mihail COȘCODAN*
*Institut de Microbiologie et de Biotechnologie*
**CZU: 631.461 + 579.64**
*mikhail_koshcodan@mail.ru*

La création de nouveaux biopréparats locales qui sont à la base de souches bactériennes locales, capables de conserver les propriétés extrêmes qui sont en perspective, que leur utilisation avec des préparations importées, qui présentent un intérêt théorique et pratique pour le pays.

Les biopréparats microbiens mixtes sont créées à partir de souches de micro-organismes agronomiques et l'amélioration avec eux vise à orienter les processus qui se produisent dans le sol avec des applications scientifiques et pratiques. Les préparations obtenues avec une action polyvalente qui sont à la base de leur composition avec des micro-organismes et des substances biologiquement actives a des conditions de combinaison avec différentes bactéries écologiques-physiologiques qui diffèrent surtout lorsqu'elles sont appliquées sur différentes zones agro-climatiques. Dans la composition de préparations avec plusieurs composants peuvent être créées à partir de micro-organismes symbiotiques, associatifs et rhizosphériques.

Les biopréparats créés avec une action complexe, prenant également en compte les propriétés des engrais en fongicides, insecticides, donnent des possibilités de résoudre de nombreux problèmes de protection biologique des plantes et augmentent la qualité de production (légumes, fruits, herbes, aliments pour animaux), et de même l'amélioration de la fertilité des sols, des fertilisantes, etc. A cet ordre d'idées, conduit à la réduction et à l'utilisation des herbicides chimiques-fongicides, ainsi que des engrais minéraux.

Le plus souvent, les préparations bactériennes sont créées pour augmenter la productivité des plantes agricoles et sont utilisées les micro-organismes des familles, classes, espèces suivantes, *Rhizobiaceae*, tels que les genres *Azotobacter, Bacillus, Pseudomonas, Agrobacterium, Azospirillum*, etc.

Ces préparations écologiques non-dangereuses créées à partir de micro-organismes isolés des objets de la nature (plantes agricoles).

Les micro-organismes concurrents occupent une importance majeure, tels que la spermosphère, la rhizosphère (rhizoplane) et la phyllosphère (phyloplane) des plantes, qui contribuent aux corrélations végétales, qui constituent le modèle écologique compliqué des plantes à partir des micro-organismes nécessaires, nocifs et neutres. Les cellules sécrétoires du système racinaire des plantes augmentent la concentration de nutriments dans la zone de la rhizosphère avec des bactéries, des actinomycètes, des champignons, des algues, des nématodes. Dans la rososphère on trouve de nombreuses bactéries gram-négatives, dont disposent les représentants des bactéries

fluorescentes des souches, espèces *Pseudomonas* telles que *P.putida, P.aureofaciens, (chioraraphis), P. corrugate* et autres. Certaines souches de ces bactéries aident à améliorer la croissance et le développement des plantes. Elles sont utilisées pour créer des biopréparats (avec un contenu de cellules vivantes de ces bactéries) qui protègent les plantes des phytopathogènes, qui stimulent la croissance et augmentent la productivité des plantes.

De plus d'intérêt pratique représentent et les rhizobactéries *Pseudomonas sp.*

Sauf avec les azotrophes libres et en associations des especes (*Azotobacter, Bacillus, Klebsiellos, Azospirillum*) jouant un rôle important dans les associations ainsi que dans les communautés symbiotiques fixatrices d'azote, en partie dans la formation de nodules de plants de baies avec l'utilisation combinée de plusieurs *Rhizobium* et souches de *Bradirhizobium.*

La perspective des deuxième, troisième et quatrième composants des préparations microbiennes, qui comprennent les bactéries, les rhizobactéries, les champignons de mycorhiziens et les substances biologiquement actives, a une importance pratique dans leur utilisation dans les biotechnologies modernes.

# EVALUATION OF CORNELIAN CHERRY IN NATURAL ECOSYSTEMS OF REPUBLIC OF MOLDOVA

*Anatolie GANEA*
*Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection*
**CZU: 634.2:631.52**
***anatol.ganea@gmail.com***

Conservation of the agricultural biodiversity has never been more vital. The inventory, collection, maintenance, and utilization of plant genetic resources are very important processes underpinning the steady improvement of crop yields and humankind's ability to feed, clothe, and house an ever-increasing global population. *In situ* conservation is a component of the conservation and management of genetic resources for food and agriculture. It supplements the *ex situ* conservation efforts of local, national, and international levels and provides some advantages – potentially important and useful genes (resistance to diseases, pests and abiotical stresses), many of which may be unrecognized today. Under the conditions of global climate change, degradation of natural resources, growth of human population, food shortage and maldistribution of food, the role of crop wild relatives (CWR) significantly increases [1-3]. CWR are species closely related to crops, including crop progenitors, and are defined by their potential ability to contribute beneficial traits to crops such as pest or disease resistance, yield improvement or stability [4]. This fact promotes increase of interest to this component of agrobiodiversity, deepening of studies on various aspects of their evaluation, conservation and use [3].

Laboratory for Plant Genetic Resources of the Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection conducts complex studies on inventory, collection, investigation, conservation and utilization of genetic resources of crops and their wild relatives. Special attention is paid to investigation of natural populations of CWR, search for the germplasm possessing useful properties. Among CWR of fruit crops growing in forest ecosystems of Moldova, an important role belongs to cornelian cherry (*Cornus mas* L.). Purpose of investigations was to identify current status of growth and in situ conservation of populations of this species in different soil-climatic zones of the Republic of Moldova.

**Materials and methods.** Investigations were conducted in 2007-2020 years in all ecological zones of the republic. Inventorying of cornelian cherry populations was performed in forest ecosystems of more than 42 forest stations and protected natural areas. Positioning of shrubs was performed using *Garmin eTrex H* – a GPS navigation device. Also some morphobiological characteristics of studied objects were determined – height of plants, tree stem diameter, fructification pattern, phenotypic manifestation of their resistance to environmental stresses.

**Results and discussion.** On the territory of Moldova, cornelian cherry occur in all natural zones, more frequently in Codri, Priprutie, in Transnistrian and Tigech

highlands, less frequently in southern and northern regions [1]. The largest forest areas are concentrated (48%) in the central zone of the republic. Dominating species here include beech (*Fagus sylvatica*), durmast oak (*Quercus petraea*) and common oak (*Quercus robur*). Among various forest types we should note the beech oak-forests in combination with *Carpinus betulus*, *Fraxinus excelsior*, *Tilia tomentosa* and *Acer platanoide*s, and also common and durmast oak forests with hornbeam, mono-dominant durmast oak forests and etc. Cornelian cherry grows in the undergrowth of said associations along with hawthorn, dogwood, spindle tree, blackthorn, smoke-tree and other species, forming sometimes brushwood of various densities.

The land topography and vegetation conditions influence on the growth, functional state and fructification of populations of *Cornus mas*, their resistance to drought and other unfavorable environmental conditions. Plants growing in forest stations located in Edineţ, Soroca, Nisporeni, Straşeni, Calaraşi and some other forest stations were in the best state among natural populations of this species. Biometric measurements of plants were made and showed that height of cornelian cherry bushes varied within 2-7 m, and tree stem diameter was 3-20 cm. Diversity was noted with regard to shape and size of fruits and their taste qualities. Some results of positioning of populations of *Cornus mas* and plant morphological data are given in the table.

*Table*

Some geographical areas of distribution of *Corylus avellana* and *Cornus mas* in the forest stations of the National Forestry of Moldova

| Forest Stations | Evaluation date | D | H | N | Positioning | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | North | East |
| Nisporeni | 30.09.11 | 6 | 6 | 1 | 47°00'16" | 28°14'74" |
| Hârbovăț | 28.05.09 | 3 | 3-4 | 13 | 46°5'197" | 29°23'86" |
| Cioreşti | 23.10.20 | 2-8 | 3-5 | P | 47°10'55" | 28°10'23" |
| NPA Selişte-Leu | 07.11.14 | 4-6 | 4 | 1 | 47°06'36” | 28°05'27” |
| Sângerei | 27.06.12 | 5-7 | 4 | P | 47°36'05" | 28°08'57" |
| ” | ” | 3-5 | 4-4,5 | P | 47°37'43" | 28°09'17" |
| Criuleni | 04.08.11 | 3-6 | 4 | P | 47°16'48" | 29°07'06" |
| Telenești | 26.08.08 | 5 | 6 | 38 | 47°27'91" | 28°29'47" |
| Mândrești | ” | 3 | 3 | 6 | 47°28'40" | 28°15'68" |
| Cociulia | 25.09.13 | 3 | 5 | 1 | 46°17'60" | 28°22'17" |
| Ocnița | 24.08.07 | 3-6 | 3-4 | 2 | 48°26'47" | 27°35'86" |
| Căpriana | 29.08.08 | 10 | 2 | 1 | 47°07'89" | 28°28'77" |
| NR Pădurea Domnească | 07.10.14 | 6-10 | 4 | 2 | 47°36'43" | 27°23'69" |
| ” | ” | 3-5 | 5 | 1 | 47°35'47" | 27°25'75" |
| Bobeica | 27.09.11 | 12-20 | 6-10 | 11 | 46°55'45" | 28°33'85" |
| Chișcăreni | 26.06.12 | 4-6 | 3-4 | P | 47°31'92" | 27°59'09" |
| Străşeni | 05.08.11 | 22 | 9 | 1 | 47°05'96" | 28°00'60" |
| Vatici | 25.09.20 | 5 | 5 | 1 | 47°20'28" | 28°36'35" |
| NPA Sărata Galbenă | 16.10.14 | 2-7 | 4 | 2 | 46°42'85" | 28°24'64" |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Calarasi | 2009 | 4 | 3 | 1 | 47°12'88" | 28°18'19" |
| NR Plaiul Fagului | 30.09.14 | 5-10 | 4-6 | 3 | 47°18'85" | 28°05'64" |
| Zloți | 16.08.13 | 6-8 | 5 | 1 | 46°41'19" | 28°54'69" |

D – tree stem diameter, cm; H – plant height, m; N – number of plants, pcs.; P – plantation; NR – natural rezervation; NPA – natural protected area

**Conclusions.** Conducted investigations resulted in detection of distribution, description of some morphobiological traits of plants and determination of conservation safety of cornelian cherry in forest ecosystems of different soil-climatic zones of Moldova.

It was found that preservation of populations of *Cornus mas* depends on the degree of degradation of the main types of forests of durmast oak, common oak, beech, hornbeam and oak associations and etc. In this regard it is necessary to conduct knowledgeably the required forestry measures to prevent degradation of forest stand structure.

In the works on restoration of forest areas the share of seedlings of cornelian cherry introduced in the structure of forest forming species must be strictly observed. For the purpose of determination of the degree of genetic erosion, intraspecific diversity of said populations must be studied using various methods, including molecular passportization. For comprehensive study, guaranteed conservation and sustainable use of cornelian cherry, National collections of this crop must be created with relevant electronic databases.

***References:***

1. DEMPEWOLF, H. et al. Adapting agriculture to climate change: a global initiative to collect, conserve and use crop wild relatives. În: *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 2014, **38** (4), pp.369-377.
2. FORD-LLOYD, B.V. et al. Crop wild relatives – Undervalued, underutilized and under threat? In: *BioScience*. 2011, 61, pp.559-565.
3. VINCENT, H. et al. A prioritized crop wild relative inventory to help underpin global food security. In: *Biological Conservation*, 2013, 167, pp.265-275.
4. MAXTED, N., FORD-LLOYD, B.V., JURY, S.L. et al. Towards a definition of a crop wild relative. In: *Biodiversity and Conservation*, 2006, **15**(8), pp. 2673-2685.

# PREPARATELE ALGALE CA ELEMENT AL TEHNOLOGIILOR AGRICOLE PEDOREGENERATIVE

*Gheorghe JIGĂU, Sergiu DOBROJAN, Galina DOBROJAN, Boris TURCHIN, Nina PLĂCINTĂ, Eugen SPRÂNCEAN, Angela STADNIC*
**CZU: 631.484:631.466** gheorghe.jigau@gmail.com

Conceptul tehnologiilor bioresursoregenerative presupune utilizarea, intensificarea şi utilizarea cu maximum de eficienţă a factorilor biologiei în funcţionarea agroecosistemelor în scopul restabilirii şi reproducerii lărgite a proceselor tipogenetice şi fertilităţii naturale a cernoziomurilor în condiţiile nou-create de pedogeneză antroponaturală.

Cadrul teoretic şi aplicativ al acestuia este asigurat de principiul rolului decisiv al organizării structural-funcţionale în pedogeneza cernoziomică şi legea rolului prioritar în realizarea acesteia. În acest sens, procesele de formare-acumulare a humusului şi celui de organizare structural-funcţională sunt interacţionate şi interdependente [1, 2].

Prin această prismă de idei funcţia de bază a humusului este asigurarea organizării structural-funcţionale a solului materializată în structura cernoziomică glomerular-granulară, iar funcţia de bază a procesului de formare a humusului presupune furnizarea continuă a substanţelor humice proaspăt-formate şi asigurarea continuităţii proceselor de organizare structural-funţională a materiei structurale bioorganominerală. La rândul său, structura glomerular-granulară asigură cadrul optimal funcţional pentru realizarea, cu maximum de eficienţă, a procesului de formare-acumulare a humusului şi stabilirea/sechestrarea carbonului organic în sol. În acest context, tehnologiile bioresursoregenerative presupun restabilirea şi sustenabilizarea mecanismelor naturale prin intensificarea proceselor biologice şi biochimice în cernoziomurile arabile. Pentru aceasta este necesar ca oricare sistem agricol, indiferent de categoria de folosinţă a terenurilor, urmează să includă elemente de biologizare a proceselor de funcţionare a agroecosistemelor. Biologizarea sistemelor agricole implică principiul abordării sistemice adaptiv-landşaftice cu luare în calcul a întregului complex de factori care determină funcţionarea agroecosistemelor. Prin urmare, biologizarea sistemelor agricole presupune analiza sistemică cu luare în calcul a tuturor factorilor limitativi şi nivelelor ierarhice de organizare a sistemelor agricole.

Elementul de bază în cadrul biologizării sistemului agricol este asolamentul adaptat la condiţiile concrete de landşaft, care determină alte componente ale sistemului agricol şi principalul furnizor de resurse bioenergetice în cadrul pedogenezei cernoziomice antropo-naturale. Acestuia îi revine un rol important în modelarea-structurarea masei solului în stratul arabil. Realizarea potenţialului pedofuncţional şi productiv al asolamentului este în funcţie de activitatea microbiologică a solului. Reducerea drastică a masei biomului solului, componenţei şi gradului de biodiversitate a acestuia sunt principalii factori limitativi care afectează reproducerea lărgită a

proceselor tipogenetice cernoziomice şi fertilităţii naturale. În acelaşi timp, acestea reduc eficienţa atât a fertilizanţilor minerali, cât şi a celor biologici (resturi vegetale, îngrăşăminte verzi). Aceasta implică necesitatea practicării unor procedee în scopul restabilirii masei, componenţei şi biodiversităţii biomului solului prin administrarea preparatelor biologice.

În cercetările noastre, în perioada 2010-2020 a fost testat locul şi rolul procedeului de algalizare în sustenabilizarea proceselor de agregare-structurare şi de sechestrare a carbonului organic în cernoziomurile tipice moderat humifere luto-argiloase puternic supracultivate. În total au fost testate patru specii de alge cianofite fixatoare de azot. Acestea au fost administrate pe sol în suspensie, în doza de 3 kg/ha în fazele timpurii de dezvoltare a culturilor porumb şi floarea-soarelui (anul agricol 2017-2018).

Analiza structural-agregatică a arătat ca biomasa tuturor speciilor de alge cianofite testate contribuie la agregare-structurarea pedomatricii solului.

În acelaşi timp, efectele de agregare-structurare diferă de la o specie la alta. Procesele de agregare-structurare cu participarea speciei *Nostoc linckia* decurg cu formarea, preponderentă, de agregate <5mm care dispun de alcătuire optimală a spaţiului poros care favorizează dezvoltarea sistemului radicular al plantelor de cultură. Aceleaşi efecte se constată şi cazul speciei *Calothrix gracilis* cu formarea unei alcătuiri structural-agregatice relativ omogenă pe întreaga grosime a stratului arabil.

Agregarea-structurarea cu participarea speciei *Cylindrospermum licheniforme*, deşi asigură conţinuturi de agregate agronomic valoroase (0,25-10 mm) mai mari de 80% în componenţa lor predomină agregatele >5mm şi 5-3 mm. Cu capacitate maximală de agregare-structurare se caracterizează specia *Nostoc gelatinosom*. În cadrul acestei variante, conţinutul de agregate 0,25-10 mm alcătuieşte cca 87%, iar conţinutul de agregate 5-1mm alcătuieşte cca 50-55% în funcţie de cultura cultivată. Coeficientul de structurare în cazul acestei variante este mai mare de 7.

Din cele prezentate, constatăm că în condiţii de algalizare mai intensiv decurg procesele de agregare cu formarea agregatelor 5-1 şi 3-0,5 mm. Aceasta se datorează procesului de aglutinare cu participarea substanţelor humice nou-formate. În acelaşi timp, în baza rezultatelor obţinute, constatăm că structura nou-formată dispune de hidrostabilitate redusă, deoarece agregarea-structurarea decurge cu formarea de agregate bulgăroase şi granulare cu alcătuire afânată.

Totodată, cercetările arată că plantele de cultură au acţiune diferită asupra proceselor de agregare-structurare. În linii generale, intensitatea proceselor monitorizate poate fi redată cu următoarele rânduri pedofuncţionale în sensul scăderii acesteia:

Porumbul: *Nostoc gelatinosum › Calothrix gracilis ›* Lot combinat *› Cylindrospermum licheniforme › Nostoc linckia;*

Floarea-soarelui: *Nostoc gelatinosum ›* Lot combinat *› Cylindrospermum licheniforme › Calothrix gracilis › Nostoc linckia*.

În cadrul circuitului carbonului, algelor cianofite le mai revine şi rolul de furnizor de substanţe humice mobile care se consumă la nutriţia plantelor. Astfel se

reduc cantităţile de humus consumat la mineralizare în aceste scopuri. În atare sens, cercetările noastre au arătat că algalizarea, deja, în fazele incipiente ale perioadei de vegetaţie, conduce la sporirea de 1,4-2 ori a conţinutului de substanţe humice mobile, comparativ cu varianta martor (trebuie să se ţină cont că pe parcursul perioadei de vegetaţie acestea participă direct la nutriţia plantelor). Cantităţile maximale ale acestei fracţiuni se constată în cadrul variantei *Cylindrospermum licheniforme*. În cadrul variantelor *Nostoc gelatinosum* şi *Calothrix gracilis,* conţinutul de substanţe humice mobile este de 1,4-1,8 ori mai mare decât în cadrul variantei de control.

Astfel, s-a constatat că biocenoza (pe exemplul algelor cianofite fixatoare de azot experimentate) contribuie direct la modificarea biotopului (în special, asupra structurii fizice a solului) prin îmbunătăţirea stării acestuia.

**Concluzii.** Algalizarea cernoziomului tipic moderat humifer puternic, supracultivat prin administrarea preparatelor cu alge cianofite fixatoare de azot, conduce la regenerarea procesului de humificare şi sechestrare a carbonului organic în componenţa agregatelor 5-0,5 mm cu ameliorarea stării structural-agregatice a acestuia. Mecanismele acestui proces sunt determinate de participarea biomasei algale alterate în calitate de sursă de azot biologic pentru desfăşurarea procesului de humificare. În măsură mai mică algele cianofite participă la procesele directe de agregare a biopedomatricei solului. Utilizarea sistemică a acestora presupune perspective de sustenabilizare a componenţei şi diversităţii microbiomului solului.

***Referinţe:***

1. JIGĂU, Gh. Cernoziomurile spaţiului pridanubian: evoluţiei, trenduri, management sustenabil. În: *International scientific conference, „Eastern European Cernozems-140 years after V.V. Docuceaev”*. 2019, pp. 360-376.
2. JIGĂU, Gh., TOFAN, E., ŞALARU, V., et. al. Locul şi rolul algelor cianofite fixatoare de azot în sechestrarea carbonului organic în sol. În: *Studia Universitatis Moldaviae, Seria „Ştiinţe reale şi naturale”*. 2019, nr. 11 (121), pp. 75-87.

# STUDIUL METAGENOMIC AL MICROBIOMILOR CERNOZIOMULUI TIPIC

*Nina FRUNZE*
*Institutul de Microbiologie și Biotehnologie*
**CZU: 631.461:631.445.4**
*ninafrunze@mail.ru*

Se știe că mediul solului reprezintă cel mai mare rezervor de diversitate microbiană pe pământ. Doar o mică parte din acest complex microbian imens (0,1-10%) poate fi crescut pe mediile nutritive artificiale în condiții de laborator [1, p. 502]. Majoritatea procariotelor din sol (90-99%) nu pot fi cultivate și, prin urmare, funcțiile lor biogeochimice și de mediu nu sunt disponibile pentru cercetare prin metode microbiologice clasice [2, p. 10]. Prioritare în detectarea și studierea majorității microorganismelor noncultivabile din sol sunt metodele biologice moleculare, ce permit investigarea proprietăților microorganismelor *in situ*, excluzând etapa de obținere a culturilor pure, mai ales la analiza volumelor mari de informații genetice [3, p. 22]. Analiza genei 16S ARN este cea mai populară în studiul metagenomic. Pe ea se bazează clasificarea filogenetică modernă a procariotelor [4, p.120]. În ciuda faptului că geografia lucrărilor consacrate metagenomului solului cuprinde aproape toate regiunile Pământului – în literatura științifică date privind analiza metagenomică a solurilor RM lipsesc.

Scopul studiului nostru a fost analiza metagenomică a microbiomilor din cernoziomul tipic cu sarcină antropică diferită.

**Metode și materiale.** Investigațiile s-au axat pe două sisteme de utilizare a terenului: în centura forestieră și pe terenurile arabile a două asolamente furajere contraste ale Staționarului multianual „Biotron”, Chișinău [câte trei variante: 1 – fond fără îngrășăminte (control); 2 – fond mineral (îngrășăminte minerale); 3 – fond organic: gunoi de grajd (bovine)]. În solul de referință, conținutul mediu de humus din stratul 0-60 cm varia de la 2,2 la 3,4%. Cel de $P_2O_5$, $K_2O$ și $NO_3$ a fost, respectiv, de 3,70; 19,10; 1,43 mg/100 g/sol în stratul 0-20 cm. Suma bazelor absorbite din stratul 0-50 cm a fost de 28-30 mg-eqv/100 g/sol. Reacția mediului din sol era ușor alcalină (pH = 7,8). Greutatea specifică a solului – de 2,6 g/cm$^3$, porozitatea – de 50-60%, masa volumetrică – de 1,06-1,30 g/cm$^3$. Îngrășămintele au fost administrate în funcție de cultură, în așa fel încât să compenseze conținutul cantitativ al NPK utilizat – adică opțiunile au fost echivalente. Calculele privind gunoiul de grajd au fost efectuate pe baza conținutului de $N_{450}P_{109}K_{470}$ în 100 tone de gunoi de grajd, kg.

Analiza metagenomică a microbiomului solului a avut loc în anul 2020 prin aplicărea tehnologiei de secvențiere de înaltă performanță, adică de „citire” a secvențelor nucleotidelor în ADN. Lucrările experimentale s-au efectuat în secția Tehnologii genomice a Centrului științific „Tehnologii genomice, proteomică și biologie celulară” al FSBSI ARRIAM, Petersburg, Federația Rusă.

**Rezultatele investigațiilor.** Rezultatele preliminare au relevat că procariotele din sol sunt reprezentate de un spectru larg de microorganisme. Structura filogenetică a comunităților de procariote din sol, conform datelor medii, aderă la 13 filumuri, ce aparțin la două domenii **Bacteria:** [Actinobacteriota (20,7%), Bacteroidota (4,2%), Cyanobacteria (1,6%), Firmicutes (14,2%), Fusobacteriota (0,3%)**,** Gemmatimonadota (0,5%), Myxococcota (0,4%), Nitrospirota (0,2%), Planctomzcecota (0,5%), Proteobacteria (29,3%), Verrucomicrobiota (0,9%)] și **Archaea** [Crenarchaeota (5,1%)]. Numărul taxonilor neidentificați din domeniul Bacteria este de circa 0,8%, iar a altor microorganisme neidentificate este relativ înalt (circa 19,9%). În general și în particular, ele aveau o reprezentativitate diferită (Fig.).

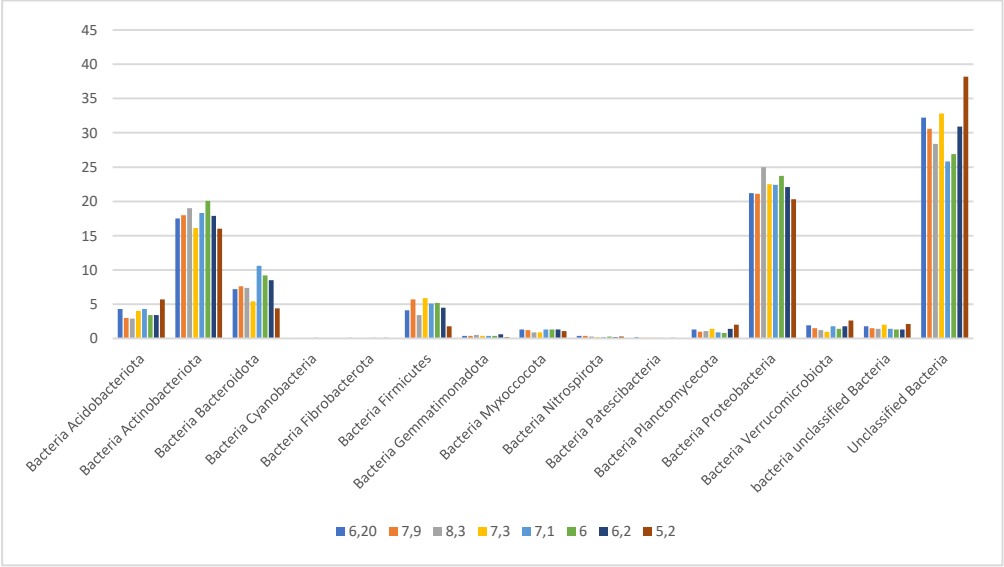



Fig. Ponderea filumurilor de procariote ale domeniului Bacteria din cernoziomul tipic

Primăvara, cea mai mare reprezentativitate a avut-o filumul Proteobacteriota (20,3-25,0%), pe locul 2 – filumul Actinobacteriota (16,0-20,1%) și pe locul 3 – filumul Bacteroidota (4,4-10,6%) și filumul Crenarcheota (5,2-8,3%) al domeniului Archaea. Filumurile cu ponderea de 0,9-5,9% au fost: Firmicutes (1,8-5,9%), Acidobacteriota (2,9-5,7), Verrumicrobiota (1,0-2,6%), Planctomycecota (0,9-2,0%). Microorganismele cu o prezentare întâmplătoare sau rară au aparținut filumurilor: 0,9-13% Myxococcota, 2-0,6% Gemmatimonadota, 0,2-0,4% Nitrospirota, 0,1-0,2% Patescibacteria, 0,0-0,1% Fibrobacterota, Cyanobacteria, 1,3-2,1% – altele, 28,4-38,2% – neidentificate.

Reprezentanții filumului Proteobacteriota și cei ai filumului Actinobacteriota cel mai des se întâlneau în variantele cu îngrășăminte minerale ale asolamentelor furajere, pe când cei ai filumului ***Bacteroidota*** – în solul fondului nefertilizat. În solul

biocenozei naturale, filumurile dominante au fost cel mai puțin reprezentate. Proteobacteria și Actinobacteria aveau cea mai mică pondere și numai Acidobacteriota – cea mai mare. Totodată, anume în această variantă au fost prezente cele mai multe procariote nedeterminate și în varianta cu îngrășăminte organice.

Filumurilor enumerate le aparțineau 26 de clase, 76 de ordine, 103 familii și 209 genuri (Tab.).

*Tabel*

Taxoanele principale de procariote din cernoziomul tipic

| Nr. d/o | Filumuri | Clase | Ordine | Familii | Genuri |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Crenacchaeota | 1 | 2 | 2 | 4 |
| 2 | Acidobacteriota | 4 | 7 | 7 | 12 |
| 3 | Actinobacteriota | 5 | 17 | 26 | 49 |
| 4 | Bacteroidota | 1 | 5 | 7 | 26 |
| 5 | Fibrobacterota | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 6 | Firmicutes | 3 | 8 | 10 | 14 |
| 7 | Gemmatimonadota | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 8 | Myxococcota | 2 | 5 | 5 | 10 |
| 9 | Nitrospirota | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 10 | Patescibacteria | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 11 | Planctomycecota | 1 | 5 | 5 | 9 |
| 12 | Proteobacteria | 3 | 18 | 30 | 68 |
| 13 | Verrumicrobiota | 2 | 5 | 7 | 11 |
| | Total: 13 | 26 | 76 | 103 | 209 |

***Referințe:***

1. АНДРОНОВ, Е.Е., ОНИЩУК, О.П., КУРЧАК, О.Н., ПРОВОРОВ, Н.А. Изменение популяционной структуры ризобий клевера (*Rhizobium leguminosarum bv. trifolii*) при переходе из почвы в клубеньковую нишу. В: *Микробиология*, 2014, т. 83, № 4, сс. 500-509. ISSN: 0026 - 3656.
2. АНДРОНОВ, Е.Е. и др. Изучение структуры микробного сообщества почв разной степени засоления с использованием T-RFLP и ПЦР с детекцией в реальном времени. В: *Почвоведение*, 2012, № 2, сс. 8-18. ISSN: 0131-6397.
3. АНДРОНОВ, Е.Е., ОНИШУК, О.П., КУРЧАК, О.Н., ПРОВОРОВ, Н.А. Изменение популяционной структуры ризобий клевера (*Rhizobium leguminosarum bv. trifolii*) при переходе из почвы в клубеньковую нишу. В: *Микробиология,* 2013, сс.18-28. ISSN: 0026-3656.
4. АНДРОНОВ, Е.Е., ЧИЖЕВСКАЯ, Е.П., ПИНАЕВ, А.Г., ПАВЛОВ, С.А. Молекулярный анализ микологического повреждения древесины. В: *Сельскохозяйственная биология*, 2013, № 5, сс. 118-131. ISSN: 0131-6397.

*Lucrarea a fost efectuată în cadrul proiectului* ***„Eficientizarea utilizării resurselor de sol și a diversității microbiene prin aplicarea elementelor agriculturii biologice (organice)”, nr. 20.80009.5107.***

# BOLOVĂNIREA STRUCTURII AGREGATICE A CERNOZIOMURILOR ARABILE: MECANISME, CRITERII DE DIAGNOSTICARE

*Angela STADNIC*

**CZU: 631.43/.45 + 631.95** *angela.stadnic@mail.ru*

Evoluția cernoziomurilor arabile ale spațiului dintre Prut și Nistru a intrat într-o nouă fază de evoluție antropo-naturală materializată în schimbări organizațional-structurale și funcționale, aceasta fiind precedată de modificarea dinamicii, intensității și, parțial, a sensului procesului de formare și de acumulare a humusului, acestuia revenindu-i rolul prioritar în cadrul pedogenezei cernoziomice [1].

În același timp, agrogeneza a implicat o serie de procese noi de evoluție a alcătuirii structural-agregatice a cernoziomurilor în regim arabil. Din numărul acestora răspândire mai largă are bolovănirea structurii agregatice care afectează, practic, toate cernoziomurile arabile.

Bolovănirea, este un proces inerent evoluției cernoziomurilor în condiții de pedogeneză agrogenă și presupune sporirea conținutului de agregate >10 mm. În funcție de gradul de exprimare cantitativă, bolovănirea presupune formarea a trei grupe de bolovani: mezobolovani – 10-20 mm; macrobolovani – 20-50 mm și megabolovani – >50 mm, iar predispunerea stratului agrogen al cernoziomurilor la bolovănire este în funcție de alcătuirea granulometrică și conținutul de humus.

Pe masura sporirii conținutului de argilă fizică (<0.01mm) în sol, ponderii argilei fine, în special a celei coloidale (<0,0002 mm), preponderent, smectit-montmorillonitică, aceasta sporește. În cadrul aceleiași alcătuiri granulometrice predispunerea solurilor la bolovănire sporește pe măsura reducerii conținutului de humus.

În contextul factorilor caracterizați pentru evaluarea gradului de vulnerabilitate a cernoziomurilor arabile la bolovănire, au fost utilizați o serie de indicatori care caracterizează capacitatea de agregare-structurare a materiei de bază a solurilor [1]:

1. Indicele de saturare a argilei fizice (<0,01 mm) cu argilă fină (<0,001 mm) ($K_{sa}$): $K_{sa}=(A_f : A_{fz})\cdot 100$;
2. Indicele de saturare a argilei fizice (<0,01 mm) cu humus ($K_{sh}$): $K_{sh}=(H : A_{fz})\cdot 100$

În relațiile 1 și 2 $A_f$ – argila fină (<0,001 mm),%; $A_{fz}$ – argila fizică (<0,001 mm),%; H – conținutul de humus, %;

3. Indicele de humusiere a agregatelor structurale ($K_{ha}$): $K_{ha}=H_{ag}:H)\cdot 100$,

unde: $H_{ag}$ – conținutul de humus în agregatele cu diverse dimensiuni, %; H – conținutul de humus (%) în stratul agrogen;

4. Indicele de instabilitate agregatică ($K_{ia}$): $K_{ia}=(A_{ma}: A_{gr})\cdot 100$,

unde: $A_{ma}$ – conținutul fracțiunilor <0,01 mm în analiza microagregatică; $A_{gr}$ – conținutul fracțiunilor <0,01 mm în analiza granulometrică;

5. Indicele de stabilitate a structurii în baza conținutului de agregate >5mm (fracționare uscată) [1].

Conform calculelor noastre, cca 79,7% din suprafața totală a cernoziomurilor din R.Moldova sunt predispuse la bolovănirea structurii agregatice (Tab.1, 2).

*Tabelul 1*

Gradații de evaluare a gradului de bolovănire a structurii

| Conținut de agregate >10mm, % | | Grad de bolovănire a structurii |
|---|---|---|
| < 10 | | Foarte scăzut |
| 10-20 | | Scăzut |
| 20-30 | | Admisibil |
| 30-40 | | Critic |
| 40-60 | | Nefavorabil |
| > 60 | | Extrem de nefavorabil |

*Tabelul 2*

Suprafața terenurilor arabile cu grad diferit de predispunere a structurii agregatice la bolovănire

| Zona | Suprafața,ha/% ha / % | Extrem de nefavorabil | Nefavorabil | Admisibil | Critic | Scăzut și foarte scăzut |
|---|---|---|---|---|---|---|
| R.Moldova | 1592014 / 100 | 136835 / 8,6 | 510201 / 32,0 | 623248 / 39,1 | 281491 / 17,7 | 40239 / 2,6 |
| Nord | 612842 / 100 | 15314 / 2,5 | 92560 / 15,1 | 256502 / 41,9 | 214322 / 35,0 | 34144 / 5,5 |
| Centru | 480710 / 100 | 55982 / 11,6 | 192065 / 40,0 | 184495 / 38,4 | 44480 / 9,2 | 3683 / 0,8 |
| Sud | 498462 / 100 | 65539 / 13,2 | 225576 / 45,2 | 182251 / 36,5 | 22689 / 4,6 | 2407 / 0,8 |

În scopul aprecierii impactului alcătuirii mineralogice a fracțiunii de argilă fizică, se propune utilizarea Indicelui de evaluare indirectă a alcătuirii mineralogice a acesteia (CCR) care reprezintă raportul dintre capacitatea de schimb cationic (me/100g de sol) și conținutul de argilă fizică (Tab.3).

*Tabelul 3*

Parametrii de evaluare indirectă a alcătuirii mineralogice a fracțiunii de argilă fizică în baza Indicelui CCR [3]

| CCR | Minerale argiloase dominante |
|---|---|
| < 0,2 | Caolinit |
| 0,20-0,35 | Illit și caolinit |
| 0,35-0,55 | Amestec de minerale argiloase |
| 0,55-0,75 | Amestec de minerale argiloase cu conținut mare de smectit-montmorillonite |
| > 0,75 | Predomină smectit montmorillonitele |

Prin prisma celor expuse, bolovănirea structurii agregatice a cernoziomurilor arabile este favorizată de ponderea sporită a argilei predcoloidale și coloidale în componența fracțiunii <0,001mm, alcătuirea mineralogică illit-montmorillonitică a acesteia, gradul sporit de nesaturare a argilei fizice cu humus și gradul avansat de decalcifiere a complexului adsorbtiv al stratului agrogen.

Procesul este susținut de regimul de umiditate contrast pe parcursul perioadei de vegetație, acesta devenind o trăsătură a cernoziomurilor arabile [2].

Cu grad sporit de predispunere la bolovănirea structurii agregatice se caracterizează cernoziomurile luto-argiloase și argilo-lutoase moderat și puternic erodate. Monitorizarea alcătuirii agregatice a cernoziomurilor tipice moderat humifere în cadrul unor terenuri pilot amenajate în SRL VINDEX-AGRO în anii 2018-2020 a arătat că pe parcursul perioadei de vegetație (aprilie-octombrie) în componența structurii agregatice sporește conținutul de agregate bolovănoase și ponderea megaagregatelor, care favorizează evaporarea intensivă a apei. În acest sens, cercetările noastre au arătat că rezervele de apă productivă în sol sunt invers proporționale gradului de bolovănire a structurii agregatice. În prima jumătate a perioadei de vegetație (aprilie-iunie) acestea se mențin în intervalul CC-URC. În cea de a doua jumătate (iulie-septembrie) rezervele de apă productivă se instaurează în intervalul URC-CO. Această dependență este mai pronunțată în perioadele secetoase și anii secetoși. Ca urmare, în solurile cu conținut de agregate bolovănoase mai mare de 30%, deja la începutul lunii iulie în stratul arabil rezervele de apă productivă alcătuiesc sub 30 mm. În același timp, bolovănirea structurii pe parcursul perioadei de vegetație conduce la instraurarea în stratul arabil a unei ambianțe aerohidrice și hidrotermice nefavorabile care atrage după sine intensificarea proceselor de mineralizare a substanțelor organice, inclusiv a humusului inert. Acesta se răsfrânge atât asupra conținutului total de humus în sol, cât și asupra conținutului acestuia în fracțiunile de agregate > 10 mm. În condițiile când conținutul total de carbon în stratul agrogen variază în intervalul 2,41-2,87%, conținutul acestuia în agregate > 10 mm.

***Referințe:***

1. JIGĂU, Gh. Cernoziomurile spațiului Pridanubian: evoluție, trenduri, management sustenabil. În: *Internațional Scientific Conference „Eastern european chernozems-140 yers after V.Dokuceaev*". Chișinău: CEP USM, 2019, pp.360-376.
2. JIGĂU, Gh., LEȘANU, M. *Reabilitarea ecologică a terenurilor agricole*. Chișinău: Tipografia Centrală, 2021. 200 p.
3. ДОКУЧАЕВА, Л.М., ЮРКОВА, П.Е. Оценка почвообразовательных процессов длительно орошаемых пресной водой черноземов обыкновенных. В: *Научный журнал НИИ проблем мелиорации*. 2017. № 1(25), сс.66-80.

# PROCESE ELEMENTARE DE METAMORFIZARE A STRUCTURII AGREGATICE ȘI DE ARIDIZARE A STRATULUI AGROGEN AL CERNOZIOMURILOR ARABILE

*Gheorghe JIGĂU, Boris TURCHIN, Nina PLĂCINTĂ,*
*Anjela STADNIC, Natalia BORȘ, Eugen Sprâncean*
**CZU: 631.43/.48** gheorghe.jigau@gmail.com

În ultimile decenii în spațiul Pridanubian devin tot mai resimțite efectele perioadelor secetoase și anilor secetoși, considerate ca fiind rezultatul schimbărilor climatice. Cu referință la acestea, analiza comparativă pe ultimii 100, 50, 20, 15 și 10 ani a arătat că în perioada, preponderent, secetoasă după 1980 se constată o creștere treptată a ponderii precipitațiilor cu cantități zilnic cuprinse între 0,1-4,9 mm și 5-20 mm în detrimentul precipitațiilor > 20 mm. În ultimele trei decenii, ponderea precipitațiilor zilnice < 5 mm a depășit 25%. În același timp, a sporit ponderea precipitațiilor zilnice 5-10 mm. Atât unele cât și altele sunt puțin eficiente, deoarece se pierd datorită intercepției și evapotranspirației la suprafața solului. Ca urmare, în soluri s-a instaurat un trend cumulativ deficitar al rezervelor de apă. Acesta este intensificat de un șir de alți factori care favorizează pierderea intensivă a apei din sol la evaporație și evapotranspirație: temperaturile caniculare, umiditatea relativă scăzută a aerului și extrem de scăzută, intensificarea vânturilor ș.a. Un loc aparte în aridizarea cernoziomurilor arabile revine proceselor de metamorfizare a structurii agregatice: bolovănirea, bulgorizarea, degranularea și siltizarea structurii.

*Bolovănirea* structurii agregatice a cernoziomurilor presupune sporirea conținutului de agregate > 10 mm, în componența acesteia fiind examinată simplist ca produs al lucrării solului în regim de umiditate necorespunzătoare. În cercetările noastre, aceasta este examinată ca un proces complex asociat condițiilor nou-formate de modelare-împachetare a materiei de bază în condiții pedogenetice induse de agrogeneză și schimbările climatice. Prin această prismă de idei bolovănirea structurii în stratul agrogen indică ponderea mare a particulelor elementare neagregate în componența materiei de bază a solului ca urmare a dezintegrării-dezagregării cauzată de dehumusierea și decalcifierea acesteia. Dehumusierea este cauzată de mineralizarea fracțiunii de humus inert în condiții de deficit cumulativ constant de resurse bioenergetice, iar decalcifierea este cauzată de mobilizarea calciului din complexul adsorbtiv al solului sub acțiunea substanțelor humice hidrofile nou-formate în condiții de regim aerohidric, preponderent reducător. Totodată, s-a stabilit că în cernoziomurile arabile se instaurează bilanț biogeochimic necompensat al calciului cauzat de conținutul mic al acestuia în resturile organice ale plantelor de cultură [3].

*Bulgorizarea* structurii agregatice presupune sporirea conținutului de agregate 5-10 mm în componența acesteia provenite din mecanismele compresionale de modelare a masei solului cauzate de alternarea supraumezirii stratului arabil în

perioadele umede și suprauscarii în perioada uscată. Pseudoagregatele nou-formate dispun de porozitate > 36% cu predominarea porilor de aerație care favorizează evaporarea fizică și mineralizarea intensivă a materiei organice. Ca urmare acestea sunt lipsite de hidrostabilitate. La umezire ele ușor se desfac în formațiuni < 1 mm, inclusiv particule elementare, cu formarea de mase astructurate care determină condiții nefavorabile pentru activitatea biotei solului și dezvoltarea rădăcinilor plantelor de cultură cu concentrarea acestora în primii 0-15 cm de la suprafață. În cadrul actualului trend al regimului de umiditate al stratului arabil aceasta sporește gradul de vulnerabilitate a agroecosistemelor la secetă.

*Degranularea* structurii agregatice presupune reducerea ponderii agregatelor 5-1 mm care reprezintă trăsătura genetică de bază a stratului humifer al cernoziomurilor, asigură volumul optimal (55-65%) al spațiului poros, precum și a raportului dintre porii capilari (ocupați de apă) și cei necapilari de aerație.

În aceste condiții, permeabilitatea pentru apă a stratului humifer al cernoziomurilor native alcătuiește 70-90 mm/oră, densitatea aparentă 1,1-1,25 g/cm$^3$, capacitatea de câmp pentru apă 30-35 % g/g, astfel asigurându-se valorificarea eficientă a apei provenită din precipitații, stocarea și conservarea ei în porii agregatici și funcționarea stabilă a ecosistemelor naturale [4].

Încadrarea cernoziomurilor în circuitul agricol este însoțită de reducerea ponderii mecanismelor radicular, coprogen și coagulațional în cadrul complexului de procese responsabile de reproducerea structurii glomerular-granulară [2]. Reducerea cantităților de humus nou-format, trendul regresiv unidirecționat al rezervelor de humus ca urmare a mineralizării fracțiunii de humus inert, decalcifierea lentă a complexului adsorbtiv și sporirea relativă a ponderii ionului $Mg^{2+}$ în componența acestuia (raportul Ca:Mg pe parcursul ultimilor 60-70 de ani s-a modificat de 12-13:1 până la 7-9:1) au condus la sporirea ponderii procesului de dezintegrare-dezagregare în evoluția alcătuirii structural-agregatice a cernoziomurilor arabile. Ulterioara organizare structural-funcțională a materiei de bază a solului presupune modificarea modului de împachetare a acesteia cu alcătuirea de formațiuni structurale cu dimensiuni > 5 mm. Ca urmare, în stratul agrogen s-a instaurat un bilanț necompensat regresiv unidirecționat al conținutului de agregate cu dimensiunile 5-1 mm. Conform unor calcule recente, în cernoziomurile arabile levigate și tipice moderat humifere din zona de nord și cea centrală, conținutul de agregate 5-1 mm s-a redus de la 58-62% până la 44-52%, iar în cernoziomurile tipice slab humifere și carbonatice din zona de sud acesta s-a redus de la 50-60% până la 36-42% [1]. Totodată, s-a stabilit că conținutul de agregate hidrostabile > 3 mm în stratul agrogen alcătuiește doar 3-8%. Conținutul agregatelor hidrostabile 3-1 mm alcătuiește 30-40% [1]. În același timp, cercetările noastre au scos în evidență o dinamică specifică a conținutului de agregate 5-1 mm pe parcursul perioadei de vegetație caracteristică tuturor subtipurilor de cernoziomuri arabile.

În prima jumătate a perioadei de vegetație (mai-iunie), în condiții de umiditate corespunzătoare intervalului CC-URC, conținutul de agregate 5-1 mm este relativ

stabil și relativ bun. Porozitatea totală a stratului agrogen alcătuiește 55-65%, iar volumul porilor de aerație chiar și în stratul 0-10 cm alcătuiește sub 30%. În stratul 10-30 cm acesta este relativ optimal 25-28%.

În jumătatea a doua a perioadei de vegetație în condiții de umiditate corespunzătoare intervalului URC-CO, stratul 0-8 cm se caracterizează cu valori ale densității aparente sub 1,04-1,07 g/cm$^3$, porozitate totală > 60%, structură, preponderent pulvurulentă (< 1 mm) și porozitate de aerație > 40%. Volumul porilor ocupați de apă alcătuiește sub 16%, aceștia fiind reprezentați prin pori ocupați preponderent de apa fizic legată.

Stratul 10-30 cm se caracterizează cu valori ale densității aparente 1,26-1,42 g/cm$^3$, conținut de agregate 5-1 mm < 50% porozitate totală < 55%, porozitate de aerație 33-39% și conținut de apă <0,35 CC).

Din cele prezentate, constatăm că în cadrul unei atare dinamici a conținutului de agregate glomerulare-granulare în cea de a doua jumătate a perioadei de vegetație (responsabilă de formarea recoltelor porumbului, florii-soarelui, sfeclei de zahăr, soei ș.a.) în stratul agrogen al cernoziomurilor arabile se instaurează seceta pedologică severă care conduce la reducerea recoltelor culturilor chiar și în anii climaterici normali. În anii secetoși, recoltele se reduc cu 60-70% [1].

Efectele specificate sunt intensificate de fenomenele de slitizare-consolidare a stratului agrogen asociate proceselor de dezintegrare-dezagregare a structurii cernoziomurilor arabile. Mai pronunțate acestea sunt la sfârșitul perioadei de vegetație. Lucrarea solurilor în condiții de umiditate necorespunzătoare conduce la megabolovănirea stratului arabil și reducerea accelerată a rezervelor de apă în sol implicând seceta pedologică de toamnă care creează mari dificultăți la desfășurarea lucrărilor de semănat, răsărirea și dezvoltarea culturilor de toamnă (grâu, orz, rapiță, mazăre).

**Concluzii.** Aridizarea stratului agrogen al cernoziomurilor arabile este determinată de perturbarea „codului genetic al cernoziomurilor”, cauzată de evoluția interacționată și interdeterminată a procesului de dehumificare-dehumusiere și celui de dezintegrare-dezagregare a structurii agregatice a acestora și se manifestă în bolovănirea, bulgorizarea și degranularea structurii agregatice.

***Referințe:***

1. JIGĂU, Gh., FALA, A., BOTNARU, V. *Ghid de autoevaluare a practicilor agricole durabile*. Chișinău: Tipografia Centrală, 2018. 112 p.
2. JIGĂU, Gh., LEȘANU, M. *Reabilitarea ecologică a terenurilor agricole*. Chișinău: Tipografia Centrală, 2021.200 p.
3. КОВДА, В.А. *Основы учения о почвах*. Т.2. Москва: Недра, 1973. 479 с.
4. ЛЕБЕДЕВА, И.И., КОРОЛЕВА, И.Е., ГРЕБЕНИКОВ, А.М. Концепция эволюции черноземов в условиях агроэкосистем. В: *Бюллетень почвенного института им. В.В. Докучаева*, 2013. Вып.71, сс.16-26.

# NICOLAE DIMO – EMINENT SAVANT ŞI PEDAGOG AL ŞCOLII SUPERIOARE

*Tatiana NAGACEVSCHI, Stela CURCUBĂT*
*Institutul de Ecologie şi Geografie*
**CZU: 631.4(478)(092)**
tatiana.nagacevschi20@gmail.com
stelacurcubat@gmail.com

Savantul-pedolog Nicolae Dimo, o personalitate deosebită, fire dezvoltată multilateral, care pe parcursul întregii vieți a fost preocupat de diverse probleme în domeniul pedologiei, agronomiei și ameliorării solurilor. Este autorul a cca 200 de lucrări științifice și a zeci de hărți pedologice și ameliorative pentru diferite teritorii. Geografia cercetărilor pedologice cuprinde Rusia (regiunile Saratov, Cernigov, Penza, Moscova), Asia Mijlocie, Depresiunea Caspică, Transcaucazia, Moldova. A trăit o viață lungă și plină de evenimente. Născut la 30 noiembrie 1873 în orașul Orhei. Copilăria și-a petrecut-o pe malul Răutului, preponderent pe dealul Ivanos – o culme calcaroasă care întretăia cursul râului. Familia Dimo dispunea de o mică podgorie și câteva zeci de pomi fructiferi, cultiva grâu, porumb pentru sine, dar și vindea puțină producție agricolă, obținând un venit modest. Micul Nicolae era educat în spirit creştin, avea o memorie fenomenală și auz muzical perfect. La vârsta de opt ani este înscris la școala parohială din Orhei, unde studiază în limba rusă toate disciplinele școlare. După absolvirea școlii primare din orașul natal, își continuă studiile la Școala Reală din Chișinău, unde studiază la liceul real, pe care-l absolveşte cu succes în 1894. În acelaşi an, el pleacă la Noua Alecsandrie (actualmente Pulava, Polonia). În timpul examenelor de admitere la Institutul de Agricultură şi Silvicultură din Noua Alecsandrie, Dimo face cunoştinţă cu V. V. Dokuceaev, care s-a interesat de tânărul ce interpreta frumos arii din opere şi cântece moldoveneşti. V.V. Dokuceaev auzise aceste melodii în Basarabia, unde în 1878 a întreprins cercetări ştiinţifice. Această cunoştinţă a jucat un anumit rol în viaţa lui. Din cei 300 de pretendenţi N.Dimo nimereşte în lista celor 66 de admişi. În această instituție a fost înființată prima Catedră de Pedologie, condusă de discipolul lui Dokuceaev, Nikolai Sibirtsev, care a fost și autorul primului manual de pedologie. La pagina 121 a acestui manual, autorul include „Proprietăţile regimului termic al solului descrise de studentul Dimo". Această remarcă îl onorează nespus pe tânărul cercetător, deoarece N. Sibirtsev a ales pentru manualul său cele mai veritabile date ştiinţifice din acea perioadă [2, 3].

Activitatea profesională de pedolog N. Dimo şi-o începe în 1899, după absolvirea instituției, pe malul fluviului Volga în regiunea Saratov. Pe atunci, solurile erau studiate în contextul pedologiei genetice – se cercetau și se descriau, mai întâi, condițiile pedogeografice, proprietățile fizico-chimice, se evalua fertilitatea solului și, în final, se elabora harta pedologică. În această perioadă, odată cu acumularea experienței de lucru pe teren, apar și un șir de lucrări științifice, care reflectă munca

de zi cu zi a savantului. În anul 1910 N. Dimo pleacă la Moscova, unde devine preşedinte al Comitetului pedologic, totodată ține prelegeri la Institutul de Cadastru din acest oraş (1917-1920). El organizează expediţii şi cercetări în diferite regiuni (Penza, Cernigov, Asia Mijlocie), rezultatele cărora aveau o deosebită importanţă pentru pedologie, geografie şi cartografierea solurilor.

Începând cu anul 1920, N. Dimo activează în Asia Mijlocie: efectuează cercetări ale solurilor salinizate și irigate din zonele de deșert, cercetează solurile Stepei Flămânde din preajma Tashkentului, astfel contribuind la înlăturarea multor *pete albe* de pe harta acestor regiuni. Savantul alcătuiește primele hărți pedologice, studiază rolul pedogenetic al diferitelor organisme, devenind unul din fondatorii pedozoologiei. Fondează și activează la Universitatea din Tashkent, mai întâi, în calitate de rector, apoi ca șef al Catedrei de Pedologie în cadrul Facultății de Agronomie, ulterior este numit director al Institutului de Pedologie și Geobotanică. Cu ajutorul studenților și colaboratorilor catedrei, N.Dimo alcătuiește hărți pedologice de diverse proporții aproape a întregului ținut. În 1925, în baza cercetărilor efectuate, N. Dimo exprimă ideea construirii canalului Karakum, realizat mai târziu. Rezultatele cercetărilor ştiinţifice din Asia Mijlocie au fost publicate în peste 15 lucrări de o mare importanţă ştiinţifică şi practică. În mod deosebit trebuie de menţionat prima hartă a solurilor întregii Asii Mijlocii, demonstrată în 1927 la Washington la primul Congres mondial al pedologilor. Congresul şi-a desfăşurat lucrările între 13-22 iunie 1927 și a finalizat cu o excursie pedologică cu durata de 30 de zile, traversând Statele Unite ale Americii şi o parte din teritoriul Canadei, ceea ce denotă conştientizarea unui moment istoric în evoluţia ştiinţei solului. Important este faptul că la acest prim Congres al pedologilor participă încă o personalitate notorie a neamului nostru – pedologul Nicolae Florov, de baştină din satul Corneşti, judeţul Iaşi, azi raionul Ungheni [1].

În timpul expedițiilor din Asia Mijlocie în Karakum şi în bazinul râului Amudaria, savantul participă la cercetarea solurilor irigate şi ulterior demonstrează influența negativă a monoculturii bumbacului asupra solului, argumentând necesitatea asolamentului. În acest scop, propune alternarea culturii bumbacului cu cea a lucernei. Drept consecință, în decembrie 1930 este arestat, fiind învinuit de sabotaj şi condamnat la moarte (iulie, 1931), însă după intervenția organelor de resort de la Moscova este eliberat (februarie 1932). După asemenea atitudine a conducerii comuniste locale, N.Dimo în anul 1932 părăsește Tashkentul și pleacă în Transcaucazia, la Tbilisi, unde participă la lucrările de ameliorare a solurilor aluviale. Din anul 1932 până în 1945 N. Dimo lucrează la Institutul Transcaucazian al Apelor din Tbilisi, unde este preocupat, în primul rând, de problemele ameliorării solurilor din regiunile Kura-Araks din Azerbaidjan, Kolhida şi Valea Alazan din Georgia. De asemenea, cercetează solurile depresiunii Kura-Araksin Kolhidei, propune variate metode de îmbunătăţire a solurilor pietroase, recomandă aplicarea aratului adânc la solurile salinizate (alcalinizate). Activează la Institutul Transcaucazian al Gospodăriei Apelor din Tbilisi (șef secție Pedologie), în acelaşi timp ține prelegeri la Institutul

Agricol (1932-1945). În această perioadă își desfășoară activitatea și în Azerbaidjan și Iranul de Nord [4,5].

În anul 1945, după sfârșitul războiului, N.Dimo, doctor habilitat, profesor universitar, pedolog cu renume, se reîntoarce acasă, în Moldova, unde se încadrează în mediul didactic şi desfăşoară o activitate productivă de cercetare a solurilor plaiului natal [5]. Revenit în Moldova, după o absență de cca 50 de ani, unde multe trebuiau începute din nou, dar pentru N.Dimo aceasta nu era ceva neobişnuit. Energia, experienţa bogată de organizator, necesarul strict, adus în vagonul de bagaj, îi permite în timp scurt să organizeze Catedra de Pedologie a Institutului Agricol recent deschis. În 1946, la Chișinău se fondează Universitatea de Stat. N.Dimo, în calitate de profesor, se ocupă de completarea corpului didactic, de întocmirea programelor, amenajarea laboratoarelor. Este numit vicerector și concomitent șef al catedrei de Pedologie în cadrul Facultății de Geologie și Pedologie. Astfel în 1946 începe pregătirea pedologilor care cu timpul au constituit renumita *școală pedologică dimovistă*. În același timp, Academia de Științe a URSS înființează la Chișinău Baza moldovenească de Cercetări Științifice (ulterior transformată în Filială) în cadrul căreia a fost înființată Secția de Pedologie condusă de eruditul savant N. Dimo, apoi Institutul de pedologie [3]. N. Dimo a murit la 15 martie 1959 în vârstă de 85 de ani la postul de director al Institutului care astăzi îi poartă numele. El a fost organizatorul cercetărilor Moldovei, a publicat o serie de lucrări privind diferite probleme ale studierii şi folosirii raţionale a solurilor noastre. Lucrările sale, chiar şi cele publicate la începutul secolului, nu-şi pierd actualitatea nici astăzi. Eminent savant, talentat organizator şi pedagog al şcolii superioare, educatorul numeroaselor promoţii de pedologi, agronomi, amelioratori şi geodezişti, academician, mare om de stat – toate aceste calităţi în ansamblu conturează chipul lui Nicolae Dimo.

***Referinţe:***

1. LIXANDRU, G. *Biografii neretuşate. (Evocări pe bază de studii şi cercetări proprii).* Iaşi: Editura „Ion Ionescu de la Brad”, 2007. 403 p.
2. URSU, A., CURCUBĂT, *S.* Primele cercetări detaliate ale solurilor în Republica Moldova. În: *„Creşterea impactului cercetării şi dezvoltarea capacităţii de inovare”. Conferinţa ştiinţifică cu participare internaţională consacrată aniversării a 65-a a USM*. 21-22 septembrie 2011. *Rezumatele comunicărilor. Ştiinţe ale naturii şi exacte.* Vol. I. Chişinău: CEP USM, 2011, pp. 225-227.
3. URSU, A. *Nicolae Dimo. Colaboratori şi discipoli: În memoriam.* Societatea Naţională de Ştiinţa Solului. Chişinău, 2003, pp. 6-12. ISBN 9975-9580-2-8.
4. Димо, Н.А. Воспоминания о В.В. Докучаеве и его деятельности в Новой Александрии. В: *Студенческая научная конференция, посвященная В.В. Докучаеву*. Кишинев: Государственное издательство Молдавии, 1949, сс. 5-24.
5. КРУПЕНИКОВ, И.А. *Долгая жизнь Димо*. Кишинев: Картя молдовеняскэ, 1973. 200 с.

# ANALIZA FACTORIAL-PROCESUALĂ A ARIDIZĂRII CERNOZIOMURILOR ARABILE DIN SPAȚIUL PRIDANUBIAN

*Gheorghe JIGĂU*
**CZU: 631.423.2:631.445.4(282.243.7)** gheorghe.jigau@gmail.com

Aridizarea cernoziomurilor – proces complex antropo-natural manifestat în reducerea rezervelor disponibile de apă sub nivelul corespunzător condițiilor climatice ale regiunii, reducerea productivității biologice a sistemelor ecologice „sol-plantă”, modificări cantitative și calitative la toate nivelele ierarhice structural-funcționale ale ecosistemului solului materializat în modificarea sensului și intensității proceselor tipogenetice cernoziomice, implicarea unor procese antropo-naturale necaracteristice pedogenezei cernoziomice, complexarea procesului cernoziomic antropo-natural și sporirea gradului de neomogenitate a învelișului de sol.

Aridizarea leagă diferiți factori și fenomene naturale (meteorologice, hidrogeologice, hidrologice, hidrofizice) de impactul agricol, concentrându-se asupra deficitului de precipitații, diferențele dintre evapotranspirația actuală și potențială în favoarea primei, deficitelor de apă, reducerea nivelurilor apelor de suprafață și celor subterane.

Procesele de degradare a solurilor (eroziunea, compactarea, destructurarea, salinizarea, solonețizarea reprezintă factori de intensificare a aridizării (Tab.1, 2).

Un loc aparte revine anomaliilor climatice, semnificative în distribuția spațio-temporală, induse de instabilitatea climatică milenară, intramilenară, seculară, intraseculară, multianuală. Acestea pot cauza episoade/perioade aride, manifestate prin scăderi ale precipitațiilor, creșteri ale temperaturii, frecvenței și intensității vântului [2].

*Tabelul 1*

Procese de degradare a solului care amplifică fenomenul de aridizare a agrolandșaftelor

| **Procese** | **Consecințe** |
|---|---|
| Eroziune prin apă | - Intensificarea scurgerii de suprafață<br>- Reducerea capacității de reținere a apei ca urmare a distrugerii totale sau parțiale a învelișului de sol<br>- Reducerea sau distrugerea capacității solului de a asigura o dezvoltare normală a covorului vegetal însoțită de reducerea capacității de reținere a apei și sporirea evaporației fizice<br>- Creșterea albedo-ului suprafeței terenurilor și intensificarea evaporației |
| Eroziune cu vântul | - Îndepărtarea orizonturilor superioare mai bogate în materie organică și deci reducerea capacității solului de a înmagazina apă și de a asigura funcționarea sistemului „sol-plantă”<br>- Reducerea stabilității antierozionale a solului și intensificarea |

| | |
|---|---|
| | scurgerilor superficiale<br>- Creșterea albedo-ului, creșterea temperaturii la suprafața solului și intensificarea puternică a evapotranspirației |
| Compactare | - Reducerea capacității solului de a permite înrădăcinarea culturilor<br>- Accentuarea riscului de eroziune prin scăderea permeabilității pentru apă și creșterea scurgerii de suprafață<br>- Diminuarea capacității pentru apă a solului prin reducerea porozității<br>- Intensificarea evaporației |
| Destructurare | - Reducerea permeabilității pentru apă, conductivității pentru apă, grosimii stratului de umectare<br>- Reducerea capacității totale pentru apă, capacității pentru apa productivă<br>- Reducerea capacității de stocare și de conservare a apei în sol<br>- Reducerea gradului de mobilitate și de accesibilitate a apei din sol<br>- Pierderi neproductive de apă la evaporarea fizică |
| Formarea crustei | - Reducerea permeabilității pentru apă la suprafața solului<br>- Intensificarea evaporației<br>- Creșterea albedo-ului |
| Ravenare | - Sporirea gradului de drenare naturală a terenurilor<br>- Adâncirea nivelului pânzei de apă freatică. Reducerea ponderii franjului de apă capilar-sprijinită în constituirea bilanțului de apă în sol<br>- Sporirea grosimii stratului „fiziologic mort”cu conținuturi de apă sub coeficientul de ofilire |
| Salinizare | - Provocarea secetei edafice ca urmare a creșterii presiunii osmotice a soluției solului peste cea a plantelor cultivate<br>- Efect toxic direct asupra plantelor de cultură<br>- Intensificarea evaporației prin formarea de crustă și creșterea albedo-ului |
| Solonețizare | - Dispersia argilei, formarea de orizonturi dense și compacte<br>- Reducerea drasfică a permeabilității pentru apă și a capacității pentru apa utilă |
| Vertisolare | - Formarea de orizonturi slitice-consolidate cu permeabilitate pentru apă extrem de mică. Reducerea conductivității hidraulice, capacității totale pentru apă și celei pentru apa productivă. Reducerea gradului de mobilitate și de accesibilitate a apei |
| Fisurare | - Formarea de căi preferențiale de scurgere internă a apei din stratul pedogenetic activ în subsol și de evaporare a apei în perioada uscată |

*Tabelul 2*

Efecte pedogenetice determinate de interacțiunea agrogenezei și schimbărilor climatice

| Agrogeneza | Schimbările climatice |
|---|---|
| Intensificarea proceselor de mineralizare a substanțelor humice – dehumusierea. Bilanț negativ al humusului | Intensificarea procesului de mineralizare a resturilor organice și reducerea intensității proceselor de humificare. Necompensarea pierderilor de humus – bilanț negativ al humusului |
| Destructurarea ca urmare a reducerii conținutului de humus. Distrugerea mecanică a structurii | Modificarea texturii și structurii solului datorită tendinței stabile de dezagregare/alterare sub influența factorilor climatici excesivi |
| Compactarea solului sub acțiunea presiunilor mecanice exercitate de mașinile și agregatele agricole | Așezarea mai rigidă a constituenților solizi ca urmare a dezagregării/alterării. Consolidarea solului ca urmare a uscării excesive |
| Sporirea intensității procesului de deflație (eroziune eoliană) ca urmare a mărunțirii structurii | Amplificarea eroziunii eoliene datorită creșterii temperaturilor estivale și reducerii precipitațiilor în timpul verii |
| Degradarea biotei solului și reducerea biodiversității ca urmare a degradării spațiului poros | Reducerea biotei din sol datorită creșterii temperaturii și reducerii conținutului de apă |
| Modificarea componenței soluției solului ca urmare a unui schimb mai defectuos al substanțelor pe profilul solului | Sporirea concentrației și modificarea componenței soluției solului ca urmare a evaporării intensive a apei din sol |
| Reducerea funcției bioproductive a solului ca urmare a reducerii cantității de apă productivă și a proceselor biologice, și a gradului de mobilitate și de accesibilitate a fitonutrienților | Reducerea cantității și calității materiei organice din sol datorită reducerii concomitente a rizodepunerilor |

Prin prisma rolului prioritar al factorilor și regimurilor fizice în geneza și evoluția cernoziomurilor, considerăm că aridizarea cernoziomurilor din spațiul Pridanubian este produs al alternanței proceselor de supraumezire și suprauscare a solurilor în cadrul a patru faze intraseculare de ciclicitate a climei în cadrul platformei est-europene.

Conform lui L.V. Klimenko (1992) în spațiul sud-est-european pentru perioada 1890-1986 se conturează clar trei faze intraseculare de modificare climatică:

1890-1912 – caracterizată cu reducerea temperaturilor și sporirea cantității de precipitații;

1913-1938 – caracterizată cu sporirea temperaturilor și reducerea cantității de precipitații atmosferice;

1939-1986 – caracterizată cu reducerea temperaturilor și sporirea cantității de precipitații atmosferice.

Acestea sunt urmate de faza contemporană caracterizată cu sporirea temperaturilor și reducerea cantității de precipitații atmosferice, care a demarat după 1986 și durează până în prezent.

Conform cercetărilor noastre, perioada 1939-1986 s-a caracterizat prin sporirea accelerată a suprafeței terenurilor cu exces de umiditate de la cca 10 mii ha în anii cincizeci până la 30 mii ha în anii șaptezeci (1972) și 80 mii ha în anii nouăzeci (1986) [1, 2].

***Referințe:***

1. JIGĂU, Gh. *Sisteme agricole conservative: Principii și condiții implementare în R.Moldova*.
2. JIGĂU, Gh., LEȘANU, M. *Reabilitarea ecologică a terenurilor agricole*. Chișinău: Tipografia Centrală, 2021.
3. КЛИМЕНКО, Л.В. Колебания температуры воздуха на южной половине Европейской территории СССР в 1891-1990 г.г. В: *Вестник Московского Университета. Серия география*. 1992, № 1, сс.25-30.

# MODIFICĂRI ANTROPICE ÎN PROFILURILE DE SOL DIN SITUL ARHEOLOGIC SAHARNA-ŢIGLĂU

*Vitalie SOCHIRCĂ, Tatiana NAGACEVSCHI*
**CZU: 631.472:903.4(478)** *sochirca1970@gmail.com*
*tatiana.nagacevschi20@gmail.com*

**Scopul cercetării:** evaluarea solurilor din perimetrul sitului arheologic Saharna-Ţiglău în vederea reconstituirii condiţiilor naturale şi a estimării cadrului natural pentru habitatul uman cercetat arheologic, care se referă la aşezările getice din perioada de circa 1000 de ani înainte de Hristos.

Aşezarea Saharna-Ţiglău se află pe o terasă pliocenă înaltă de dreapta fluviului Nistru, la circa 0,5 km depărtare de la marginea de nord a satului Saharna şi la 100 m spre vest de şoseaua Rezina–Saharna. Soclul terasei este constituit din strate groase de calcar sarmaţian, peste care sunt aşezate depozite de argile, loessuri şi cele de terase fluviale. Prin urmare, în calitate de material parental pentru sol servesc loessurile, cu prezenţa frecventă a unor fragmente de calcare sarmaţiene.

Arealul sitului arheologic este situat în partea central-estică a Podişului Nistrului, în subunitatea geomorfologică Rezina, la altitudinea absolută de 130 m. Constatăm prezenţa unui microrelief de platou, slab înclinat (3º-5º) spre sud-est. La o distanţă de 100 m spre est se desfăşoară versantul abrupt (45º-90º) al Nistrului, iar două văi de tip defileu, cu versanţi la fel de abrupţi, delimitează platoul Saharna-Ţiglău la nord (a unui râuleţ anonim) şi la sud (a râului Saharna). Prin urmare, din trei părţi teritoriul este „protejat de ziduri naturale”, oferind premise favorabile de apărare pentru om. Procesele de modelare pe platou sunt preponderent cele denudaţionale şi au o intensitate redusă, ceea ce favorizează activitatea agricolă a omului.

Având în vedere faptul că teritoriul investigat se află în condiţii continentale deja câteva milioane de ani, apare problema diferenţei de vârstă a acestor terenuri (a rocilor superficiale) şi continuitatea pedogenezei apreciate de V. Alexeev. Menţionăm că vârsta diferitelor soluri zonale în funcţie de pedogeneză (brune, cenuşii, cernoziomuri) constituie zeci şi sute de mii de ani. În această perioadă de timp, bineînţeles, condiţiile pedogenetice, în primul rând, clima, au suferit multiple schimbări. De exemplu, cel mai tânăr cernoziom carbonatic, format pe terasa inferioară a Prutului, probabil are vârsta de aproximativ 6000 de ani. În decursul ultimilor 2000 de ani profilul cernoziomului tipic slab humifer (obişnuit) practic nu a evoluat [2, p. 55-69]. Există calcule estimative [2, p. 55-69, după Bonnett, 1958], conform cărora un strat de sol cu grosimea de 2,5 cm se poate forma sub un înveliş ierbos compact în decurs de 250-400 de ani. Iar pentru teritoriul din limitele Republicii Moldova această valoare este estimată de pedologi la cca 1 cm în 60-70 de ani [2, p. 55-69; 1, p. 170-173].

Solurile supuse diferitelor procese sau fenomene tehnogenetice sunt foarte diferite de cele naturale, fiind influenţată construcţia morfologică, componenţa substanţială, procesele pedogenetice şi proprietăţile solurilor.

Solul cercetat din perimetrul secţiunii din situl arheologic Saharna-Ţiglău (coordonatele profilului: 47˚42'27" N, 28˚57'59" E) este cernoziom tipic slab humifer antropizat. Rezultatele testelor de laborator demonstrează că la adâncimea de 40-100 cm în orizonturile solului şi în roca parentală (la adâncimea de 110-140 cm) există unele abateri texturale, precum şi unele proprietăţi chimice care nu sunt caracteristice unui profil natural de sol: prezenţa carbonului organic, a humusului şi a azotului ($N_{total}$); un conţinut sporit de fosfor ($P_2O_5$), de potasiu ($K_2O$), de microelemente (Mn, Cu, Zn, Fe, Co, Pb şi Cr) îndeosebi în stratul de 40-80 cm. Aceste abateri pot fi explicate doar ca rezultat al intervenţiei antropice, într-o perioadă îndepărtată de timp, ceea ce se observă vizual şi pe profilul solului (Tab. 1 şi 2).

*Tabelul 1*

Parametrii fizici şi chimici ai solului din perimetrul sitului arheologic Saharna-Ţiglău

| **Adâncimea, cm** | **Densitatea fazei solide a solului** | **< 0,001 mm (argilă fină)** | **0,05-0,001 mm (praf)** | **0,05-1 mm (nisip)** | **C organic** | **Humus** | **$N_{tot}$** | **$CaCO_3$** | **$K_2O$** | **$P_2O_5$** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ***g/cm³*** | ***Componenţa granulometrică, %*** | | | ***%*** | | | | | |
| **0-10** | 2,60 | 34,79 | 51,71 | 13,50 | 2,83 | 4,88 | 0,18 | | 0,83 | 0,031 |
| **20-30** | 2,60 | 35,16 | 51,93 | 12,91 | 2,60 | 4,49 | 0,17 | | 0,80 | 0,020 |
| **30-40** | 2,57 | 34,49 | 53,23 | 12,28 | 2,09 | 3,61 | 0,13 | | 0,91 | 0,026 |
| **50-60** | 2,57 | 33,27 | 53,75 | 11,33 | 1,67 | 2,89 | 0,13 | 12,62 | 0,93 | 0,027 |
| **70-80** | 2,57 | 33,32 | 53,73 | 11,95 | 1,34 | 2,31 | 0,11 | 12,62 | 0,84 | 0,028 |
| **90-100** | 2,57 | 34,81 | 53,96 | 11,23 | 1,38 | 2,38 | 0,11 | 15,21 | 0,80 | 0,020 |
| **110-120** | 2,60 | 35,22 | 54,42 | 10,36 | 0,59 | 1,01 | 0,07 | 25,55 | 0,73 | 0,021 |
| **120-130** | 2,63 | 35,61 | 54,26 | 10,13 | 0,66 | 1,15 | 0,07 | 26,65 | 0,70 | 0,023 |

Densitatea fazei solide a solului se încadrează, în ansamblu, în limite acceptabile. Însă legitatea generală de creştere a valorii spre adâncime este perturbată în straturile 40-100 cm, unde putem presupune că valorile mai mici se datorează ponderii sporite a părţii organice. Din punct de vedere textural, solul se caracterizează ca luto-argilos. În ceea ce priveşte componenţa granulometrică, pe profil nu se observă modificări esenţiale, cu excepţia conţinutului sporit de praf (diametrul 0,001-0,05 mm), evidenţiat în stratul de 40-100 cm. Solul analizat are un conţinut relativ ridicat de humus – de peste 4% la adâncimea de până la 30 cm a profilului de sol, cu o tendinţă firească de micşorare odată cu adâncimea. Prezintă un interes deosebit conţinutul de humus la adâncimea de 110-130 cm (orizontul C – roca de solificare), care depăşeşte 1%, ceea ce nu este caracteristic unui profil natural şi poate fi explicată prin influenţa unei activităţi antropice într-o perioadă îndepărtată de timp. Conţinutul de microelemente se încadrează în limitele caracteristice pentru cernoziomul tipic slab

humifer, însă cu o creştere evidentă a conţinutului în stratul de 40-80 cm, care coincide cu stratul cultural atribuit epocii fierului. Astfel, dintre cele 8 microelemente investigate, 4 microelemente (Fe, Co, Pb şi Cr) au o concentraţie maximă în stratul de 70-80 cm (*vezi cifrele subliniate*), alte 3 microelemente (Mn, Cu şi Zn) în stratul de 40-60 cm, iar singura excepţie este Ni (Tab. 2). Această concentraţie a microelementelor în stratul cultural de 40-80 cm ar putea fi generată de o concentraţie sporită de rămăşiţe rezultate din activitatea antropică, inclusiv cenuşa.

*Tabelul 2*

Conţinutul microelementelor în solul din perimetrul sitului arheologic Saharna-Ţiglău

| **Adânci-mea, cm** | **Mn** | **Cu** | **Zn** | **Co** | **Fe** | **Pb** | **Cr** | **Ni** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ***mg/kg*** | | | | | | | |
| **0-20** | 191,06 | 14,80 | 35,10 | 9,83 | 15,65 | 12,289 | 102,494 | 2,312 |
| **20-30** | 213,57 | 14,93 | 37,73 | 9,82 | 16,38 | 12,090 | 106,736 | 0,488 |
| **40-50** | 214,62 | 18,28 | 43,54 | 12,07 | 20,52 | 14,015 | 120,654 | 1,789 |
| **50-60** | 225,46 | 18,04 | 43,16 | 12,11 | 20,52 | 15,588 | 124,069 | 1,447 |
| **70-80** | 225,12 | 17,69 | 42,96 | 13,48 | 22,78 | 16,853 | 132,240 | 1,968 |
| **90-100** | 207,93 | 16,52 | 39,44 | 11,79 | 19,89 | 13,299 | 118,526 | 1,369 |
| **110-120** | 198,13 | 14,94 | 35,27 | 12,89 | 17,87 | 16,668 | 97,135 | 1,142 |
| **130-140** | 194,52 | 14,77 | 34,87 | 12,48 | 18,54 | 14,305 | 98,628 | 1,380 |

**În concluzie**, prezenţa materiei organice, conţinutul majorat al prafului ce poate fi condiţionat de prezenţa cenuşii ce are aceleaşi dimensiuni (0,05-0,005 mm) şi prezenţa sporită a unor microelemente la adâncimea de 40-130 cm, pot fi explicate prin influenţa unei activităţi antropice într-o perioadă îndepărtată de timp, care se referă la aşezările getice din perioada de circa 1000 de ani înainte de Hristos.

***Referinţe:***

1. URSU, A., VLADIMIR, P., MARCOV, I. Specificul pedogeografic al dealului Măgura. În: *Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele vieţii*, 2007, nr. 1 (301), pp. 170-173. ISSN 1857-064X.
2. КРУПЕНИКОВ, И. А. Погребенные почвы Нижнего Траянова вала и некоторые вопросы палеопочвоведения. В: *Охрана природы Молдавии*, 1960, вып. I, сс. 55-69.

# TESTAREA BACTERIILOR SIMBIOTROF FIXATOARE DE AZOT *RHIZOBIUM JAPONICUM* RD2 ȘI NANOPARTICULELOR DE COBALT ASUPRA CREȘTERII PLANTELOR DE SOIA ÎN SOLUL POLUAT CU POLIETILENĂ DE DENSITATE SCĂZUTĂ

*Vasile TODIRAȘ, Sergei CORCIMARU, Svetlana PRISACARI,*
*Angela LUNGU, Ina RASTEMIȘINA*
*Institutul de Microbiologie și Biotehnologie*
**CZU: 631.42 + 504.53.054:678.7** todiras.v@mail.ru

Pe parcursul ultimului deceniu, în majoritatea țărilor, cât și în Republica Moldova, a apărut problema poluării mediului ambiant cu produse plastice, inclusiv cu polietilenă de densitate scăzută (LDPE). Deoarece produsele plastice sub acțiunea factoriilor biotici și abiotici se descompun în particule mai mici, nimerind în sol, apă și aer exercită un impact negativ asupra sănătății solului, dezvoltării plantelor și productivității lor și, ca rezultat, pune sub pericol securitatea alimentară și dezvoltarea durabilă a agriculturii [1, p.1066; 2, p.755-760]. Consecințele negative ale poluării solului cu plastic impun necesitatea elaborării măsurilor de remediere. Din lipsa metodelor chimice și fizice de distrugere eficientă a poluanților din sol, în ultimul timp atenția este îndreptată spre elaborarea procedeelor de degradare biologică [3, p.239; 4, p.4146], inclusiv cu aplicarea fitoremedierii și nanobioremedierii (5, p.15; 6, p.16; 7, p.232]. Fitoremedierea este utilizarea plantelor, microorganismelor de rizosferă asociate cu aceste plante, adausurilor pentru sol și procedeelor agronomice pentru înlăturarea, detoxicarea și distrugerea poluanților nocivi din mediul înconjurător. Nanofitoremedierea, la rândul său, presupune utilizarea nanomaterialelor pentru stimularea și eficientizarea fitoremedierii. Fitoremedierea și nanofitoremedierea sunt tot mai activ studiate ca mijloace de restabilire a solurilor poluate cu diverse substanțe organice și neorganice (poluanți organici persistenți, metale grele, etc.) [6, p.16 ]. Fitoremedierea deja este cu succes utilizată în practica purificării terenurilor agricole și apelor subterane, orășenești, agricole și industriale [7, p. 232; 8, p. 54]. Totodată, în momentul dat, practic nimic nu se știe despre posibilitatea utilizării nanofitoremedierii pentru soluri poluate cu materiale plastice.

Având în vizor cele expuse, scopul lucrării a fost de a evalua posibilitatea utilizării nanofitoremedierii pentru soluri poluate cu LDPE. În calitate de fitoremediator a fost testată planta de soia, bacterizată și nebacterizată cu tulpina *Rhizobium japonicum* RD2, iar în calitate de stimulatori ai fitoremedierii – nanoparticulele de cobalt ($CoFe_2O_4$/PEGB).

Investigațiile s-au început cu testarea bacteriilor de nodozități, nanoparticulelor de cobalt și acțiunea lor în comun (a bacteriilor de nodozități cu nanoparticulele de cobalt) asupra creșterii și dezvoltării soii în solul poluat cu peliculă de densitate scăzută (LDPE).

Ca rezultat al cercetărilor, a fost stabilit că tratarea semințelor de soia cu *Rhizobium japonicum* RD2 majorează înălțimea plantei – cu 13,0%, lungimea rădăcinii – cu 13,6%, masa uscată a plantelor – cu 37,3% față de martorul absolut, iar în varianta unde semințele de soia bacterizate cu *Rhizobium japonicum* RD2 și incorporate în solul cu polietilenă prelucrată cu nanoparticule de cobalt ($CoFe_2O_4$/PEGB) procesul de stimulare a fost și mai accentuat – înălțimea plantelor s-a majorat cu 21,6%, lungimea rădăcinilor – cu 16,6%, iar masa uscată a plantelor – cu 56,2%. În baza rezultatelor obținute, am tras concluzia preliminară: folosirea în comun a bacteriilor simbiotrof fixatoare de azot *Rhizobium japonicum* RD2 și a nanoparticulelor de cobalt favorizează creșterea plantelor de soia în solul poluat cu polietilenă de densitate scăzută.

***Referințe:***

1. RILLING, M.C. et al. Microplastic effects on plants. In: *New Phytologist*. 2019, no.223, p. 1066. ISSN 14698137, 0028646X.
2. XIAO-DONG, Sun et al. Differentially charged nanopastics demonstrate distinct accumulation in Arabidopsis thaliana. In: *Nature Nanotechnology*. 2020, nr. 15, pp. 755-760. ISSN 1748-3387.
3. ASWALE, P., ADE, A. Assessment of the biodegradation of polythene. In: *Bioinfolet*. 2008, no.5, p.239. ISSN 0796-4755.
4. TRIBEDI, P., SIL, A. K. Low-density polyethylene degradation by Pseudomonas sp.AKS2 biofilm. In: *Environmental Science and Pollution Research*. 2013, no.20, p.4146. ISSN 0944-1344
5. PILON-SMITS, E. Phytoremediation. In: *Annual Review of Plant Biology*. 2005, no. 56, p. 15. ISSN 15452123, 15435008.
6. SRIVASTAV, A. et al. Nano-phytoremediation of Pollutants from Contaminated Soil Environ.: Current Scenario and Future Prospects. In: ANSARI,A., GILL,R., LANZA, G., NEWMAN,L. (eds) *Phytoremediation. Springer, Cham*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-99651-6_16.
7. AFZAL, M., KHAN, Q., SESSITSCH, A. Endophytic bacteria: prospects and applications for the Phytoremediation of organic pollutants. In: *Chemosphere*. 2014, 117C, p.232. ISSN 456535. 8. НАЗАРОВ, А.В., ИЛАРИОНОВ, С.А. Потенциал использования микробно-растительного взаимодействия для биоремедиации. В: *Биотехнология*, 2005, № 5, с. 54. ISSN 0234-2758.

*Rezultatele prezentate au fost obținute în cadrul Proiectului* ***nr.20.80009.7007.03 „Potențialul microbiologic în degradarea deșeurilor de plastic nereciclabil”,*** *finanțat de Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltare în cadrul Programului de Stat 2020-2023*.

# DIVERSITY OF GROUND BEETLES IN STEPPE ECOSYSTEMS OF THE REPUBLIC OF MOLDOVA

*Natalia MUNTEANU-MOLOTIEVSKIY, Anna MOLDOVAN*
*Institute of Zoology*
**CZU: 595.76:574.4(212.6:478)**
*munteanu_natalia_v@yahoo.com*,
*anna.moldovan@yahoo.com*

**Introduction.** On the territory of the Republic of Moldova, in the past, meadows stretched over large areas in the Balti Steppe and Bugeac Steppe. The steppe vegetation was dominating over other types of vegetation. Currently, formations with untilled steppe vegetation are preserved in small areas, sectors with steppe vegetation can be found on steep slopes and sometimes in places with landslides, where the communities of plants are usually degraded. Depending on the relief, on the plateaus and in the upper part of the slopes, the following species are found fescue (*Festuca valesiaca*), lessing feather grass (*Stipa lessingiana*), golden feather grass (*S. pulcherrima*), and needlegrass (*S. capillata*). In the lower places, predominant is the rhizomatous grass: meadow-grass (*Poa angustifolia*), couch grass (*Elytrigia repens*), smooth brome (*Bromopsis inermis*), while on the steep slopes, especially those with southern exposure, are found communities of plants dominated by yellow bluestem (*Bothriochloa ischaemum*) [5].

Grasslands are considered regional biodiversity hotspots and consequently of high conservation value. Unfortunately, the steppe is one of the most transformed and overworked ecosystems, and at the same time the most underrated of landscapes. It is known that insects play an important role in ecosystems as pollinators, food chain elements, maintenance, and improvement of soil quality [4]. Despite that, still little is known about the beetle diversity and community structure of the steppe-like grassland of the Republic of Moldova. This study aims to survey the fauna of beetles in steppe ecosystems.

**Material and methods**. The study was conducted at five sites: Pelinia (47.8780°N, 27.8344°E), Vranesti (47.6233°N, 28.1009°E), Stefanesti (46.4459°N, 29.6892°E), Bugeac (46.3658°N, 28.6633°E), and Ciumai (45.7822°N, 28.5697°E), across Republic of Moldova. Insects were sampled using pitfall traps, from August through October 2015. Taxonomic identification of beetles was carried out using Keys to Insects of the European Part of the USSR, vol. 2 [2], and some additional online resources [3]. To quantify the diversity of investigated insect communities the species richness, Margaleff index, Pielou's evenness, Shannon, and Simpsons indices were calculated using the software PRIMER v7 [1].

**Results and discussion**. As a result of the survey from five localities, a total of 368 specimens of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) were collected. The taxonomic identification revealed 51 species of carabids from 19 genera, among

which genus *Harpalus* had the highest number of species (14), followed by *Amara* and *Ophonus* (by 6 species), *Calathus* (5), *Acinopus* (3), *Pseudoophonus*, *Pterostichus*, and *Zabrus* (by 2), *Brachinus*, *Carabus*, *Cryptophonus*, *Cymindis*, *Dolichus*, *Laemostenus*, *Licinus*, *Paradromius*, *Parophonus*, *Sphodrus* and, *Trechus* (by 1 species). From the total number of sampled ground beetles, five species were recorded only from Pelinia: *Amara consularis* (Duft.), *A. equestris* (Duft.), *A. littorea* Thoms., *A. sabulosa* (Serville), and *Calathus erratus* (Sahlb.), unique for Vranesti were the following six species: *Harpalus dimidiatus* (P. Rossi), *H. politus* Dej., *H. rubripes* Duft., *Ophonus diffinis* (Dej.), *O. laticollis* Mnrhm., and *Parophonus hirsutulus* (Dej.), the following five were unique for Stefanesti: *Acinopus laevigatus* Mén., *Amara brunnea* Gyll., *Carabus nemoralis* Müller, *Harpalus distinguendus* (Duft.), and *Licinus cassideus* (F.), other five species were unique findings for Bugeac: *Calathus melanocephalus* (L.), *Cymindis axillaris* (F.), *Harpalus modestus* Dej., *H. serripes* (Quens.), and *Pterostichus melas* (Creutz.), and last eight species were unique for Bugeac: *Acinopus ammophilus* Dej., *Amara aenea* DeG., *Calathus distinguendus* Chaud., *Dolichus halensis* (Schall.), *Harpalus dispar splendens* Gebl., *H. smaragdinus* (Duft.), *Ophonus convexicollis* Men. and *Sphodrus leucophthalmus* (L.). The following 22 species shared two or more localities: *Acinopus picipes* (Ol.), *Brachinus crepitans* (L.), *Calathus ambiguus* (Payk.), *C. fuscipes* (Goeze), *Cryptophonus tenebrosus* (Dej.), *Harpalus atratus* Latr., *H. cephalotes* Fairm., Laboul., *H. hospes* Sturm, *H. melancholicus* Dej., *H. pygmaeus* Dej., *H. tardus* (Panz.), *Laemostenus terricola* Hbst., *Ophonus azureus* (F.), *O. rufibarbis* (F.), *O. sabulicola* (Panz.), *Paradromius linearis* (Ol.), *Pseudoophonus griseus* (Panz.), *P. rufipes* (DeG.), *Pterostichus macer* (Marsh.), *Trechus quadristriatus* (Shrnk.), *Zabrus spinipes* (F.), and *Z. tenebrioides* (Goeze).

*Table*

Ecological indices of ground beetles in steppe ecosystems of the Republic of Moldova

| Index | Pelinia | Vranesti | Stefanesti | Bugeac | Ciumai |
|---|---|---|---|---|---|
| Total species: S | 19 | 16 | 17 | 19 | 20 |
| Total individuals: N | 110 | 43 | 81 | 87 | 47 |
| Species richness (Margaleff): d | 3.829 | 3.988 | 3.641 | 4.031 | 4.935 |
| Pielou’s evenness: J’ | 0.619 | 0.856 | 0.785 | 0.772 | 0.848 |
| Shannon H' | 0.793 | 1.031 | 0.966 | 0.988 | 1.103 |
| Simpsons Diversity λ | 0.269 | 0.144 | 0.169 | 0.151 | 0.117 |

The number of species collected within localities ranged from 16 in Vranesti to 20 in Ciumai. The highest number of specimens revealed were in Pelinia (110) and the lowest in Vranesti (43). The Margaleff’s index showed the highest value for Ciumai (4.935) and lowest for Stefanesti (3.641). Pielou’s evenness showed the

highest value for Vranesti (0.856) and the lowest for Pelinia (0.6198). Shannon index had the highest value for Ciumai (1.103) and lowest for Pelinia (0.793) and the highest value for Simpson diversity index was in Pelinia (0.269) and the lowest in Ciumai (0.117) (Table).

Obtained results confirmed our expectation that steppes are still important biodiversity reservoirs within the boundaries of our country. Intensive agriculture and overgrazing have caused the degradation of grassland, the biodiversity and ecosystem productivity has dramatically declined. Poor management needs to be immediately substituted with one that will enhance ecosystem functioning, grassland productivity, protect biodiversity, and provide strategic actions that will prevent negative economic pressures. There is an urgent need towards rising attention of the local and central public authorities, and population on the priority of the biodiversity conservation measures in the steppe region. Future investigations should focus on extending the number of sampling localities for better coverage of the steppe ecosystems of the Republic of Moldova, and the application of additional sampling methods to extend the range of insect groups. The most important areas from steppe ecosystems of the Republic of Moldova must be identified and conserved as natural reserves within the National Ecological Network.

***References:***

1. CLARKE, K.R., GORLEY, R.N. *PRIMER v7: User Manual/Tutorial*. PRIMER-EPlymouth, 2015.
2. *Keys to insects of the European part of the USSR in five volumes*. Vol. 2. Coleoptera and Strepsiptera. Ed. E.L. GURYEVA and O.L. KRYZHANOVSKY. Publishing "Science". Moscow-Leningrad. 1965, no. 89. 668 p. (Russian).
3. Mike's Insect Keys. Available online: https://sites.google.com/view/mikes-insect-keys/mikes-insect-keys (accessed in 2015-2016).
4. OHSAWA, M. Beetle families as indicators of Coleopteran diversity in forests: a study using Malaise traps in the central mountainous region of Japan. In: *Journal of Insect Conservation*. 2010, no.14, pp.479-484.
5. POSTOLACHE, G. *Vegetația Republicii Moldova*. Chișinău: Ştiinţa, 1995. 340 p.

***Acknowledgments***. *Rufford Small Grant (2015-2016), The Rufford Foundation, institutional Project no. 5.817.02.12F (2014-2019), and State Program Project 20.80009.7007.12 (2020-2023).*

# STUDIEREA BACTERIILOR IZOLATE DIN NĂMOLUL LACURILOR PARCULUI „LA IZVOR”

*Valerina SLANINA, Nina BOGDAN*
*Institutul de Microbiologie şi Biotehnologie*
**CZU: 574.5:579.68**
*nina.bogdan.91@gmail.com*

Ecosistemele acvatice sub formă de lacuri din diferite regiuni constituie resurse de apă indispensabile pentru oameni. Microbiomii ecosistemelor lacustre sunt resurse adecvate pentru agricultură, industrie şi sectoare conexe. Microbii joacă un rol central în procesele ecologice globale şi în biogeochimia Pământului, fiind responsabili de procesele de mineralizare a materiei organice şi de reciclare a nutrienţilor.

În pofida faptului că bacteriile joacă un rol important în procesele ecosistemului lacului şi afectează calitatea apei, speciile bacteriilor implicate în această activitate rămân în mare parte neidentificate. Studierea diversităţii microorganismelor din aceste ecosisteme acvatice permite identificarea tulpinilor dominante şi determinarea proprietăţilor valoroase ale lor. Mulţi autori au demonstrat că fiecare lac posedă o compoziţie proprie a microbiomului, totodată există un număr mare de date că multe unităţi taxonomice sunt similare între ecosistemele lacurilor [1].

Un interes deosebit sunt speciile acvatice obligatorii – bacteriile ce se dezvoltă activ în apă, şi cel mai important, nu se pot reproduce în afara mediului acvatic. Cunoaşterea taxonomiei şi ecologiei acestor bacterii permite determinarea şi rolul lor în procesele de autopurificare a rezervoarelor, datorită prezenţei puternice a sistemelor enzimatice. De aceea studierea bacteriilor rămâne un subiect actual atât pentru cercetări ştiinţifice cât şi aplicative.

Scopul cercetărilor a constat în izolarea şi studierea bacteriilor din lacurile parcului „La Izvor”.

Izolarea culturilor de bacterii s-a efectuat prin diluţii succesive cultivate pe medii specializate. Pentru identificarea microorganismelor, este necesară evaluarea mai multor caracteristici culturale şi morfologice. Studiul proprietăţilor biochimice ale culturilor bacteriene face posibilă identificarea lor ulterioară prin intermediul unor medii nutritive speciale pentru stabilirea afilierii specifice şi separării în tulpini [2].

În urma însămânţării pe medii de cultură au fost izolate 54 de tulpini de bacterii, dintre care au fost identificate 32 de tulpini de enterobacterii patogene. Apartanenţa tulpinilor la enterobacterii a fost determinată prin reacţia de fermentare a carbohidraţilor după cultivare pe mediu KIA.

Cultivarea tulpinilor izolate pe mediul agar nutritiv a permis determinarea proprietăţilor morfologice şi culturale ale coloniilor. Din rezultatele prezentate în Figura 1, putem observa că tulpinile izolate, la cultivare pe mediu agarizat, au format colonii circulare/ondulate, lucioase/mate cu margini întregi, de culoare albă-gălbuie, opace sau translucide, cu consistenţă păstoasă/vâscoasă/granulară.

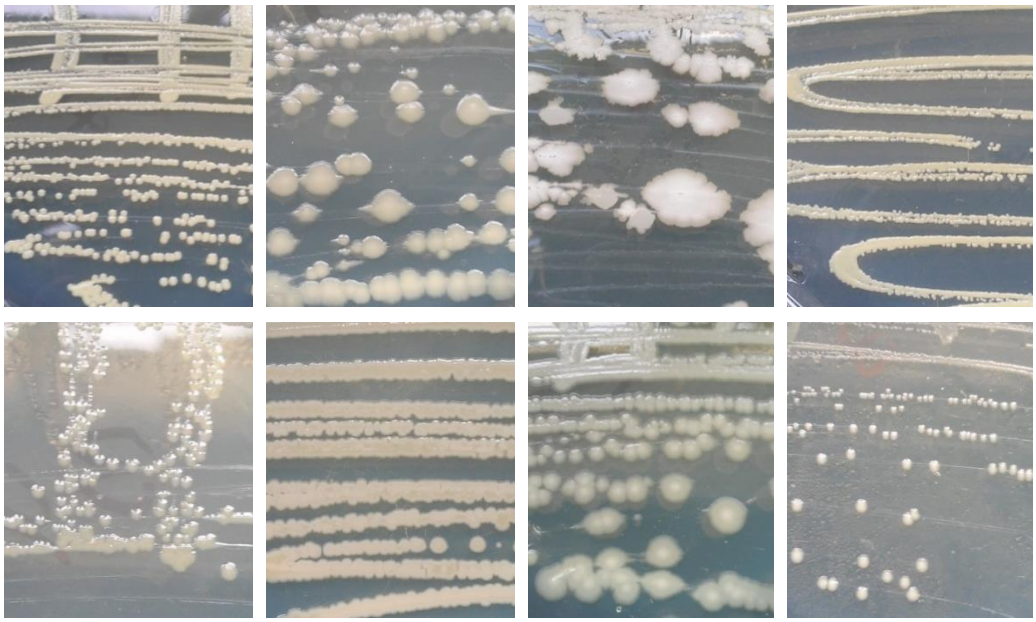


Fig. 1. Caracterele morfoculturale ale coloniilor de bacterii izolate din nămolul lacurilor parcului „La Izvor”

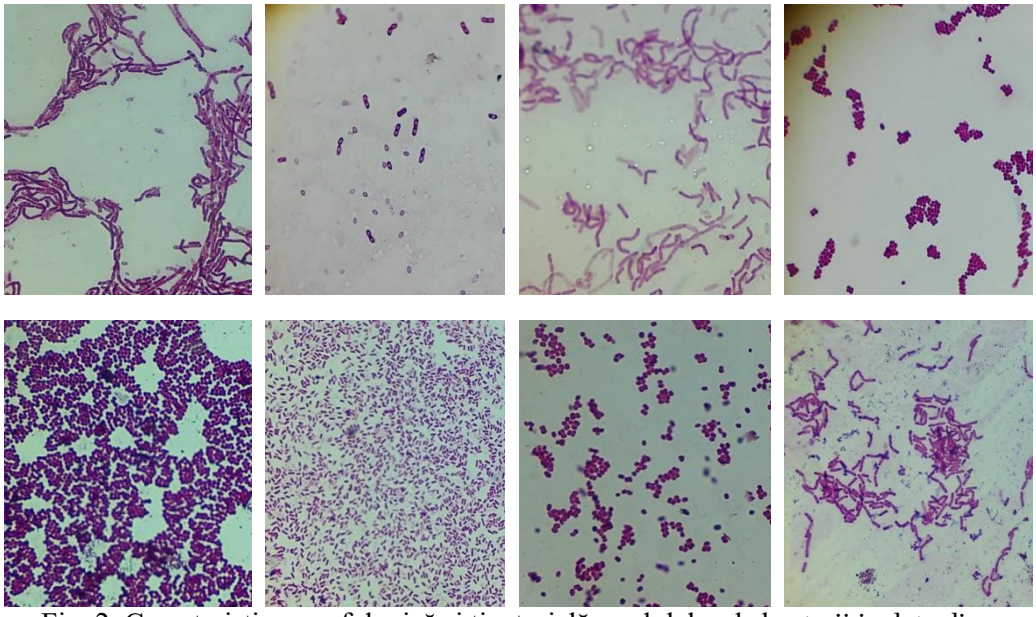


Fig. 2. Caracteristica morfologică şi tinctorială a celulelor de bacterii izolate din nămolul lacurilor parcului „La Izvor”

Evaluarea morfologiei bacteriilor este o etapă foarte importantă pentru identificarea finală. Studierea proprietăţilor morfologice ale bacteriilor se bazează pe aprecierea microscopică detaliată a preparatelor colorate şi fixate.

Următoarea etapă a fost examenul microscopic care studiază morfologia, structura şi caracterele tinctoriale (capacitatea bacteriilor de a fixa diferiţi coloranţi) ale bacteriilor. Descrierea morfologică a celulelor bacteriene izolate din nămolul lacurilor parcului „La Izvor” este prezentată în Figura 2.

Astfel, în urma vizualizării microscopice a morfologiei celulelor tulpinilor de bacterii izolate au fost determinate 13 tulpini cu celule de formă alungită (bastonaşe) şi 9 tulpini au forma celulei sferice (coci) solitare sau grupate în lanţuri de diferite lungimi. Aşadar, ca rezultat al evaluării diversităţii microbiene în nămolul lacurilor parcului „La Izvor”, s-a constatat prezenţa a 32 de tulpini de enterobacterii patogene şi 22 de tulpini noi de bacterii. Tulpinile nepatogene au fost izolate în cultură pură şi se păstrează în Colecţia Naţională de Microorganisme Nepatogene pentru cercetări ulterioare în scopul selectării potenţialilor producători de substanţe bioactive. Conform rezultatelor obţinute, putem concluziona că lacul „La Izvor” prezintă o sursă importantă de diferite bacterii cu potential microbiologic şi biotehnologic înalt.

***Referinţe:***

1. MUDRYK, Z., PODGÓRSKA, B. Enzymatic activity of bacterial strains isolated from marine beach sediments. In: *Polish Journal of Environmental Studies*, 2006, vol. 15, no.3, pp. 441-448.
2. KAPALI, S. et al. Isolation and characterization of *Pseudomonas fluorescens* and *Bacillus subtilis* and their *in vitro* evaluation. In: *Advances in Life Sciences*. 2016, 5(16), pp. 5856-5859.

*Rezultatele au fost obţinute în cadrul Proiectului din Programului de Stat (2020 -2023)* ***nr. 20.80009.7007.09 „Conservarea şi valorificarea biodiversităţii microbiene în calitate de suport pentru dezvoltarea tehnologiilor şi agriculturii durabile, integrarea ştiinţei şi educaţiei”.***

# ОСОБЕННОСТИ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА ПРИ ИНФОРМАЦИОННОМ СТРЕССЕ У ИСПЫТУЕМЫХ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ ТРЕВОЖНОСТИ

*Александр КОРЛЭТЯНУ*

**CZU: 616.89-073:612.821.3** ***allucor@mail.ru***

В настоящее время для людей, занятых на производстве, в науке и творчестве, характерна постоянно возрастающая информационная и психическая нагрузка, повышенное умственное напряжение [1]. Особенности индивидуальной аффективной реактивности и механизмов генерации тревоги тесно связаны с характером пространственно-временной организации биопотенциалов мозга, поэтому оценка спектрально-когерентных отношений электрических процессов коры головного мозга и соотнесение их с личностными свойствами индивида может существенно расширить представления об электрофизиологических паттернах, характеризующих индивидуальный психоэмоциональный портрет человека [2]. Тревога и тревожность тесно связаны со стрессом, поэтому тесты, оценивающие выраженность тревожности, успешно используют и для оценки уровня стресса [3].

Проблема влияния уровня тревожности на биоэлектрическую активность головного мозга психически здоровых людей изучена недостаточно, так как большее внимание уделялось изучению тревожности у пациентов с психическими расстройствами [4]. В связи с этим целью исследования было изучение влияния уровня тревожности у клинически здоровых испытуемых на некоторые показатели биоэлектрической активности головного мозга человека при информационном стрессе.

**Материалы и методы.** В исследовании приняли добровольное участие 30 молодых людей женского пола (возраст 24 ± 2 года), работников интеллектуального труда, у которых предварительно определили реактивную и личностную тревожность [5]. На основании обработки результатов испытуемые были разделены на три группы: высокотревожные (ВТ); среднетревожные (СТ); 3) низкотревожные (НТ). Для моделирования информационного стресса [6] испытуемым была предложена когнитивная задача, решить которую было необходимо при остром дефиците времени. Запись и статистическую обработку результатов проводили посредством лицензированного программного пакета „Мицар-ЭЭГ-0,5/70-2”, адаптированного для компьютерной статистической обработки электроэнцефалограммы. Для количественной оценки функционального состояния мозга были использованы индексный анализ и анализ плотности мощности спектра ритмов.

**Результаты и обсуждение.** В условиях покоя у лиц с разным уровнем тревожности обнаружены различия в распределении индексов ритмов электроэнцефалограммы. У НТ значение индексов частот колебаний электрической активности головного мозга большинства зон коры головного мозга распределялось

более равномерно, чем у ВТ. Отмечена довольно высокая активность Δ-ритма у НТ: в передней зоне лобной коры правого полушария зарегистрированы индексы большей величины. У ВТ в условиях покоя выявлена более высокая мощность всех ритмов и особенно θ-ритма, который в 1,5 раза превышает мощность такового у НТ. В комфортных условиях обнаружена асимметрия биоэлектрической активности между полушариями. Влияние уровня тревожности на анализируемые электрофизиологические показатели в большей степени выявлено в правом полушарии. Можно предположить, что такая активация в некоторой степени является отражением процесса центральной десинхронизации, являющейся индикатором уровня тревожности.

При информационном стрессе выявлены более значительные различия в биоэлектрической активности, зависящие от уровня тревожности. При чтении и особенно при письменном воспроизведение прочитанного текста у НТ индексы всех ритмов электроэнцефалограммы уменьшились на 70% по сравнению с фоновыми значениями, что особенно было выражено в лобной зоне коры. Выявлено выравнивание индексов мощности во всех отделах головного мозга, особенно в левом полушарии. Явно возрастает только θ-ритм, считающийся характерным для стрессового состояния [7]. У СТ наблюдались сходные изменения, однако характер выравнивания мощности индексов не столь выражен. У ВТ характер изменения мощности ритмов на всех этапах выполнения задания незначительно отличался по своему характеру от фоновых значений, что, по-видимому, является электрофизиологической характеристикой тревожности, которая может быть использована для идентификации лиц с высоким уровнем тревожности при тестировании, осуществляемом для профессионального отбора.

Обнаружена определённая закономерность распределение плотности мощности ритмов по поверхности коры, которая наблюдается с достаточно сходной специфической выраженностью в зависимости от принадлежности человека к группе с различным уровнем тревожности. Наибольшей изменчивостью распределения по поверхности коры характеризовались Δ- и θ-ритмы, тогда как остальные были достаточно стабильны. У НТ в комфортогенных условиях наибольшая плотность мощности Δ-ритма зарегистрирована в правой теменной зоне коры (278 мкВ), тогда как в остальных зонах коры плотности мощности остальных ритмов характеризуются выраженной стабильностью и равномерностью распределения. У ВТ плотность мощности Δ-ритма в 3,2 раза ниже, но при этом такая плотность мощности зарегистрирована не локально, а на всей поверхности коры. В условиях покоя величина плотности мощности θ-ритма у лиц с различной степенью тревожности не отличается. При чтении и воспроизведении текста этот показатель у НТ не претерпевает существенных изменений, составляя 8-9 мкВ. В этих же условиях у ВТ наблюдали снижение мощности Δ-ритма до 30-60 мкВ при сохранении сравнительно равномерной плотности мощности во всех зонах коры. θ-ритм увеличился до 30,7мкВ в центральной

зоне всех отделов коры, в большей степени в правом полушарии. При воспроизведении текста локализация области с максимальной плотностью мощности у НТ не изменяется, у ВТ она уменьшилась до 51 мкВ и охватывала все зоны коры кроме затылочных. Повышенная плотность мощности θ-ритма (26 мкВ) была обнаружена в правой затылочной зоне. Появление на ЭЭГ взрослого человека выраженной θ- и Δ-активности связано с проявлением более ранних и менее устойчивых механизмов саморегуляции [8] и с активацией гипоталамо-диэнцефальных структур [9]. Энергия медленных ритмов коррелирует с процессом развития охранительного безусловного торможения [10].

**Выводы** 1. Индексный анализ электроэнцефалограммы позволяет выявить различие в характере биоэлектрической активности коры головного мозга в зависимости от уровня тревожности человека.

2. При информационном стрессе обнаружено различие в величине индексов ритмов электрической активности коры головного мозга у ВТ и НТ испытуемых: при низком уровне тревожности происходит выравнивание мощности ритмов, а у ВТ обнаружено сохранение характера активности.

3. Распределение плотности мощности Δ-и θ-ритмов по поверхности коры больших полушарий зависит от степени тревожности.

***Библиография:***

1. HELFRICH, R.F., KNIGHT, R.T. Cognitive neurophysiology: Event-related potentials. In: *Handb. Clin. Neurol*, 2019, v.160, p.543-558. ISBN 0444518991.
2. ПОЙДАШЕВА, А.Г. и др. Метод ТМС-ЭЭГ: возможности и перспективы. В: *Журнал высшей нервной деятельности*, 2019, т. 69, № 3, с. 267-279. ISSN 0044-4677.
3. ГРИБАНОВ, А.В., КОЖЕВНИКОВА, И.С., ДЖОС, Ю.С., НЕХОРОШКОВА, А.Н. Спонтанная и вызванная электрическая активность головного мозга при высоком уровне тревожности. В: *Экология человека*, 2013, № 1, с. 39-47. ISSN 1728-0869.
4. МЕЛЬНИКОВА, Т.С., ЛАПИН, И.А., САРКИСЯН, В.В. Обзор использования когерентного анализа ЭЭГ в психиатрии. В: *Социальная и клиническая психиатрия*, 2009, т.19, №1, с. 90-94. ISSN 0869-4893.
5. ГРЕБЕНЬ, Н.Ф. *Психологические тесты для психологов, педагогов, специалистов по работе с персоналом*. Букмастер, 2014. 480 с. ISBN 978-985-549-679-4.
6. MATITAISHVILI, T. and oth. Informational stress as a depression inducing factor (experimental study). In: *Georgian Med. News.* 2017, v.262, pp. 106-111. ISSN 1512-0112.
7. McEWEN, B.S. Physiology and neurobiology of stress and adaptation: central role of the brain. In: *Physiol Rev*. 2007, v. 87, nr.3, pp.873-904. ISSN 1522-1210 (web).
8. LENG, G. The endocrinology of the brain. In: *Endocr Connect*, 2018, v. 7, no.12, R275–R285. ISSN 2049-3614.
9. СТРЕЛЕЦ, В.Б. и др. Спектрально-временная структура электроэнцефало-грамм. В: *Атлас временных вариаций природных, антропогенных и социальных процессов. Серия Природные и социальные сферы как части окружающей среды и как объекты воздействий*, 2002, Янус-К, Москва, т. 3, с. 473-486. ISSN 1726-2887.
10. BRITTON, J.W. et al. Electroencephalography (EEG): An Introductory Text and Atlas of Normal and Abnormal Findings in Adults, Children, and Infants. In: *American Epilepsy Society*, 2016, Chicago. 234 p. ISBN 978-0-9979756-0-4.

# ОБРАБОТКА ПРОРОСТКОВ СЕМЯН ПШЕНИЦЫ БИОЛОГИЧЕСКИМИ ПРЕПАРАТАМИ НА ОСНОВЕ ОСАДОЧНЫХ ПИВНЫХ ДРОЖЖЕЙ

*Надежда ЕФРЕМОВА, Алина БЕШЛИУ, Наталья КИСЕЛИЦА,*
*Олег КИСЕЛИЦА, Елена ТОФАН, Анна ЛОЗАН*

**CZU: 631.53.027:633.11:663.123.4**

efremova.nadejda@gmail.com, besliu.imb@gmail.com, chiselita.natalia@gmail.com, chiselita@mail.ru, biotehnol_asm@mail.ru, nutza_14@mail.ru

В настоящее время для проращивания используют различные виды растительного сырья: семейство злаковых (пшеница, рожь, ячмень, овес, просо, кукуруза, полба, гречиха), семейство бобовых (соя, нут, горох, чечевица, люпин, маш), однолетние и многолетние травянистые растения (лен, амарант, расторопша). Большое внимание уделяется изучению пшеницы как одного из самых распространенных компонентов продуктов питания. Улучшение посевных качеств семян является одним из основных факторов повышения урожайности сельскохозяйственных культур. В связи с ухудшением экологической обстановки возникает необходимость для предпосевной обработки семян микробиологическими препаратами, которые поддерживают благоприятный для растений состав почвенной микрофлоры и продуцируют биологически активные вещества, действующие на растения. Среди наиболее перспективных методов для достижения этой цели следует выделить стимулирующую обработку семян физическими воздействиями или биологически активными препаратами [1, 2]. Большой интерес в этом контексте представляет использование препаратов дрожжей благодаря их уникальному составу, ценному содержанию белковых компонентов – аминокислот, энзимов, а также маннопротеинов, обладающих полифункциональными свойствами [3, 4]. **Цель данной работы** – изучение возможности применения препаратов дрожжей в качестве препаратов стимуляторов прорастания семян пшеницы.

Объектами послужили семена пшеницы *Triticosecale wittm,* сорт Ingen 40, предоставленные Институтом генетики и физиологии и защиты растений, которые обрабатывали нативным препаратом LB-AAP (75 мг/мл) и растворами препарата, разведенного в дистиллированной воде 0,33; 0,5; 1; 2, 10%. Препарат LB-MP (10 мг/мл) также был тестирован на способность стимулировать прорастание семян *Triticosecale wittm* в нативном виде и растворами в дистиллированной воде 0,33; 0,5; 1; 2 и 10%. Дистиллированная вода служила контролем. Через три дня после прорастания оценивали следующие параметры: количество корней, длину корней и стебля, сухую массу корней и стебля. Для определения

ростовых показателей обработанные семена в количестве 20 штук помещали в чашки Петри на фильтровальную бумагу и проращивали 3 дня при температуре 24°C. Данные были обработаны статистически.

Препарат LB-AAP является белковым препаратом, выделенным из осадочных пивных дрожжей методом автолиза с использованием фосфатного буфера. Препарат LB-MP является маннопротеиновым препаратом, выделенным из осадочных пивных дрожжей методом экстрагирования NaOH. Для получения экстрактов маннопротеина биомасса, после этапа автолиза, обрабатывалась 1 н. раствором NaOH (соотношение 1: 5) при 80 ± 5° в течение 2 часов. После гидролиза суспензии центрифугировали. Полученные щелочные супернатанты содержат фракцию маннопротеинов, которую при необходимости осаждают 96% этиловым спиртом в объеме 1: 2. Оба препарата характеризуются высоким числом незаменимых аминокислот, ценных микроэлементов, умеренной антиоксидантной активностью и высокой активностью энзимов, проявляющих антиоксидантные свойства, –супероксиддисмутаза и каталаза.

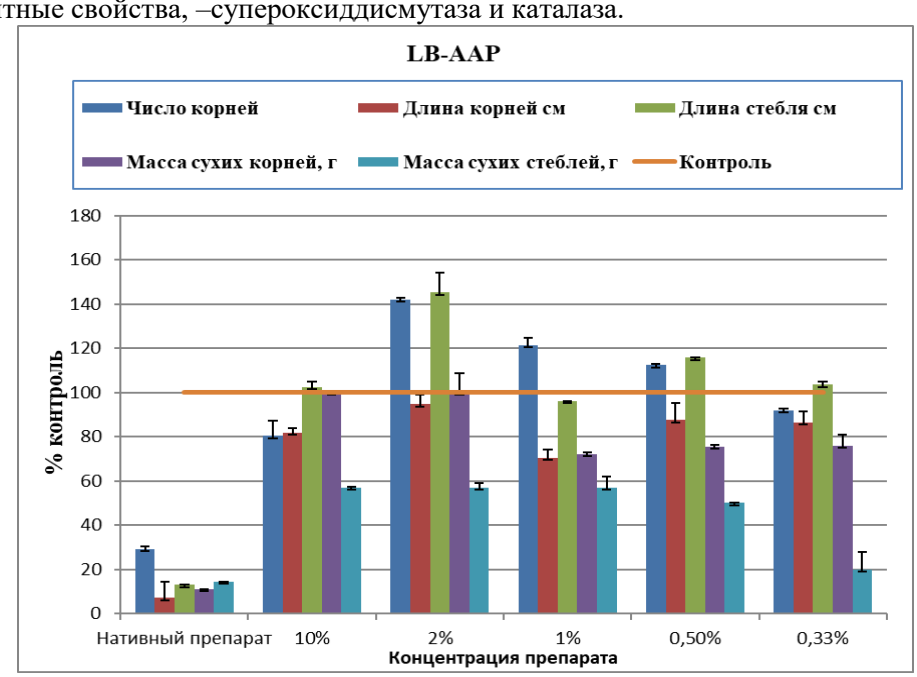



Рис. 1. Влияние белкового препарата LB-AAP на параметры роста семян

Обработка семян биопрепаратом LB-AAP способствовала увеличению количества корней на 12,3-42,2% по сравнению с контролем при использовании 0,5; 1 и 2% растворов. Также наблюдалось стимулирующее влияние на длину стеблей, которая увеличивалась на 2,5-45,3% по сравнению с контролем, в зависимости от концентрации.

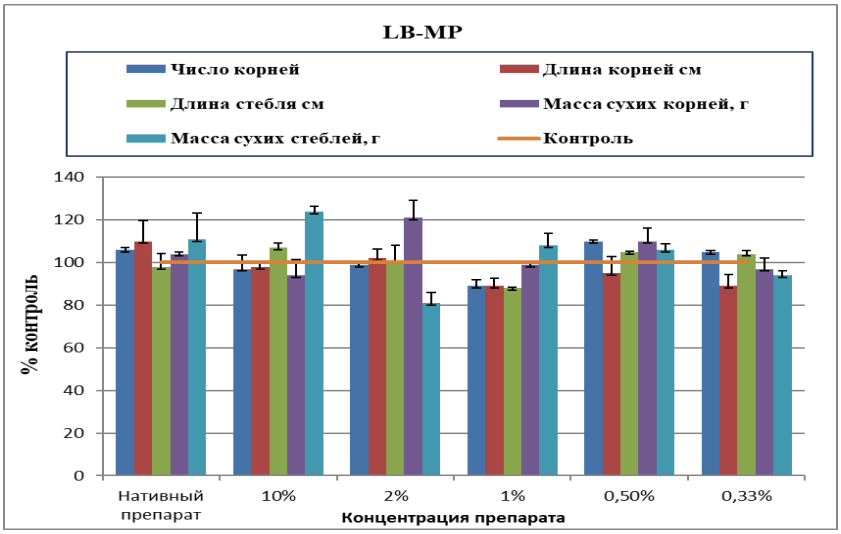



Рис. 2. Влияние препарата маннопротеинов LB-MP на параметры роста семян

Результаты показывают, что обработка семян нативным биопрепаратом LB-MP 10 мг/мл увеличивает по сравнению с контролем количество корней на 6%, длину корней на 10%, сухую массу корней и стеблей на 4 и 11%.

**Выводы:** Установлено, что использование экстрактов осадочных пивных дрожжей в качестве стимулятора роста приводит к активации процессов развития семян пшеницы. Разработанные препараты являются перспективными и могут быть использованы для дальнейших исследований в области фитостимуляции.

***Библиография:***

1. HEBA, M. The effect of crude yeast extract versus its polysaccharide fraction on growth, seed yield, silymarin content and leaf anatomy of *Silybum marianum* (L.) GAERTN. In: J. Plant Production, Mansoura Univ., 2016, vol. 7(2), p. 231-237.
2. HAYYAWI, W.A., Al-Juthery, H. A. D., BASSIM, M.K. and ROOA, F.H. Plant Biostimulants, Seaweeds Extract as a Model (Article Review). In: *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 553.
3. YAMADA, E.A., ALVIM, I. D., SANTUCCI, M.C.C., SGARBIERI, V.C. Composicao centesimal e valor proteico de levedura residual da fermentacao etanolica e de seus derivados. In: *Revista Nutricional. Campinas*, 2003, vol. 16(4), p. 423-432.
4. VILELA, E. S. D. Determinacao do valor proteico de celulas integras, autolisado total e extrato de levedura (Saccharomyces sp.). In: *Revista de Nutricio*, 2000, vol. 13(3), p. 185-192.

*Результаты получены в рамках проекта* ***20.80009.5107.16. „Preparate microbiene biologic active noi pentru majorarea potențialului reproductiv şi productiv al animalelor de interes zootehnic”****, финансируемого ANCD.*

# ЛАБОРАТОРНЫЕ ИНДИКАТОРЫ БЕЛКОВОГО СТАТУСА И ИХ ЗНАЧЕНИЕ В НУТРИТИВНОЙ ДИАГНОСТИКЕ

*Людмила ГОЛОВАТЮК, Юлиана ЛУПАШКО, Елена БЕРЕЗОВСКАЯ*
*Государственный университет медицины и фармации им. Н. Тестемицану*
**CZU: 612.392 + 616.008.9-074**
***golovatiuc@mail.ru***

В настоящее время проблема поддержания гармоничного нутритивного статуса приобрела глобальное значение. В этом контексте оптимизация рациона питания является одной из главных задач в поддержании и формировании здоровья. Полноценное питание обеспечивает постоянное поступление в организм всех необходимых нутриентов, которые поддерживают хорошее самочувствие, высокую работоспособность и предотвращают развитие многих заболеваний, тогда как неправильное и несбалансированное питание приводит к нарушению обмена веществ, способствует развитию хронической патологии, понижает устойчивость организма к инфекциям.

Одну из ведущих ролей в бесперебойной работе организма играют белки, которые являются основными компонентами практически всех клеток и тканей и выполняют множество различных функций: структурную, транспортную, защитную, поддержания гомеостаза и др. На изменение концентрации белка в плазме крови оказывают влияние характер питания человека, состояние обмена веществ, функционирование внутренних органов, наличие хронической патологии. Для определения содержания белков используют ряд лабораторных методов исследования.

*Цель данной работы* заключалась в выявлении наиболее распространенных индикаторов, используемых для оценки белкового обмена, и их значения в диагностике нутритивного статуса.

*Материалы и методы.* Был произведен поиск научных статей, опубликованных в течение последнего десятилетия в базах данных PubMed и Google scholar по сочетанию ключевых слов: *protein levels and nutritional status/уровень протеина и нутритивный статус*. Поиск проводился по состоянию на апрель 2021 года. Всего было найдено 1888, статей с абстрактом на английском языке, из них в свободном доступе находилось 896, из которых были выбраны 196 работ, содержащих собственные исследования. По результатам анализа были отобраны 27 публикаций, содержащих информацию о лабораторных методах оценки белкового статуса.

*0Дискуссия.* Проблема лечения и профилактики патологии, обусловленной нарушением обмена белков, крайне актуальна. В современной медицине много внимания уделяется применению фармакологических препаратов, тогда как значение фактора питания упускается. Нутрициология – раздел медицины, в задачи которой входит не только коррекция питания, но и активное

вмешательство в обмен веществ, в том числе и белков [1]. В метаболизме организма человека протеины занимают центральное место, их потребность составляет около 1,5 - 2,5 г/кг массы тела в сутки, что компенсирует как расход белка, так и потребность в незаменимых аминокислотах [2].

Изученные исследования показали, что оценка белкового обмена чаще всего используется при нарушении питания, патологии почек и печени, воспалительных, онкологических и аутоиммунных заболеваниях. Для определения нутритивного статуса использовались различные шкалы и опросники, а также антропометрические и лабораторные методы исследования. Лабораторные методы диагностики помогают выявить степень и характер нарушений питания, оценивая показатели общего белка, альбумина, преальбумина, белковых фракций, трансферрина, креатинина, мочевины, баланса азота, белков-связывающих витамины, микроэлементы, белков-индикаторов воспаления и др. [3, 4].

Самым популярным в изученных статьях (85 %) было определение общего белка сыворотки крови, изменение концентрации которого указывает на неправильное питание, наличие хронических заболеваний и др. Этот метод достаточно экономичен и часто используется в качестве скрининга, однако для детальной оценки нутритивного статуса предпочтение отдается исследованию белковых фракций [5]. Наиболее часто в качестве индикаторов статуса питания пациентов используются альбумин и преальбумин. Альбумин синтезируется в печени и действует как молекула-носитель для различных минералов, гормонов, витаминов и жирных кислот, а также поддерживает онкотическое давление в капиллярах [6]. Недостаточное поступление белка в организм вызывает гипоальбуминемию, усиливает катаболизм белка и способствует перераспределению его из интерстициального пространства в плазму крови. Снижение альбумина может свидетельствовать о длительном белковом голодании, однако данный показатель также недостаточно информативен в оценке белкового питания в целом [7]. В настоящее время чаще предпочитают определение преальбумина, так как определение его уровня в сыворотке крови позволяет быстрее реагировать на изменения белково-синтетической активности печени. Таким образом, этот индикатор может занять центральное место в диагностике функционального состояния печени и является хорошим маркером прогноза, связанного с недостаточностью питания [8].

В рамках клинической лабораторной диагностики с помощью электрофореза выделяют 5 основных фракций белка (альбумины и α1-, α2-, β- и γ-глобулины), изменение содержания которых указывают на нарушение питания и наличие патологии в организме. Выявление количественных изменений белковых фракций помогает диагностировать хроническую патологию печени и почек, инфекционные, онкологические, аутоиммунные и воспалительные процессы [9]. Снижение уровня α1-, α2- глобулинов наиболее характерны для тяжелой патологии печени, поражения поджелудочной железы, сахарного диабета и др.

А их увеличение отмечается при острых и хронических воспалительных процессах сопровождающихся некрозом тканей. Снижение γ-глобулинов наблюдается при избыточной потере белка, аллергических и аутоиммунных патологиях, наличии длительных хронических заболеваний с истощением иммунной системы [10].

Определение аминокислотного статуса является достоверным индикатором состояния метаболизма. Для количественного определения аминокислот используется метод жидкостной и бумажной хроматографии [11]. Однако, учитывая сложность анализа и его высокую стоимость, он используется преимущественно в научных целях.

*Выводы*. В изученной литературе существует ряд индикаторов характерных для определения белкового статуса, к которым относятся уровни общего белка, альбумина, преальбумина, белковых фракций и аминокислот. Данные показатели используются как для определения нутритивного статуса, так и для выявления широкого спектра патологических состояний. Для их определения в ходе нутритивной диагностики используются разнообразные лабораторные методики (биохимические, электрофорез, хроматография и др.). Однако не было найдено ни одного источника, в котором бы была представлена сравнительная характеристика этих индикаторов. Таким образом, данная проблема нуждается в дальнейшем изучении.

***Библиография:***

1. МИЛОВАНОВ, Ю.С. Нутритивный статус у больных ХБП на додиализном этапе. В: *Вестнике научно-технического развития,* 2010, № 3 (31).
2. ЛИТВИЦКИЙ, П.Ф., МАЛЬЦЕВА, Л.Д. Нарушения обмена белков, аминокислот и нуклеиновых кислот. В: *Вопросы современной педиатрии*, 2015, № 14 (1), с. 95-107.
3. ULRICH, Kr. Nutritional Laboratory Markers in Malnutrition. In: *J Clin Med*. 2019, May 31; 8(6):775.doi: 10.3390/jcm8060775.
4. DELLIÈRE, S., CYNOBER, L. Is transthyretin a good marker of nutritional status? In: Clin. Nutr., 2017, vol. 36(2), зз.364-370.
5. ГОЛУБЕВА, В.Л., БЕЛОВА, В.В., АДЕИШВИЛИ, Т.Ш. и др. Изменения белков крови в диагностике заболеваний пациентов разных возрастных групп. В: *Серия медицина, Фармация,* 2011, № 22 (117), выпуск 16/1.
6. DEVOTO, G., GALLO, F., MARCHELLO, C. etc Prealbumin serum concentrations as a useful tool in the assessment of malnutrition in hospitalized patients. In: *ClinChem*, 2006, vol. 52(12):2281-5.doi:10.1373/clinchem.2006.080366. Epub 2006 Oct 26.
7. LEE JL, OH ES, LEE RW etc Serum Albumin and Prealbumin in Calorically Restricted, Nondiseased Individuals. In: *A Systematic Review.* Am J Med. 2015 Sep;128(9):1023.e1-22. Epub 2015 Apr 23. PMID: 25912205. DOI: 10.1016 / j.amjmed.2015.03.032
8. DAVIS, C., SOWA, D., KEIM, Кю etc The use of prealbumin and C-reactive protein for monitoring nutrition support in adult patients receiving enteral nutrition in an urban medical center JPEN. In: *J. Parenter Enteral Nutr.,* 2012, vol. 36(2):197-204.doi: 10.1177/0148607111413896.

9. ТИТОВ, В.И. Электрофорез белков сыворотки крови. *Серия: лабораторная диагностика.* М. 1994.
10. ХЛЫНОВ, И.Б., ЛЕЙДЕРМАН, И.Н., ЧИКУНОВА, М.В. и др. *Белково-энергетический дефицит у больных циррозом печени: современные аспекты диагностики и лечения.* Монография. СПб., 2013. 68 с.
11. ГАРАЕВА, С.Н., РЕДКОЗУБОВА, Г.В., ПОСТОЛАТИ, Г.В. *Аминокислоты в живом организме.* Акад. наук Молдовы. Институт физиологии и санокреатологии. К.: 2009. 552 с. *Работа была выполнена в рамках проекта: 20.80009.8007.37 «Bolile cronice hepatice și pancreatice: aspecte nutriționale și chirurgicale».*

# ВЛИЯНИЕ МИЛЛИМЕТРОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ СЕМЯН САФЛОРА КРАСИЛЬНОГО (*CARTHAMUS TINCTORIUS* L.) ПРИ КОНСЕРВАЦИИ *EX SITU*

*Людмила КОРЛЭТЯНУ, Анатолий ГАНЯ, Сергей МАСЛОБРОД*
**CZU: 631.53.027:633.86** *lcorlateanu@yahoo.com*

Для повышения жизнеспособности семян при консервации *ex situ* в последние годы особое внимание уделяется такому физическому фактору, как миллиметровое излучение (ММИ) [1]. В наших многолетних исследованиях было выявлено, что ММИ с длинами волн 4,9; 5,6 и 7,1 мм, плотностью мощности 6-10 мВт/см$^2$ и экспозициями 2-30 мин оказывает стимуляционное действие на процессы прорастания семян после их длительного хранения, о чем судили по изменению физиолого-биохимических параметров. Прежние эксперименты были проведены на семенах зерновых, злаковых, зернобобовых, овощных и технических культур. На семенах томата показано, что ММИ оказывает положительное действие на продуктивность растений в полевых условиях [2,3].

В данной статье приводятся данные по влиянию ММИ на жизнеспособность семян лекарственного растения сафлора красильного (*Carthamus tinctorius* L.), относящегося к семейству Астровых (Asteraceae). Цель исследований – повышение жизнеспособности семян с помощью ММИ после их длительного хранения в генетическом банке.

*Материалы и методы*

Набухшие семена сафлора (в течение 14 час) подвергали воздействию ММИ с длиной волны 5,6 мм, плотностью мощности 6,6 мВт/см$^2$ и экспозициями 8 и 30 мин. Дополнительно использовали температурный фактор в качестве абиотического стресса (на 5-6 часов семена помещали в холодную камеру с температурой 2-4$^o$C). Миллиметровое излучение и пониженная температура (ПТ) подавались на семена как раздельно, так и совместно. Факторы применяли в прямом (ММИ+ПТ) и обратном (ПТ+ММИ) сочетаниях с целью выявления протекторного и репарационного действия ММИ на семена. Семена проращивали в термостате при температуре 25$^o$C. Определяли энергию прорастания (ЭП) и всхожесть (В) семян, длину корешков, сухую биомассу проростков согласно Международным методикам ISTA [4], а также активность фермента пероксидазы [5] в корешках 4-хдневных проростков. В вариант входило по 50 семян в 4-хкратной повторности. Обработка экспериментальных данных проводилась с помощью пакета программ Statistica.

*Результаты и обсуждение*

При определении ЭП и В семян был выявлен существенный стимуляционный эффект от ММИ. Выявлено превышение параметров по отношению к

контролю при экспозиции 30 минут в 1,7 и 1,2 раза. При действии пониженной температуры на семена значения ЭП и В семян находились на уровне контроля. Совместное действие физических факторов в прямых и обратных комбинациях при определении тех же параметров позволило обнаружить протекторный эффект миллиметрового излучения. Превышение вариантов ММИ 30 мин+ПТ над ПТ+ММИ 30 мин по сравнению с обратными сочетаниями по ЭП и В семян было в 1,3 и 1,5 раза.

*Таблица*

Морфофизиологические и биохимические параметры семян и проростков *Carthamus tinctorius* L. при действии на семена физических факторов

| N п/п | Варианты | ЭП,% | В,% | Длина корешка, мм | Биомасса, мг | Активность пероксидазы, у.е. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Контроль | 28,0±2,6 | 51,0±4,2 | 19,65±2,3 | 72,5±3,3 | 0,160±0,09 |
| 2 | 8 мин | 41,5±3,0* | 55,2±3,9 | 23,70±2,1* | 78,0±2,1* | 0,255±0,12* |
| 3 | 30 мин | 48,0±3,1* | 62,1±4,1* | 25,20±2,0* | 84,5±3,1* | 0,380±0,16* |
| 4 | ПТ | 29,0±1,7 | 53,0±2,7 | 19,0±2,5 | 79,0±3,3* | 0,355±0,12* |
| 5 | 8 мин+ПТ | 35,0±2,5* | 55,5±2,8 | 26,10±1,9* | 70,5±2,9 | 0,340±0,15* |
| 6 | 30 мин+ПТ | 34,0±2,6* | 62,5±4,9* | 25,70±2,6* | 79,0±3,0* | 0,270±0,13* |
| 7 | ПТ+8 мин | 32,7±3,0* | 51,3±3,0 | 20,45±2,0 | 77,0±2,4* | 0,300±0,15* |
| 8 | ПТ+30 мин | 26,5±2,5 | 51,0±4,1 | 15,20±2,4 | 64,3±3,2 | 0,220±0,17* |

* - различия достоверны при $p < 0,05$.

Примечание: К – контроль; 8 и 30 мин – экспозиции ММИ; ПТ – пониженная температура; ЭП – энергия прорастания; В – всхожесть.

Длина корешков семян при раздельном действии ММИ на семена превышала контроль в 1,2 раза при экспозиции 8 минут и в 1,5 раза при экспозиции 30 минут. Вариант с пониженной температурой был на уровне контроля. По этому параметру четко проявилось протекторное действие ММИ при обеих экспозициях: при экспозиции 8 минут превышение по отношению к контролю составило 1,3 раза, а при экспозиции 30 минут – 1,7 раза. Биомасса проростков также возрастала практически у всех опытных вариантов. Так, при действии ММИ (8 минут) превышение по отношению к контролю составило 1,1 раза, а при действии ММИ (30 минут) – 1,2 раза. При использовании на семенах сафлора экспозиции 30 минут было обнаружено четкое протекторное действие миллиметрового излучения. Активность фермента пероксидазы подтвердила закономерности, полученные по морфофизиологическим параметрам семян и проростков. При экспозиции миллиметрового излучения 30 минут активность фермента была выше по отношению к контролю в 2,4 раза, а при экспозиции миллиметрового излучения 8 минут – в 1,6 раза. При обеих экспозициях ММИ по активности фермента обнаружен хорошо выраженный протекторный эффект.

*Выводы:*

1. При раздельном и совместном действии миллиметрового излучения (длина волны 5,6 мм; плотность мощности 6,6 мВт/см$^2$; экспозиции 8 и 30 мин) и пониженной температуры (2-4$^o$C) на семена сафлора красильного (*Carthamus tinctorius* L.) обнаружена стимуляция ростовых процессов семян и проростков по морфофизиологическим и биохимическим параметрам.

2. Выявлено протекторное и репарационное действие миллиметрового излучения, в особенности при экспозиции 30 мин. Данный метод рекомендуется для повышения жизнеспособности лекарственных растений при консервации *ex situ*.

3. Миллиметровое излучение оказывает как репарационное, так и протекторное действие на семена при действии на них пониженной температуры, что свидетельствует об увеличении жизнеспособности семян с помощью облучения в период действия на них абиотического стресса. Необходимо подчеркнуть, что количественно лучше выражен протекторный эффект облучения.

4. Таким образом, правильно сочетая физические факторы, можно существенно повысить жизнеспособность семян некоторых лекарственных растений при консервации *ex situ*, что необходимо для поддержания растительного генофонда в генетическом банке растений.

***Библиография:***

1. ДЕВЯТКОВ, Н.Д., ГОЛАНТ, М.Б., БЕЦКИЙ, О.В. *Миллиметровые волны и их роль в процессах жизнедеятельности*. Москва: Радио и связь, 1991. 160 с.
2. КОРЛЭТЯНУ, Л.Б. *Жизнеспособность семян культурных растений в условиях консервации ex situ при действии миллиметрового излучения.* Кишинев, 2012. 156 с. ISBN 978-9975-62-313-1.
3. МАСЛОБРОД, С.Н., КОРЛЭТЯНУ, Л.Б., ГАНЯ, А.И. Миллиметровое излучение – новый, экологически чистый и технологичный фактор повышения жизнеспособности растений. В: *Mat. Межд. конф. Transfer de inovaţii în activităţile agricole în contextul schimbării climei şi dezvoltării durabile.* Chişinău: 2009, с. 242-259.
4. INTERNATIONAL RULES FOR SEED TESTING. Москва: Колос, 1984. 310 с.
5. ЕРМАКОВ, А.И., АРАСИМОВИЧ, В.В., ЯРОШ, Н.П. и др. *Методы биохимического исследования растений.* Москва. 1987, с.42-43.

# ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЛИЯНИЯ КУРЕНИЯ И АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ПРОДУКТОВ НА ДЫХАТЕЛЬНУЮ СИСТЕМУ. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ПАЦИЕНТАМИ

*Е.Н. СИМОНЕЦ, Киевский медицинский университет, Украина*
**CZU: 61.061.3 (043.2)** *symonets77@gmail.com*

Курение сигарет является фактором риска развития ряда заболеваний респираторной системы. Доказана взаимосвязь между токсичным воздействием табачного дыма и развитием или прогрессированием туберкулеза, астмы, ХОЗЛ и рака легких [1, 2]. И хотя отказ от курения является наилучшим способом профилактики возникновения этих заболеваний, статистика говорит о том, что 80% случаев рака легких связано с курением, но даже после постановки этого диагноза 60% пациентов продолжают курить [3]. Поэтому важно понять воздействие новых альтернативных продуктов на курильщиков, для того чтобы оценить возможность их применения для пациентов, не мотивированных на отказ [4]. Для этого мы объединили два исследования, которые проводились в Украине в 2019-2020м годах и включали разные аспекты оценки состояния условно здоровых людей, которые курят, отказываются от курения или переходят на альтернативные продукты.

**Материалы и методы:** В качестве методов исследования использовались низкодозовая компьютерная томография легких (стандартный протокол) и спирометрия с помощью портативного спирографа Spirobank II (устройство рассчитывает 32 параметра функции внешнего дыхания, производится автоматическая интерпретация в соответствии с ATS\ERS стандартов, не требует калибровки), а также осуществляли определение уровней субпопуляций Т-лимфоцитов косвенным иммунофлюоресцентным методом окрашивания клеток с использованием моноклональных CD-антител и FITC-конъюгированных козьих антител к мышиным иммуноглобулинам. Подсчет положительных клеток проводили с помощью флуоресцентного микроскопа (Набор специфических моноклональных антител, Институт экспериментальной патологии, онкологии и радиобиологии им. Р.Е.Кавецкого НАН Украины). Уровень циркулирующих иммунных комплексов (ЦИК) оценивали спектрофотометрически после инкубации образцов в боратном буфере и полиэтиленгликоле при комнатной температуре. При инкубации происходила преципитация ЦИК на полиэтиленгликоль, что сказывалось на изменении оптической плотности образцов. Измерение оптической плотности проводилось спектрофотометрически на СФ-46 при длине волны $\lambda = 450$ нм против боратного буфера.

Исследовались также гемостатические показатели: Международное нормализованное отношение (МНО), протромбин по Квику, активированное частичное тромбопластиновое время (АЧТВ), фибриноген. Исследование проводилось с использованием коагулометра «К-3002 Optic» (Ксельмед, Польша) по оптико-

нефелометрический методике с анализом кинетической реакции в двух каналах одновременно.

Статистическая обработка результатов исследования проводилась с использованием метода вариационной статистики, корреляционного анализа. Использовались модификации пакета Statistica, Excel, Biostat.

Исследуемые были разделены на 4 группы. Первую группу составили здоровые добровольцы – 100 человек в возрасте от 18 до 40 лет. Вторую группу составили 170 пациентов-курильщиков со стажем курения 8 – 10 лет. В третью группу были включены 99 анализируемых, которые имели ранее стаж курения до 8 лет, начали использовать системы нагрева табака и электронные сигареты в течение последних трех лет. В четвертую группу вошли 25 пациентов, имевших стаж курения 8 – 10 лет, но бросивших курить в течение последнего года.

**Результаты**

Результаты низкодозовой КТ легких демонстрируют следующие изменения в легких:

1 группа: случайные находки (спайки) – 25 (25%), остальные – без изменений.

2 группа: узлы фиброза, хронический бронхит, фиброзные спайки, бронхоэктатическая болезнь, буллезная эмфизема, кальцинаты, инкрустация плевры, гамартомы – 158 (93%), остальные – без изменений.

3 группа: изменения в легких по типу матового стекла – 2 (2,4%); хронический бронхит, фиброзные спайки – 36 (30%), остальные – без изменений.

4 группа: единичные узлы фиброза, хронический бронхит, фиброзные спайки – 10 (40%), остальные – без изменений.

Неспецифические симптомы в легких обнаружены во всех группах. Данных о имеющемся злокачественном процессе или инфицировании covid-19 ни у одного добровольца не установлены. Курильщики альтернативных систем доставки никотина (ЕС, системы нагрева табака) имеют достоверно лучшую КТ-картину состояния легких. У двух пациентов, использующих системы нагрева табака на КТ, были обнаружены участки по типу «матового стекла» и нерезко выраженная лимфаденопатия. Оба мужчины переключились на альтернативные продукты недавно (2-3 месяца). Повторное сканирование через 3 месяца показало отсутствие неспецифических симптомов в легких.

Результаты спирометрии приведены в таблице 1.

*Таблица 1*

Результаты спирометрии в 4-х группах

| | **Группа 1** | **Группа 2** | **Группа 3** | **Группа 4** |
|---|---|---|---|---|
| *Легочные объемы* | | | | |
| ЧДД, за мин. | 17,1±1,1 | 18,7±1,8 | 17,8±1,2 | 17,7±1,2 |
| ДО, мл | 597,4±72,2 | 551,9±32,4 | 524,6±43,8 | 581,7±61,2 |
| МинОД, л | 9171±4±94,6 | 9168,7±51,4 | 9204,6±60,8 | 9177,1±74,6 |
| РОвд, мл | 1946,2±44,6 | 1717,4±88,1 | 1525,9±84,6 | 1592,2±72,8 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| РОвыд, мл | 1238,2±41,2 | 970,4±39,6 | 1094,6±72,8 | 1014,6±62,1 |
| *Легочные емкости* | | | | |
| ЖЕЛ, мл | 3540,4±101,6 | 3124,4±52,8 | 2778,4±87,2 | 2893,1±71,9 |
| *Скоростные показатели* | | | | |
| ФЖОЛ, мл | 3226,1±61,7 | 2951,7±68,2 | 2074,2±54,6 | 2271,8±42,4 |
| ОФВ1, л/сек. | 2658,2±32,7 | 1416,8±47,2 | 1607,2±44,6 | 1830,1±52,4 |
| Индекс Тиффно | 75,1% | 45,3% | 58,2% | 63,2% |

Изменения лабораторных показателей.

Проведенные исследования показали, что при потреблении табака у пациентов наблюдается хронометрическая гиперкоагуляция. Активацию внутреннего механизма свертывания крови подтверждает уменьшение активированного частичного тромбопластинового времени и времени рекальцификации плазмы. Общую картину повышенной готовности крови к тромбообразованию дополняло увеличение плазменной концентрации фибриногена и появление в крови продуктов паракоагуляции (фибриногена Б) [5].

*Таблица 2*

Характеристика коагуляционного потенциала крови с учетом способа потребления табака

| Исследуемые показатели | Система нагрева табака (n=20) | Курильщики (n=20) | Отказ от курения (n=20) |
|---|---|---|---|
| Время рекальцификации плазмы, с | 43,63±3,24 | 38,08±2,58<br>$p_1$<0,001<br>$p_2$<0,001 | 47,66±3,62<br>$p_1$>0,4 |
| Активированное частичное тромбопластиновое время, с | 40,14±2,51 | 29,04±1,48<br>$p_1$<0,001<br>$p_2$<0,01 | 41,14±3,65<br>$p_1$>0,9 |
| Фибриноген Б | + | 3 (+++) | негативный |
| Этаноловый тест | негативный | позитивный | негативный |
| Концентрация в крови фибриногена, г/л | 3,85±0,15 | 4,98±0,18<br>$p_1$<0,001<br>$p_2$<0,001 | 3,82±0,06<br>$p_1$>0,8 |

*Примечание:* p1 – степень достоверности различий показателей в группах курильщиков, отказавшихся от курения; p2 – степень достоверности различий показателей в группах курильщиков; n - число наблюдений.

*Таблица 3*

Динамика показателей клеточного иммунитета с учетом способа употребления табака (M± m)

| Показатель | Курильщики (n=28) | Системы нагрева табака (n=20) | Отказ от курения (n=20) | Здоровые 10-12 сутки (n=20) |
|---|---|---|---|---|
| CD 3 (%) | 28,6±0,33 | 34,7±0,41 | 37,8±0,62 | 40,2±1,15* |
| CD 4 (%) | 16,3±0,51 | 17,8±0,33 | 18,1±0,71 | 21,8±1,32* |

Как видно из приведенных в таблицах 2, 3 данных, на фоне отказа от сигарет и применение систем нагрева табака увеличевается время рекальцификации плазмы в 1,25 раза по сравнению с традиционным курением, отмечается также повышение АЧТВ в 1,4 раза и снижение концентрации фибриногена в 1, 3 раза. Кроме того, отмечено выраженное снижение в плазме крови продуктов паракоагуляции.

Проведенные исследования показали, что при применении систем нагрева табака в течение 1 года происходит нормализация показателей свертывания крови, увеличивается время рекальцификации плазмы и АЧТВ, снижается концентрация фибриногена в плазме крови, а также явно выражено снижение концентрации продуктов паракоагуляции [5,6].

Приведенные в табл. 3 данные свидетельствуют о том, что на фоне употребления табака отмечалось угнетение клеточного звена иммунитета. У курильщиков эти показатели повышались ($p>0,5$). У здоровых и тех, кто бросил курить и употреблял системы нагрева табака, отмечено улучшение пролиферативной функции CD 3 и CD 4 ($p<0,05$).

Как показывает анализ приведенных в табл. 4 данных, как в группе сравнения, так и у курильщиков отмечено угнетение фагоцитоза, о чем свидетельствовало снижение ФЧ.

У курильщиков статистически значимого увеличения ФЧ и ИЗФ также не выявлено ($p>0,5$). Отказ от курения и переход на системы нагрева табака способствует восстановлению фагоцитарной активности нейтрофилов [7].

*Таблица 4*

Характер изменений показателей неспецифической резистентности с учетом способа употребления табака (M± m)

| Показатель | Курильщики (n=20) | Системы нагрева табака (n=20) | Отказ от курения (n=20) | Здоровые (n=20) |
|---|---|---|---|---|
| ИзФ | 0,7±0,1 | 0,81±0,21 | 0,98±0,13 | 1,31±0,22 |
| ФЧ | 1,9±0,2 | 2,1±0,3 | 2,21±0,15 | 2,49±0,51 |

*Таблица 5*

Динамика ЛИИ и СРБ с учетом способа употребления табака (M± m)

| Показатель | Курильщики (n=20) | Системы нагрева табака (n=20) | Отказ от курения (n=20) | Здоровые (n=20) |
|---|---|---|---|---|
| ЛИИ | 8,5±2,7 | 5,1±2,6 | 4,7±1,3 | 1,6±1,02 |
| СРБ (мг/мл) | 213,6±29,2 | 132,6±10,4 | 112,6±9,2 | 56,4±5,8 |

Как видно из приведенных в табл. 4 данных, ЛИИ у курильщиков превышал показатель нормы. Переход к употреблению системы нагревания табака приводил к снижению в данной группе ЛИИ в 1,6 раза, СРБ снижался незначи-

тельно (p>0,05). У больных, отказавшихся от курения, ЛИИ снизилась в 2 раза, СРБ – в 1,8 раза (p<0,05).

Полученные данные свидетельствуют о том, что отказ от курения и переход к употреблению табака с помощью нагревания способствует более быстрому снижению уровня эндогенной интоксикации [8].

**Выводы**: Итак, можно отметить, что у пациентов, у которых среднее количество выкуренных сигарет в которых в сутки в сутки составляло 15,6 ± 6,9, соответственно индекс курильщика (ИК) равен 186,9 ± 83,4 (высокий риск развития заболеваний, вызванных курением), была обнаружена направленность изменений ФВД, что характеризуется нарушением прохождения воздуха по бронхам. У пациентов, которые перешли на системы нагрева табака – смешанная, рестриктивная / обструктивная, с легкой степенью обструкции и рестрикции бронхов. В группе 4, у пациентов, бросивших курить (стаж курения более 10 лет), были определены легкие обструктивные изменения ФВД [9].

Отказ от курения и переход на потребление нагреваемого табака позволяет улучшить показатели системы свертывания крови и предотвратить в дальнейшем развитие ДВС-синдрома. У здоровых и тех, кто бросил курить и употреблял системы нагрева табака, отмечено улучшение пролиферативной функции CD 3 и CD 4. Отказ от курения и переход к системе нагрева табака в течение 1 года способствует восстановлению фагоцитарной активности нейтрофилов. Полученные данные свидетельствуют о том, что отказ от курения и переход к употреблению табака с помощью нагревания способствует более быстрому снижению уровня эндогенной интоксикации.

Полученные результаты свидетельствуют о перспективности дальнейшего исследования в данном направлении и возможности практичного использования перехода на системы нагрева табака для пациентов, не мотивированных на отказ от курения с целью снижения вреда от курения [10,11].

***Библиография:***

1. WHO, 27 may 2020. Tobacco (who.int)
2. LOZANO, R., NAGHAVI, M., FOREMAN, K. et al (2012) Global and regional mortality from 235 causes of death for 20 age groups in 1990 and 2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. Lancet 380(9859):2095-2128 https://www.thelancet.com/article/S0140-6736(12)61728-0/fulltext
3. FURRUKH, M. Tobacco Smoking and Lung Cancer: Perception-changing facts. Sultan Qaboos Univ Med J. 2013;13(3):345-358. doi:10.12816/0003255 https://www.ncbi.nlm.-nih.gov/pmc/articles/PMC3749017/
4. HARTMANN-BOYCE, J., McROBBIE, H., BUTLER, A.R, LINDSON, N., BULLEN, C., BEGH, R., THEODOULOU, A., NOTLEY, C., RIGOTTI, N.A., TURNER, T., FANSHAWE, T.R., HAJEK, P. Can electronic cigarettes help people stop smoking, and do they have any unwanted effects when used for this purpose? https://www.cochrane.org/CD010216/TOBACCO_can-electronic-cigarettes-help-people-stop- smoking-and-do-they- have-any-unwanted-effects-when-used

5. STOKES, A.C., XIE, W., WILSON, A.E. et al. Association of Cigarette and Electronic Cigarette Use Patterns With Levels of Inflammatory and Oxidative Stress Biomarkers Among US Adults: Population Assessment of Tobacco and Health Study. Circulation. 2021 Feb 23;143(8):869-871. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.120.051551.
6. IKONOMIDIS, I., VLASTOS, D., KOSTELLI, G. Differential effects of heat-not-burn and conventional cigarettes on coronary flow, myocardial and vascular function. Sci Rep 11, 11808 (2021). https://doi.org/10.1038/s41598-021-91245-9
7. MORETTO, N., VOLPI, G., PASTORE, F., FACCHINETTI, F. Acrolein effects in pulmonary cells: relevance to chronic obstructive pulmonary disease. Ann N Y Acad Sci. 2012;1259(1):39-46. 10.1111/j.1749-6632.2012.06531.x. [PubMed: 22758635] https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22758635/
8. SHAHANDEH, N., CHOWDHARY, H., MIDDLEKAUFF, H.R. Vaping and cardiac disease. Heart. 2021 Feb 11: heartjnl-2020-318150. doi: 10.1136/heartjnl-2020-318150. Epub ahead of print. PMID: 33574049. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33574049/
9. POLOSA, R., MORJARIA, J.B., PROSPERINI, U. et al. COPD smokers who switched to e-cigarettes: health outcomes at 5-year follow up. Ther Adv Chronic Dis. 2020 Oct 10;11:2040622320961617. doi: 10.1177/2040622320961617. PMID: 33101622; PMCID: PMC7549158. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33101622/
10. SOLINAS, A., PAOLETTI, G., FIRINU, D. et al. Vaping effects on asthma: results from a web survey and clinical investigation. Intern Emerg Med. 2020 Jun;15(4):663-671. doi: 10.1007/s11739-019-02247-5. Epub 2020 Jan 20. PMID: 31960343. https://pubmed.-ncbi.nlm.nih.gov/31960343/
11. GALE, N., McEWAN, M., ELDRIDGE, A.C. et al. Changes in Biomarkers of Exposure on Switching From a Conventional Cigarette to Tobacco Heating Products: A Randomized, Controlled Study in Healthy Japanese Subjects. Nicotine Tob Res. 2019 Aug 19;21(9):1220-1227. doi: 10.1093/ntr/nty104. PMID: 29912406; PMCID: PMC6698948 https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29912406/

# SORBŢIA VITAMINEI C PE CĂRBUNI ACTIVI

*Vasile GUŢANU, Maria BOTNARU, Natalia BAERLE*
**CZU: 544.723:661.183.2**
***gutsanu@gmail.com*,**
***botnarumaria@mail.ru*,**
***baerlenattalia98@gmail.com***

Cărbunii activi sunt utilizaţi în diverse domenii ale ştiinţei şi tehnicii. O cantitate de masă de cărbuni activi, nu prea mare, se utilizează în medicină ca detoxicant, dar cantitatea incomparabil de mare se utilizează în tehnologiile de purificare a substanţelor gazoase sau lichide. Cărbunii activi se utilizează pe larg în tehnologiile de purificare şi stabilizare a unor lichide alimentare – vinuri, sucuri şi altele [1]. Paralel cu procesele principale de purificare cărbunii activi interacţionează şi cu vitaminele care se conţin în aceste lichide. Prezintă interes cercetarea interacţiunii cărbunilor activi cu vitaminele din soluţii.

În lucrare sunt puse în discuţie rezultatele cercetării interacţiunii vitaninei C cu cărbunii activi comerciali Granucol BI, Granucol GE, Granucol FA şi cărbunele autohton AC-C. Cărbunele AC-C este obţinut din sâmburi de caise în cadrul Institutului de Chimie al AŞM. Cărbunii marca Granucol sunt utilizaţi în vinificare [1].

A fost cercetată cinetica sorbţiei vitaminei C la 25 şi 35°C pe cărbunii activi indicaţi. Curbele cinetice au fost calculate cu modelul cinetic pseudoordinul II. Acest model cinetic descrie perfect curbele cinetice ale sorbţiei vitaminei C la ambele temperaturi şi pentru toţi cărbunii utilizaţi. Curbele cinetice arată că echilibrul sorbţiei se instalează aproximativ într-o oră de contactare a cărbunelui cu soluţia.

A fost determinat prin două metode procesul care limitează viteza sorbţiei. A fost demonstrat că viteza sorbţiei vitaminei C pe cărbuni activi este limitată, în primul rând, de difuzia internă. Însă difuzia internă nu este unicul proces care limitează viteza sorbţiei.

În timpul sorbţiei vitaminei C, pH-ul soluţiei se modifică. În soluţia cu pH-ul iniţial până la 6, pH-ul la echilibru creşte până aproximativ 6. La mărirea pH-ului iniţial al soluţiei până la 10, pH-ul la echilibru rămâne aproape constant în intervalul 6-7. Modificarea pH-ului soluţiei este mai pronunţată la contactarea ei cu cărbunele AC-C. Odată cu modificarea pH-ului soluţiei se modifică şi mărimea sorbţiei.

Astfel a fost demonstrat că proprietăţile sorbţionale ale cărbunelui autohton AC-C nu sunt mai inferioare celor comerciale.

***Referinţe:***

1. SHKOLNIKOVA, M.N. et al. Effects of *Granucol* activated carbons on sensory properties of sea-buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) wines. In: *Foods Raw Materials*, 2019, vol. 7, pp. 67-73.

# OXIDAREA CATALITICĂ CU REAGENTUL FENTON A SURFACTANTULUI ANIONIC 2-ETIL-HEXIL SULFAT DE SODIU

*Veronica PORUBIN-SCHIMBĂTOR, Maria GONȚA, Larisa MOCANU*
**CZU: 542.943’7:661.833.532** *varvaraporubin@mail.ru, mvgonta@yahoo.com, lmdordea@gmail.com*

Surfactanții sunt un grup de substanțe chimice organice, care joacă un rol important în produsele de igienă pentru îngrijirea personală și pentru uz casnic, datorită proprietăților de curățare, solubilizare, spumare, umectare și altele [1]. Agenții tensioactivi pot produce spumă în bazinele acvatice, care inhibă penetrarea oxigenului și a luminii, ducând la scăderea vitezei procesului de autopurificare a mediului. Apa poluată a râurilor cu surfactanți este toxică pentru pești și alte organisme acvatice, iar solul contaminat cu surfactanți inhibă creșterea plantelor [2]. În baza faptului că surfactanții sunt periculoși pentru oameni și pentru mediu, este necesară îndepărtarea surfactanților din apele reziduale înainte de a fi eliminate în mediul acvatic.

Tehnologiile de oxidare chimică (metodele de oxidare avansată – AOPs) sunt promițătoare pentru epurarea apelor care conțin poluanți organici. Aceste metode nu necesită utilizarea unui număr mare de reactivi și sunt ușor de controlat și monitorizat. Procesele de oxidare avansată sunt procese în care se folosesc oxidanți, cum ar fi peroxidul de hidrogen. În aceste procese, se generează intermediari extrem de reactivi cunoscuți drept radicali hidroxil (OH). Acest radical participă eficient la degradarea compușilor organici cum ar fi surfactanții [3].

În acest studiu a fost investigată degradarea surfactantului anionic 2-etil-hexil sulfat de sodiu (2-EHS) în soluții model prin procesul de oxidare catalitică cu reagentul Fenton ($Fe^{2+}/H_2O_2$). Scopul acestor cercetări include optimizarea procesului de degradare și mineralizare a surfactantului anionic 2-etil-hexil sulfat de sodiu pe sisteme model în funcție de parametrii fizico-chimici: pH, timpul de oxidare, concentrația peroxidului de hidrogen și $Fe^{2+}$.

În urma cercetărilor experimentale, a fost stabilit că concentrația surfactantului anionic 2-EHS poate fi micșorată folosind procedeul Fenton. Eficiența în procesul de oxidare catalitică cu reagentul Fenton depinde de concentrația agenților oxidanți formați în sistemul model.

Determinarea influenței pH-ului mediului de reacție asupra degradării oxidative a surfactantului anionic 2-EHS (20 mg/L) s-a efectuat prin variația acestui parametru în intervalul de pH = 2,0-5,0. Rezultatele experimentale evidențiază următoarele aspecte: scăderea pH-ului are un efect pozitiv asupra mineralizării și degradării 2-EHS. Dacă la pH=2,5 concentrația remanentă a surfactantului 2-EHS este de 1,8 mg/L, la

pH=5,0 valoarea concentrației remanente a surfactantului este mai mare: [2-EHSrem]=3,9 mg/L. Rezultatele sunt prezentate în Figura 1.

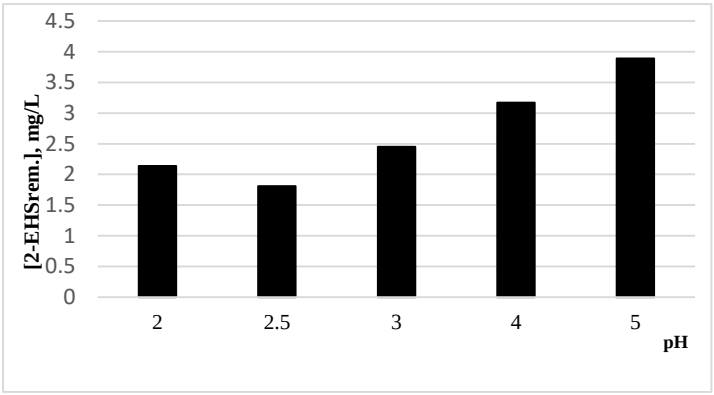



Fig. 1. Variația [2-EHS] în urma oxidării cu reagentul Fenton în funcție de pH; $[Fe^{2+}]=8*10^{-4}$M, $[H_2O_2]= 3*10^{-4}$M, [2-*EHS]*= 20 mg/L, timp= 10 min

Aceasta se poate explica prin modificarea mecanismelor de reacție care au loc la diferite valori ale pH-ului. Astfel, la pH-ul 2,5 sunt favorizate reacțiile de formare a radicalilor hidroxil, ce posedă putere înaltă de oxidare, în timp ce la pH=5 sunt favorizate reacțiile de formare ale altor specii cu activitate redusă în degradarea surfactantului anionic.

Influența $[Fe^{2+}]$ a fost studiată în intervalul (0,1-1,0) mM. În Figura 2 sunt prezentate rezultatele degradării surfactantului 2-EHS sub acțiunea reagentului Fenton în funcție de concentrația $Fe^{2+}$.

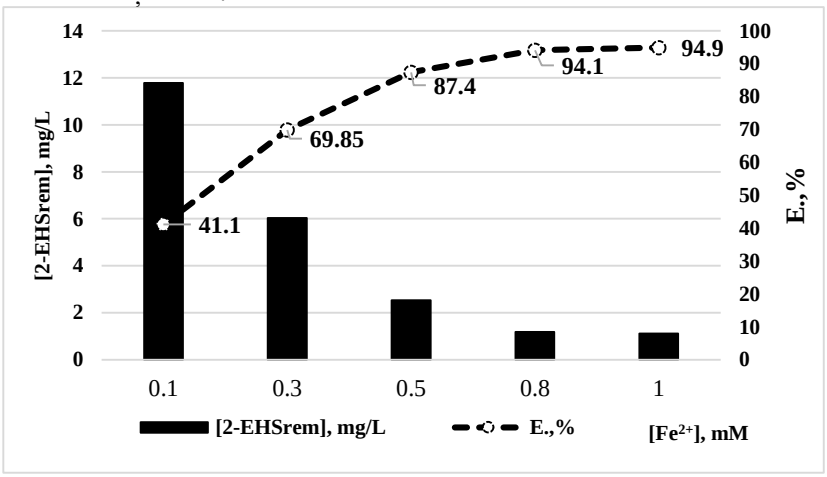



Fig.2. Variația [2-EHS] (20 mg/L) și eficiența în procesul de oxidare catalitică cu r. Fenton în funcție de $[Fe^{2+}]$. V=100 mL, pH=2.5, $[H_2O_2]= 3*10^{-4}$ M, timp = 10 min

Rezultatele obținute evidențiază că în prezența unei concentrații optime de 0,8 mM a Fe (II) timp de 10 min, procesul de oxidare se produce cu un grad înalt de mineralizare de cca 95%, iar concentrația remanentă a surfactantului anionic 2-EHS este de cca 1,8 mg/L. La o micșorare a concentrației de Fe (II) mai mică decât cea optimă, procesul de degradare și mineralizare încetinește, respectiv scade viteza de reacție. Aceasta se datorează generării ineficiente de radicali OH pentru mineralizarea și degradarea surfactantului 2-EHS.

Eficiența procesului Fenton în degradraea surfactantului anionic 2-EHS crește odată cu creșterea cantității de radicali hidroxil (•OH) generată prin descompunerea catalitică a $H_2O_2$. În Tabel sunt prezentate rezultatete experimentale ale oxidării catalitice cu reagentul Fenton a surfactantului 2-EHS. Creșterea concentrației inițiale de $H_2O_2$ până la 0,3 mM îmbunătățește procesul de oxidare, rezultând o creștere a vitezei de reacție, respectiv, și scăderea concentrației remanente de 2-EHS. Pentru concentrații de $H_2O_2$ mai mari de 0,3 mM, deși se presupune că se produc cantități mai mari de radicali OH, nu există o creștere semnificativă a gradului de mineralizare.

*Tabel*

Oxidarea catalitică cu reagentul Fenton a surfactantului 2-EHS (20mg/L)
în funcție de [$H_2O_2$];Vsol.=100mL, [$Fe^{2+}$] = $8*10^{-4}$ M, pH=2.0-2.5

| **[$H_2O_2$], mM** | **Timp, min** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **1** | | **5** | | **10** | |
| | **[2-EHS$_{rem}$] mg/L** | **E.,%** | **[2-EHS$_{rem}$] mg/L** | **E.,%** | **[2-EHS$_{rem}$] mg/L** | **E.,%** |
| **0,05** | 3,04 | 84,95 | 2,96 | 85,20 | 2,85 | 85,75 |
| **0,1** | 2,90 | 85,50 | 2,85 | 85,60 | 2,56 | 87,20 |
| **0,3** | 2,68 | 86,60 | 2,34 | 88,30 | 2,04 | 89,80 |
| **0,5** | 2,98 | 85,75 | 2,69 | 86,55 | 2,67 | 86,65 |
| **1** | 3,02 | 84,90 | 2,94 | 85,30 | 2,77 | 86,15 |
| **3** | 3,54 | 82,30 | 3,27 | 83,65 | 3,24 | 83,80 |
| **5** | 4,20 | 79,00 | 4,16 | 79,18 | 3,92 | 80,40 |

**În concluzie,** se poate de menționat că creșterea concentrației de $H_2O_2$ până la un anumit nivel sporește concentrația de radicali OH, care promovează o degradare mai eficientă. Eficacitatea oxidării agentului tensioactiv anionic odată cu creșterea în continuare a concentrației de $H_2O_2$ începe să scadă, deoarece $H_2O_2$ luat în exces ar putea reacționa cu radicalii OH (1), care au fost prezenți pentru a forma apă și oxigen (2), în urma reacțiilor:

$$H_2O_2 + OH \rightarrow HOO^{\bullet} + H_2O \quad (1)$$

$$HOO^{\bullet} + OH \rightarrow H_2O + O_2 \quad (2)$$

Astfel excesul de $H_2O_2$ conduce la o scădere a concentrației de radicali OH, respectiv și la scăderea vitezei de degradare a surfactantului anionic 2-EHS. Prin urmare, este foarte important de optimizat doza de $H_2O_2$ aplicată pentru a maximiza viteza reacției de oxidare [4].

***Referinţe:***

1. MUNGRAY, A.K. and KUMAR, P. Fate of linear alkylbenzene sulfonates in the environment: A review. *Int Biodeter & Biodegr*, 2009, vol. 63, no. (8), pp. 981-987.
2. OGUNDIRAN, M.A., FAWOLE, O.O, ADEWOYE, S.O. and AYANDIRAN, T.A. Toxicological Impact of Detergent Effluent on Juvenile of African Catfish. În: *Agr. Bio. J. N. Am.*, 2010, pp. 330-342.
3. BANYALADZI, D., LISSET, L.Z. Chemical Pre-Treatment of Anionic Surfactants Contaminated Waste Water at Enaspol A. S. using $H_2O_2$/UV Light Waste Water Pre-Treatment Method. In: *Journal of Environmental & Analytical Toxicology*, 2013. 181 p.
4. PORUBIN-SCHIMBĂTOR, V., GONŢA, M., MOCANU, L. Oxidarea fotocatalitică omogenă și eterogenă cu $TiO_2/H_2O_2$ si $Fe^{2+}/H_2O_2$ (reagentul Fenton) a surfactantului cationic bromură de cetiltrimetilamoniu. În: *Studia Universitatis. Seria: „Ştiinţe Reale şi ale Naturii”.* 2020, nr. 6 (133), pp.167-176. ISSN 1814-3237 ISSNe 1857-498X.

*Lucrarea a fost realizată în cadrul Proiectului instituțional* ***nr. 20.8009.5007.27 „Mecanisme fizico-chimice ale proceselor redox cu transfer de electroni implicate în sisteme vitale, tehnologice și de mediu”***

# DINAMICA CAPACITĂŢII DE AUTOPURIFICARE A APELOR LACULUI DĂNCENI ÎN PREZENŢA GLUTATIONULUI

*Elena BUNDUCHI, Ruslan BORODAEV, Angela LIS*
**CZU: [543.63 +574.5]:577.112.38**
egbunduchi@gmail.com
borusiv@mail.ru,
angelalis85@yahoo.com

Glutationul face parte din derivaţii sulfului de origine biogenă, care deţine proprietăţi reducătoare puternice şi participă activ în procese de oxido-reducere neradicalice în obiectele naturale acvatice. Prin consumul de oxigen, fără a genera ca produs intermediar peroxidul de hidrogen, influenţează negativ capacitatea de autopurificare a sistemelor acvatice naturale [1].

Studiul impactului glutationului asupra proceselor din apele naturale a fost realizat cu utilizarea apelor lacului Dănceni din anotimpul de primăvară. Procesele de autopurificare au fost evaluate pe sisteme model de tip microcosmuri. Concentraţiile tiolului au fost selectate în aşa fel ca să modeleze situaţia de „redox-toxicitate” [1] în apele naturale şi au constituit: $0.8\cdot10^{-4}$ M; $1.0\cdot10^{-4}$ M; $1.5\cdot10^{-4}$ M; $2.0\cdot10^{-4}$ M. Fiecare sistem avea volumul de 5 L. Supravegherea proceselor de autopurificare a fost efectuată după parametrii: gradul de saturaţie cu oxigen (GS), oxidabilitatea permanganatometrică ($CCO_{Mn}$) şi capacitatea de inhibiţie ($\sum k_i\cdot[S_i]$, constanta efectivă de ordinul pseudo-unu de întrerupere a lanţului proceselor de oxidare prin radicali din apele naturale [2]).

Din datele prezentate în Tabelul 1 se poate constata că la adăugarea glutationului în sistemele ce conţineau ape din lacul Dănceni, sistemul de autopurificare a acestora a reacţionat prin punerea în funcţiune a procesului biochimic de autopurificare.

*Tabelul 1*

Dinamica gradului de saturaţie cu oxigen în microcosme, %

| Ore de la începerea experimentului | Referinţa – apă naturală | Microcosm | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | I [GSH]=0,8·10$^{-4}$ M | II [GSH]=1,0·10$^{-4}$ M | III [GSH]=1,5·10$^{-4}$M | IV [GSH]=2,0·10$^{-4}$ M |
| 0 h | 105,0 | 120,0 | 106,0 | 123,0 | 113,0 |
| 2 h | 117,0 | 86,0 | 67,0 | 76,0 | 72,0 |
| 24 h (1 zi) | 107,0 | 80,8 | 70,2 | 78,8 | 77,2 |
| 96 h (4 zile) | 76,0 | 66,0 | 63,0 | 68,5 | 74,4 |

Oxidarea cu implicarea intensă a oxigenului dizolvat are loc în primele 24 de ore, după care conţinutul acestuia fie descreşte uşor şi constant (microcosm I), fie înregistrează fluctuaţii uşoare în sensul creşterii sau descreşterii (microcosmele II-

IV). Faptul că în următoarele zile nu are loc restabilirea saturaţiei cu oxigen se explică prin aceea că în sisteme nu existau condiţiile pentru realizarea procesului de fotosinteză (ape de primăvară), cale importantă de asigurare cu oxigen a sistemelor acvatice naturale, iar resorbţia gazului din atmosferă fiind un proces fizic lent nu putea suplini rapid deficitul de oxigen stabilit ca urmare a consumului acestuia în procesele biochimice.

Valorile oxidabilităţii permanganatometrice ($CCO_{Mn}$) demonstrează producerea situaţiei de „redox-toxicitate" la adăugarea glutationului în concentraţiile de ordinul $(1,5\div2,0)\cdot10^{-4}$ M, fenomen, care datorită proceselor biochimice, este atenuat intens în primele 24 de ore, asigurând oxidarea glutationului până la 33,33% de la cantitatea iniţială a substratului, după care procesul de transformare practic încetineşte (Tab. 2).

*Tabelul 2*

Dinamica oxidabilităţii permanganatometrice în microcosme, mgO/L

| Ore de la începerea experimentului | Referinţa – apă naturală | Microcosm | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | I [GSH]=0,8·10$^{-4}$ M | II [GSH]=1,0·10$^{-4}$ M | III [GSH]=1,5·10$^{-4}$M | IV [GSH]= 2,0·10$^{-4}$ M |
| 0 h | 16,0 | 16,5 | 16,3 | 16,4 | 16,5 |
| 2 h | 16,0 | 20,8 | 26,8 | 28,2 | 30,2 |
| 24 h (1 zi) | 14,1 | 18,9 | 21,4 | 22,7 | 23,5 |
| 96 h (4 zile) | 14,3 | 16,9 | 21,4 | 23,3 | 25,5 |

În sistemele cu diapazonul concentraţiilor iniţiale ale tiolului de $(0,8\div1,0)\cdot10^{-4}$ M procesele de autopurificare continuă să decurgă intensiv şi după 24 de ore, astfel valoarea oxidării glutationului de la cantitatea iniţială a substratului creşte până la 44,68%. Rezultate similare au fost obţinute de noi şi pentru cisteină [3].

Măsurările preliminare, până la adăugarea reducătorului, efectuate asupra apei naturale, au indicat o capacitate de autopurificare medie a apelor lacului susţinută de radicalii OH (Tab.3).

*Tabelul 3*

Dinamica capacităţii de inhibiţie în microcosme, $\sum k_i\cdot[S_i]\cdot10^{-5}$, $s^{-1}$

| Ore de la începerea experimentului | Referinţa – apă naturală | Microcosm | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | I [GSH]=0.8·10$^{-4}$ M | II [GSH]=1.0·10$^{-4}$ M | III [GSH]=1.5·10$^{-4}$M | IV [GSH]=2.0·10$^{-4}$ M |
| 0 h | 4,1 | 4,2 | 4,3 | 4,1 | 4,3 |
| 2 h | 3,9 | 6,7 | 7,6 | 9,3 | 14,2 |
| 24 h (1 zi) | 4,3 | 6,9 | 7,2 | 8,0 | 10,0 |
| 96 h (4 zile) | 9,8 | 6,0 | 7,0 | 8,5 | 14,0 |

Valorile capacităţii de inhibiţie, măsurate la 2 ore de la începerea experimentului, au semnalat despre realizarea unei poluări mai accentuate a sistemului natural (Tab.3). În raport cu referinţa, care prezenta apa naturală fără adaos de glutation, în

sisteme s-a atestat o creştere a conţinutului de substanţe captori de radicali OH de aproape 1,5-3,3 ori mai mare. După 24 de ore de la începerea experimentului, cantităţile de substanţe captori de radicali au descrescut mai accentuat în sistemele unde au fost adăugate cele mai mari cantităţi de tiol. În următoarele zile ale monitorizării a fost semnalată situaţia cu descreşterea uşoară a valorilor parametrului în sistemele ce conţineau cantităţile cele mai mici de substrat, iar în cele cu concentraţiile iniţiale mai înalte s-a atestat chiar o creştere a valorilor parametrului.

Pe exemplul apelor lacului Dănceni au fost stabilite următoarele concluzii cu referire la comportamentul glutationului în apele naturale în sezonul de primăvară şi la răspunsul sistemului de autopurificare a sistemelor acvatice:

- pătrunderea în apele naturale a glutationului este atenuată de sistemul natural, atât prin procese biochimice, cât şi chimice, oxidarea cu radicalii OH;

- glutationul afectează capacitatea de autopurificare a sistemului acvatic natural, micşorând-o, deoarece consumă intens atât oxigenul dizolvat, cât şi formele active ale oxigenului din ape, aşa ca radicalii OH;

- situaţia de „redox-toxicitate” în apele naturale poate să se dezvolte, atunci când fluxul de glutation în obiectele acvatice atinge concentraţii de peste $1{,}5 \cdot 10^{-4}$ M.

***Referinţe:***

1. СКУРЛАТОВ, Ю.И., ВИЧУТИНСКАЯ, Е.В., ЗАЙЦЕВА, Н.И. и др. Формы и пути миграции и трансформации опасных химических веществ в окружающей среде. В: *Химическая физика*, 2017, том 36, №7, сс. 42-53.
2. DUCA, Gh., TRAVIN, S. Reactions Mechanisms and Applications of Hydrogen Peroxide. In: *American Journal of Physical Chemistry*, 2020, no.9(2), pp. 36-44.
3. BUNDUCHI, E., BORODAEV, R. Evaluarea capacităţii de autopurificare a apelor lacului Dănceni în condiţiile de creştere a concentraţiei de cisteină. În: „*Integrare prin cercetare şi inovare”: Conferinţa ştiinţifică naţională cu participare internaţională. Ştiinţe ale naturii şi exacte: Rezumate ale comunicărilor,* 10-11 noiembrie. Chişinău: CEP USM, 2020, pp. 251-254.

*Lucrarea a fost realizată în cadrul Proiectului instituţional* ***nr. 20.8009.5007.27 „Mecanisme fizico-chimice a proceselor redox cu transfer de electroni implicate în sisteme vitale, tehnologice şi de mediu”.***

# INFLUENȚA SUBSTANȚELOR HUMICE ASUPRA FOTOLIZEI CISTEINEI ȘI GLUTATIONULUI ÎN SISTEME ACVATICE

*Angela LIS*[*], *Viorica GLADCHI*[*], *Gheorghe DUCA*[**]
[*]*Universitatea de Stat din Moldova*
[**]*Institutul de Chimie*

**CZU: 544.526.2:577.38:574.5**

angelalis85@yahoo.com
viorica.gladchi@gmail.com
gqduca@gmail.com

În compoziția sistemelor acvatice intră un număr mare de substanțe organice dizolvate. Un grup de produși organici naturali din ape sunt tiolii de origine naturală, cum ar fi cisteina (Cys) și glutationul (GSH), care participă activ la metabolismul hidrobionților [1, 2]. Tiolii fac parte din grupul de echivalenți reducători. Datorită reactivității lor și proprietăților reducătoare, tiolii pot fi periculoși pentru sistemele acvatice, din cauza consumului echivalenților oxidativi, astfel dereglând starea redox a sistemelor acvatice [1, 2] și totodată toxică, din cauza că inhibă activitatea hidrobionților [1, 2].

Substanțele organice dizolvate, predominant substanțele humice (SsH), participă în calitate de sensibilizatori în sistemele acvatice, astfel contribuind la intensificarea degradării poluanților [3]. Având în vedere că SsH sunt particule proprii sistemelor acvatice, devine important de studiat influența lor asupra proceselor de fotoliză a poluanților.

În acest context, a fost studiată influența substanțelor humice asupra procesului de fotoliză a Cys și GSH pe sisteme model. Pentru a ne apropia cât mai mult de sistemele naturale în calitate de sursă de iradiere, s-a folosit Simulatorul Solar Oriel Model 9119X (SS), înzestrat cu filtrul Air Mass 1.5 Direct (AM1.5D), care simulează cantitatea de energie solară şi lungimea de undă a razelor UV ce ajung la suprafaţa solului când Soarele se găseşte la 48,2º faţă de zenit.

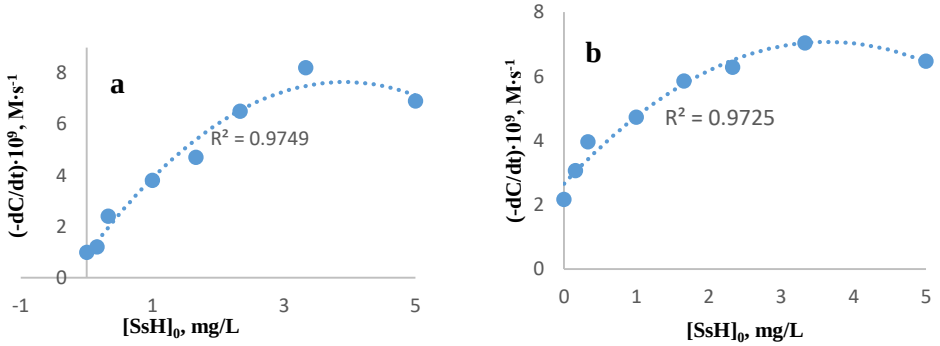



Fig. 1. Variația vitezelor de fotoliză sensibilizată cu SsH, a grupelor –SH din Cys (a) și GSH (b) în funcție de concentrația SsH în sistem, la iradiere cu SS, AM1.5D, $[Cys]_0/[GSH]_0$= const=1,67·10$^{-5}$ M, pH=7, t=25º C

Din Figura 1 putem constata că atât Cys cât și GSH se supun fotolizei sensibilizate cu SsH și vitezele de oxidare a grupelor –SH din Cys și GSH cresc odată cu creșterea concentrațiilor inițiale de SsH în sistem, ceea ce denotă faptul că în procesul de iradiere a SsH se formează specii active, care conduc la degradarea substratelor [3], deci SsH pot fi considerate ca sensibilizatori la degradarea tiolilor. Pe de o parte, SsH prezente în sistem, în special fulvoacizii (care au un maxim de absorbție la 365 nm) absorb fotonii de lumină și trec într-o stare excitată. Ulterior, energia de exicitare electronică, acumulată de sensibilizator, se transmite substratului, care se oxidează, conform ecuațiilor 1-2 [3]:

$$SsH \xrightarrow{h\nu} SsH^* \quad (1)$$

$$SsH^* + R\text{-}SH \longrightarrow \text{produse finale}, \quad (2)$$

unde: R-SH – este tiol.

Pe de altă parte, în soluții oxigenate, energia de excitare electronică, acumulată de sensibilizator, poate fi transmisă oxigenului dizolvat din apă, cu formarea oxigenului singlet, care ulterior interacționează cu substratul și-l oxidează, conform ecuațiilor 3-5 [3]:

$$SsH + h\nu \rightleftarrows {}^1SsH^* \rightarrow {}^3SsH^* \quad (3)$$

$${}^3SsH^* + O_2 \rightarrow {}^1O_2 + SsH \quad (4)$$

$${}^1O_2 + R\text{-}SH \rightarrow \text{produse finale}. \quad (5)$$

La fel, din Figura 1 putem constata că vitezele de oxidare cresc până la o anumită concentrație de SsH în sistem, după care încep să scadă. Aceasta se poate explica prin faptul că odată cu creșterea concentrației de SsH în sistem, crește și turbiditatea, ceea ce poate împiedica determinarea corectă a concentrațiilor grupelor –SH, din Cys și GSH, iar pe de altă parte, cu creșterea concentrației de SsH în sistem, cresc și concentrațiile de particule active ale oxigenului în sistem, ceea ce poate conduce la degradarea în sine a SsH, care au o structură foarte complexă, cu eliberarea unor particule intermediare care conțin grupa –SH, astfel conducând la creșterea concentrației acestora.

Dacă comparăm fotoliza sensibilizată a Cys (Fig. 1 a) cu a GSH (Fig. 1 b), constatăm că vitezele de fotoliză ale acestor doi tioli nu diferă foarte mult, doar că în absența SsH viteza de fotoliză a GSH este mai mare decât cea a Cys, ceea ce se explică prin faptul că spectrul de emisie al SS înzestrat cu filtrul AM1.5D, coincide mai bine cu spectrul de absorbție al GSH decât cu cel al Cys [1], deci paralel va avea loc și fotoliza directă a tiolilor studiați.

Pentru a suplini cinetica de degradare a substratelor studiate, din regresiile liniare $Ln(C_0/C_t)=f(t)$, după concentrația substratelor s-au determinat constantele efective ale vitezelor de reacție, la variația concentrațiilor inițiale de SsH și menținerea constantă a concentrațiilor inițiale de tiol în sistem. Rezultatele obținute sunt prezentate în Fig. 2.

Din Figura 2 se observă că concentrațiile inițiale ale SsH adăugate în sistem influențează constantele efective ale vitezelor de reacție. S-a constatat că constantele de viteză sunt de ordinul $10^{-4}$ $s^{-1}$ și sunt de 2-17 ori mai mari decât în cazul fotolizei directe [1] pentru Cys și de 4-10 ori mai mari pentru GSH [1]. La fel ca vitezele de

reacție, constantele efective de viteză cresc odată cu creșterea concentrației inițiale de SsH în sistem, până la o anumită concentrație după care încep să scadă, aceleași explicații ca și pentru vitezele de reacție.

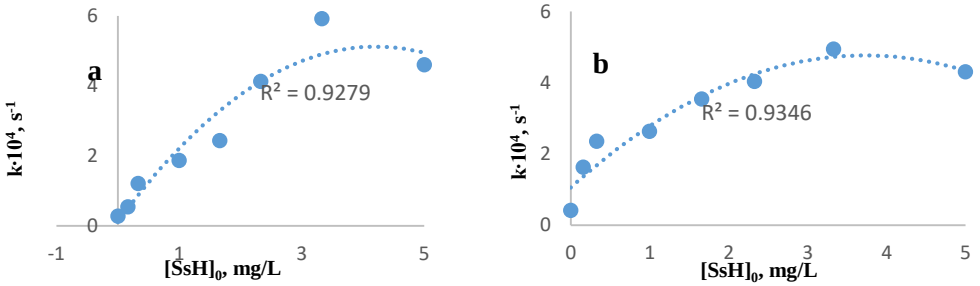



Fig. 2. Variația constantelor de viteză ale Cys (a) și GSH (b) în funcție de concentrațiile SsH în sistem, la iradiere cu SS, AM1, 5D, $[Cys]_0/[GSH]_0$= const=1,67·10$^{-5}$ M, pH=7, t=25ºC

Aşadar, din rezultatele obținute pe sisteme model, putem concluziona că substanțele humice prezente în sistemele acvatice, la iradiere cu razele solare, vor contribui la accelerarea procesului de degradare a Cys și GSH. S-a determinat că viteza de degradare a tiolilor în sistemele acvatice depinde de structura tiolului, concentrația SsH, de prezența și intensitatea radiațiilor, precum și de alți factori.

***Referinţe:***

1. LIS, A. Fotoliza directă a cisteinei şi tioureei în soluţii apoase. În: *Studia Universitatis Moldaviae. Seria „Ştiinţe reale şi ale naturii”*. 2016, nr. 6(96), pp. 133-141. ISSN 1814-3237.
2. DUCA, Gh., BLONSCHI, V., GLADCHI, V., TRAVIN, S. Dynamics of different sulfur forms in natural waters and their influence on the redox state. In: *American Journal of Physical Chemistry*. 2020, nr. 9(3), pp. 52-61. Doi: 10.11648/j.ajpc.20200903.12.
3. SON, M.H., GONG, J., SEO, S., YOON, H., CHANG, Y.S. Photosensitized diastereoisomer-specific degradation of hexabromocyclododecane (HBCD) in the presence of humic acid in aquatic systems. In: *Journal of Hazardous Materials.* 2019, 369, pp. 171–179. Doi:10.1016/j.jhazmat.2019.02.03

*Lucrarea a fost realizată în cadrul Proiectului instituțional* ***nr. 20.8009.5007.27 „Mecanisme fizico-chimice ale proceselor redox cu transfer de electroni implicate în sisteme vitale, tehnologice şi de mediu”.***

# SISTEME POLIMERICE DIN METALOFTALOCIANINĂ DE ZINC CU CHITOSAN PENTRU TERAPIA FOTODINAMICĂ

*Ion BULIMESTRU, Nelea POPA, Ştefan ROBU,*
*Pavel ŢIULEANU, Ion LUNGU, Tamara POTLOG*
**CZU: 546.47+678.7** ***bulimestru@gmail.com*, *tpotlog@gmail.com***

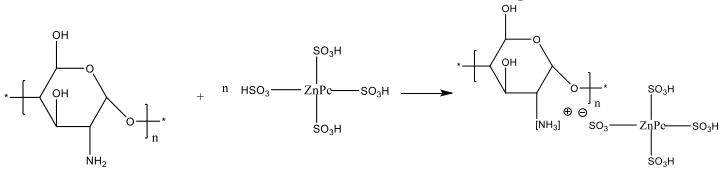
Ftalocianinele ionilor metalelor de tranziţie [1], în special ai celor diamagnetici [2], şi-au găsit diverse aplicaţii în biomedicină, îndeosebi în calitate de fotosensibilizatori pentru terapia fotodinamică. Aplicabilitatea metaloftalocianinelor pe rol de fotosensibilizatori pentru terapia fotodinamică depinde de capacitatea acestora de a popula starea triplet, care reacţionează ulterior cu starea de bază a oxigenului molecular prin transfer de energie pentru a genera specii reactive de oxigen, care sunt principalul agent citocid responsabil de distrugerea selectivă a celulelor tumorale. Materialele obţinute la doparea metaloftalocianinelor cu nanoparticule de diferite materiale (Au, Ag, oxizi) [3] sunt şi mai atractive pentru terapia fotodinamică datorită capacităţii compozitelor rezultate de a spori selectivitatea faţă de celulele tumorale-ţintă ca rezultat al creşterii permeabilităţii şi retenţiei.

Chitosanul, o polizaharidă cationică liniară, este utilizat pentru obţinerea a mai multor materiale hibride, jucând rolul de transportator de medicamente în terapeutică [4]. Acest lucru se datorează proprietăţilor unice ale chitosanului, care includ biocompatibilitatea, biodegradabilitatea, lipsa toxicităţii şi solubilitatea acestuia în soluţii apoase. Prezenţa grupărilor amine reactive din compoziţia sa permite formarea legăturilor de diferită natură cu alte molecule, având ca rezultat modificarea biopolimerului, făcându-l foarte valoros pentru diferite aplicaţii. Chitosanul poate forma legături azot-metal cu nanoparticulele de aur sau argint generând nanocompozite care pot fi folosite ca agenţi terapeutici pentru ablaţia fototermală a celulelor canceroase [5].

În lucrare au fost analizate sisteme obţinute din biopolimerul natural chitosan cu tetrasulfoftalocianina de zinc ZnPc-$(SO_3H)_4$. Tetrasulfoftalocianina de zinc a fost obţinută prin tratarea ftalocianinei de zinc (ZnPc) cu oleum, reacţie urmată de interacţiunea amestecului reactant cu carbonat de sodiu şi, la final, cu soluţie de acid clorhidric.

Purificarea ZnPc-$(SO_3H)_4$ a fost efectuată prin recristalizare din dimetilformamidă. Prezenţa grupelor -$SO_3H$ în metaloftalocianină se observă în spectrul IR la 1089 $cm^{-1}$.

Ulterior, ZnPc-$(SO_3H)_4$, dizolvat în DMF, a fost adăugat prin picurare şi agitare continuă la soluţia apoasă de chitosan. Interacţiunea metaloftalocianinei, ZnPc-$(SO_3H)_4$, cu chitosanul are caracter electrostatic şi decurge conform schemei:



Formarea complexului chitosanului cu sulfoftalocianina de zinc(II) este confirmată de modificările frecvenţelor de absorbţie ale grupelor $SO_3^-$ din fragmentul ftalocianinei şi $NH_3^+$ din cel al chitosanului. În spectrele IR ale compozitului, benzile simetrice (1521 şi 1537 $cm^{-1}$) şi antisimetrice (1558 $cm^{-1}$) ale legăturilor H-N-H din grupele $NH_3^+$ sunt deplasate cu 5-10 $cm^{-1}$ spre numere de undă mai mari, iar banda oscilaţiilor de valenţă ale grupării $SO_3^-$ (1089 $cm^{-1}$) este deplasată cu 6-10 $cm^{-1}$ spre numere de undă mai mici.

În Figură sunt prezentate spectrele de absorbţie ale tetrasulfoftalocianinei de zinc şi ale complexului chitosanului cu acesta, care confirmă formarea complexului chitosanului cu ZnPc-$(SO_3H)_4$.

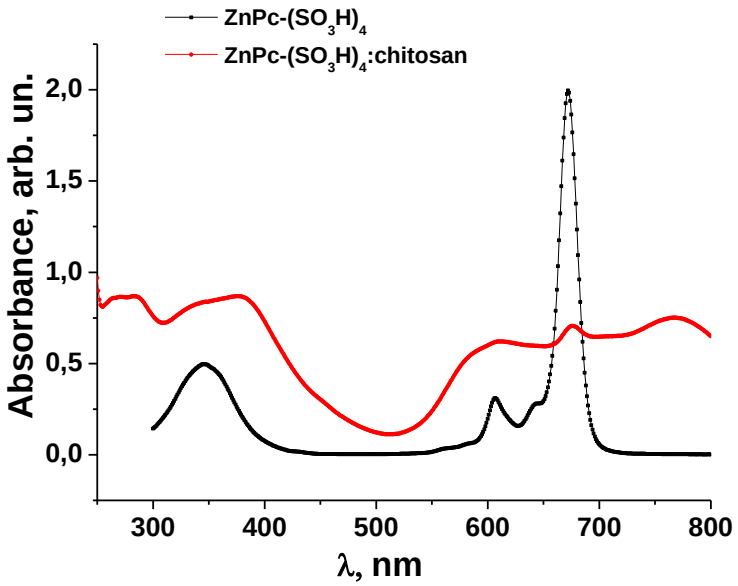



Fig. Spectrele de absobţie ale tetrasulfoftalocianinei de zinc ZnPc-$(SO_3H)_4$ şi a complexului metaloftalocianinei, ZnPc-$(SO_3H)_4$, cu chitosan

În ambele spectre sunt prezente benzile de absorbţie B şi Q. ZnPc-$(SO_3H)_4$ prezintă un spectru de absorbtie cu două benzi electronice principale: banda Q, cu un maxim intens în jurul valorii de 672 nm şi banda Soret având maximul la aproximativ 350 nm. Ataşarea chitosanului lărgeşte ambele benzi şi le deplasează spre lungimi de undă mai mari. Mai mult ca atât, banda Q scindează în trei benzi, având o bandă situată în infraroşu apropiat la aproximativ 770 nm.

Compozitul obţinut va servi în calitate de matrice pentru doparea cu particule nanodimensionale de metale nobile (Au, Ag) în vederea elaborării unor sisteme din metaloftalocianină polimerică, care sunt extrem de eficiente în terapia fotodinamică.

***Referințe:***

1. MONRO, S. et al. Transition Metal Complexes and Photodynamic Therapy from a Tumor-Centered Approach: Challenges, Opportunities, and Highlights from the Development of TLD1433. In: *Chem. Rev.* 2019, 119, pp. 797-828. doi: 10.1021/acs.-chemrev.8b00211.
2. LO, P.-C. et al. The unique features and promises of phthalocyanines as advanced photosensitisers for photodynamic therapy of cancer. In: *Chem. Soc. Rev.*, 2020, 49, pp. 1041-1056. doi: 10.1039/c9cs00129h.
3. NYOKONG, T., ANTUNES, E. Influence of nanoparticle materials on the photophysical behavior of phthalocyanines. In: *Coord. Chem. Rev.* 257, pp. 2401-2418. doi: 10.1016/j.ccr.2013.03.016.
4. SZCZEPAŃSKI, R. et al. Chitosan-derivatives in combinations with selected porphyrinoids as novel hybrid materials for medicine and pharmacy. In: *Progress Chem. Applic. Chitin Derivat.* 2020, 25, pp. 63-78. doi: 10.15259/PCACD.25.005.
5. DUBE, E., OLUWOLE, D.O., PRINSLOO, E., NYOKONG, T. Gold–chitosan composite with low symmetry zinc phthalocyanines for enhanced singlet oxygen generation and improved photodynamic therapy activity. In: *New J. Chem.*, 2018, 42, pp. 10214-10225. doi: 10.1039/C8NJ00801A.

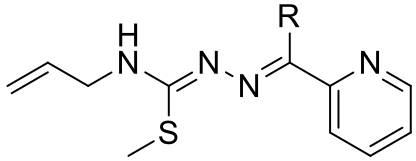
*Lucrarea a fost realizată în cadrul Proiectului instituţional* ***„Fotosensibilizatori pentru aplicații în terapia fotodinamică și fotovoltaică”.***

# SOME 3D METAL COORDINATION COMPOUNDS WITH 2-FORMYLPYRIDINE 4-ALLYL-S-METHYLISOTHIOSEMICARBAZONE AND ITS DERIVATIVES: SYNTHESIS, CHARACTERIZATION, BIOLOGICAL ACTIVITY

*Irina USATAIA, Vasilii GRAUR, Aurelian GULEA*
**CZU: 544.142.3**
departamentchimie@mail.ru,
vgraur@gmail.com,
guleaaurelian@gmail.com

For many years, thiosemicarbazones have been of interest from the point of view of their biological activity, that depends on the structure of molecules and on the arrangement of functional groups. Isothiosemicarbazones are of biological interest since thioalkylation leads to a change in the coordination mode.

Therefore, the present paper describes the chemical synthesis, characterization and *in vitro* biological evaluation of 2-formylpyridine (**HL$^{1}$**), 2-acetylpyridine (**HL$^{2}$**), 2-benzoylpyridine (**HL$^{3}$**) 4-allyl-S-methylisothiosemicarbazones **(Scheme 1)** and its zinc(II), copper(II), nickel(II), cobalt(III) and iron(III) coordination compounds.




Scheme. Isothiosemicarbazone ligands **HL$^{1}$** (R=H), **HL$^{2}$** (R=$CH_3$), **HL$^{3}$** (R=$C_6H_5$)

The isothiosemicarbazone proligands were characterized by nuclear magnetic resonance (NMR) ($^{1}$H and $^{13}$C), infrared spectroscopy (IR), and X-ray diffraction. All the coordination compounds were characterized by elemental analysis, IR, molar conductivity, and magnetic susceptibility measurements. 4-Allyl-S-methylisothioseimicarbazones (**HL$^{1-3}$**) were obtained similarly to the method described in the literature [1, 2].

New zinc(II), copper(II), nickel(II) and cobalt(III) complexes, $[Zn(HL^{1})_2]I_2$ **(1)**, $[Cu(HL^{1})Cl_2]$ **(2)**, $[Cu(HL^{1})Br_2]$ **(3)**, $[Cu(HL^{1})(H_2O)_2](ClO_4)_2$ **(4)**, $[Ni(HL^{1})_2]I_2{\cdot}H_2O$ **(5)**, $[Co(L^{1})_2]Cl$ **(6)**, $[Co(L^{1})_2]NO_3$ **(7)**, $[Co(L^{1})_2]I{\cdot}[Co(L^{1})_2](I_3)$ **(8)** were obtained with **HL$^{1}$** [3]. The complexes $[Zn(HL^{2})I_2]$ **(9)**, $[Cu(HL^{2})Cl_2]$ **(10)**, $[Cu(HL^{2})Br_2]$ **(11)**, $\{[Cu(HL^{2})NO_3]NO_3\}n$ **(12)**, $[Ni(HL^{2})_2](NO_3)_2$ **(13)**, $[Fe(L^{2})_2]NO3$ **(14)**, $[Co(L^{2})_2]NO_3$ **(15)**, and $[Co(L^{2})_2]Cl{\cdot}H_2O$ **(16)**, were obtained with **HL$^{2}$** [4]. Also were synthesized five new metal complexes $[Cu(HL^{3})Cl_2]$ (**17**), $[Cu(HL^{3})Br_2]{\cdot}H_2O$ (**18**), $[Cu(HL^{3})(NO_3)_2]{\cdot}2H_2O$ (**19**), $[Ni(HL^{3})_2]{\cdot}(NO_3)_2{\cdot}H_2O$ (**20**), $[Co(L^{3})_2]I$ (**21**) with **HL$^{3}$** pro-ligand [5].

Coordination compounds **(1–21)** were synthesized by interaction of $\mathbf{HL^{1-3}}$ and corresponding copper(II) salts in a 1:1 molar ratio or nickel(II), iron(III), and cobalt(II) salts in a 2:1 molar ratio. Zinc coordination compounds **(1), (9)** were obtained by interaction of zinc acetate dehydrate, $\mathbf{[H_2L^{1-2}]I}$, and potassium iodide in a 1:1:1 molar ratio. In reported coordination compounds, the isothiosemicarbazones coordinates to the metal atom in a tridentate manner using the NNN set of donor atoms in compounds **(1-8), (10), (12-16)**, but unusual for isothiosemicarbazones SNN mode of coordination in complexes $[Zn(HL^2)I_2]$ **(9)** and $[Cu(HL^2)Br_2]$ **(11)**. Such coordination mode of this type of ligands has been reported only for coordination compounds with palladium(II) [6]. The crystal structures of **(9)** and **(11)** demonstrate the first examples of SNN-coordination mode of isothiosemicarbazones to zinc(II) and copper(II) atoms.

The antiproliferative properties of these compounds towards human cervical epithelial HeLa, human epithelial pancreatic adenocarcinoma BxPC-3, human muscle rhabdomyosarcoma spindle, large multinucleated RD cancer cell lines, and normal kidney epithelial MDCK cell line have been investigated. The screening results showed that the synthesized substances inhibit proliferation of the studied cancer cells at concentrations 100–0.1 μ M. The substitution of 2-formylpyridine moiety with 2-acetylpyridine moiety in pro-ligand leads to a significant intensification of antiproliferative activity towards HeLa and BxPC-3 cells. In most cases, 3*d* metal coordination compounds are more active than isothiosemicarbazones. The series of copper coordination compounds can be used to trace the effect of the acid residue anion on the anticancer activity. The activity increases in the following order: $Cl^- < NO_3^- < Br^-$. The highest selectivity is achieved in the case of bromide ions. Cobalt complex $[Co(L^1)_2]Cl$ selectively inhibits proliferation of HeLa cells (SI > 47) and practically does not influence the growth of normal cells. Its SI value towards this cancer cell is more than 60 times higher than the corresponding SI value of doxorubicin that is used in medical practice.

Comparing the obtained results of antiproliferative activity for coordination compounds with $\mathbf{HL^1}$ and $\mathbf{HL^2}$, it can be concluded that the introduction of methyl radical into the azomethine group led to an increase of antiproliferative activity against cancer (HeLa, BxPC-3 and RD) and normal cells and also to an increase of the selectivity of the anticancer action. The study of the influence of synthesized compounds on healthy MDCK cells showed that in case of 2-formylpyridine 4-allyl-S-methylisothiosemicarbazone, complexes have lower cytotoxic effect on healthy cells of human organism. It makes these substances perspective for their use as anticancer drugs.

The results of the antimicrobial activity study showed that $\mathbf{HL^{1-3}}$ and its complexes manifest bacteriostatic and bactericidal properties. It has been observed, that the isothiosemicarbazones $\mathbf{HL^{1-3}}$ and studied coordination compounds manifest antimicrobial activities within the concentration limits 0.7–500 μ g/ml. The most

vulnerable to the studied substances was *S. aureus*. The comparison of the activity of **HL[1]** with the activity of **HL[2]** and **HL[3]** shows that the substitution of 2-formylpyridine moiety with 2-benzoylpyridine moiety leads to a significant intensification of antimicrobial activity especially towards Gram-negative bacteria's *K. pneumoniae*, *E. coli* and fungi *C. albicans*. The activities of isothiosemicarbazones decrease in the row **HL[3]** > **HL[1]** > **HL[2]**. The coordination of pro-ligands to copper(II) ions results in reduction of minimum inhibitory concentrations and minimum bactericide concentrations towards studied bacteria and fungi. The results show that copper complexes $[Cu(HL^2)Cl_2]$ **(10)**, $[Cu(HL^2)Br_2]$ **(11)** are the most active toward gram-negative bacteria *E. coli* (MIC/MBC = 7 ( $\mu g \cdot ml^{-1}$ )). The substitution of 2-formylpyridine moiety with 2-acetylpyridine moiety in copper(II) complexes leads to an intensification of antimicrobial activity especially towards Gram-negative bacteria and fungi. The studied coordination compounds also exceed the activity of furacillinum and nystatine against studied strains of microorganisms.

***References:***

1. YAMAZAKI, C. In: *Can. J. Chem.* 1975, 53, 610.
2. PAHONTU, E. et al. Synthesis, characterization, crystal structure of novel Cu (II), Co (III), Fe (III) and Cr (III) complexes with 2hydroxybenzaldehyde-4-allyl-S-methylisothiosemicarbazone: Antimicrobial, antioxidant and *in vitro* antiproliferative activity. In: *Appl. Organomet. Chem.* 2018; e4544.
3. BALAN, G. et al. Novel 2-formylpyridine 4-allyl-S-methylisothiosemicarbazone and Zn(II), Cu(II), Ni(II) and Co(III) complexes: Synthesis, characterization, crystal structure, antioxidant, antimicrobial and antiproliferative activity. In: *Appl. Organomet. Chem.*, 2020, vol. 34, no. 3, p. e5423; IF = 3.14. DOI: 10.1002/aoc.5423.
4. GRAUR, V. et al. Synthesis, characterization, and biological activity of novel 3d metal coordination compounds with 2-acetylpyridine N4-allyl-S-methylisothiosemicarbazone. In: *Appl. Organomet. Chem.*, 2021, vol. 35, no. 4, p. e6172, IF = 3.14 DOI: 10.1002/aoc.6172.
5. USATAIA, I. et al. Synthesis and biological activity of copper(II), nickel(II) and cobalt(III) coordination compounds with 2-benzoylpyridine N(4)-allyl-S-methylisothiosemicarbazone. In: *Journal of Academy of Sciences of Moldova. Life sciences*, 2018, vol. 335, no. 2, pp. 103-112.
6. REVENCO, M. et al. In: *Polyhedron*, 2014, 80, 250.

*Lucrarea a fost realizată în cadrul Proiectului instituţional* ***nr. 20.80009.5007.10 „Produse noi, inovative cu performanțe remarcabile în medicina (biofarmaceutica). Elucidarea mecanismelor moleculare și celulare ale acțiunii acestor produse noi și argumentarea folosirii lor la eficientizarea tratamentului unor patologii”.***

# MONITORINGUL CONȚINUTULUI SUBSTANȚELOR TIOLICE ÎN APELE RÂURILOR RĂUT ŞI ICHEL ÎN PERIOADA ANILOR 2015-2020

*Maxim CISTEACOV, Vladislav BLONSCHI, Viorica GLADCHI*
**CZU: [504.45.064:574.5] + 556.531.47(478)** *maxim_cisteacov@mail.ru*

Râurile Răut şi Ichel sunt unii din principalii afluenţi de dreapta ai fluviului Nistru pe teritoriul Republicii Moldova. Lungimea totală a Răutului constituie 286 km, iar a Ichelului – 101 km. Alimentarea principală a ambelor râuri se datorează precipitaţiilor atmosferice şi topirii zăpezii [1].

Studiul ecochimic al afluenţilor nominalizaţi este important având în vedere utilitatea economico-culturală a fluviului Nistru. Astfel, râurile Răut şi Ichel pot avea o influenţă majoră asupra stării ecologice a apelor nistrene.

Specific pentru sistemele reale este echilibrul dinamic al echivalenţilor oxidativi şi reducători, cu dominanţa primilor în condiţii naturale şi care formează *starea redox* a apelor [2]. Prin urmare, starea redox poate fi evaluată, indirect, prin monitorizarea dinamicii conţinutului unor compuşi reducători, cum sunt tiolii (R-SH), care consumă echivalenţii oxidativi, în special peroxidul de hidrogen ($H_2O_2$).

Astfel, în perioada anilor 2015-2020 a fost monitorizat conţinutul substanţelor tiolice în apele râurilor Răut şi Ichel utilizând metoda spectrofotometrică Ellman [3]. Prelevarea probelor de apă a fost efectuată sezonier, pentru a stabili natura autohtonă sau alohtonă a tiolilor.

În perioada monitorizării conţinutului substanţelor tiolice în apele râului Răut, s-au depistat valori cuprinse în limitele ordinelor $10^{-5}$-$10^{-6}$M, iar media multianuală constituie $9{,}225 \cdot 10^{-6}$M (Tab.).

*Tabel*

Mediile multianuale ale concentraţiei substanţelor tiolice
din apele râurilor Răut şi Ichel în perioada anilor 2015-2020

| **Punct de captare** | **[R-SH]·10$^6$, M** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **2015** | **2016** | **2017** | **2018** | **2019** | **2020** | **Media** |
| râul Răut | 12,97 | 6,43 | 11,01 | 8,80 | 11,52 | 4,62 | 9,225 |
| râul Ichel | 13,96 | 9,96 | 11,11 | 13,08 | 14,53 | 6,13 | 11,462 |

Variaţia sezonieră firească – vara, concentraţie maximă, graţie intensificării proceselor metabolice ale hidrobionţilor, a fost atestată doar pentru anii 2015 şi 2020. Pentru anii 2016-2019, au fost depistate concentraţii maxime toamna (Fig. 1), ceea ce indică încetinirea proceselor de autopurificare chimică, din cauza fie a insuficienţei de peroxid de hidrogen, fie a prezenţei în cantităţi sporite şi a altor compuşi de tip peroxidazic. Valorile ridicate ale concentraţiei tiolilor pot de asemenea indica asupra caracterului mixt al surselor de provenienţă atât autohtone, cât şi alohtone.

Mediile sezoniere multianuale ale compuşilor tiolici în apele râului Răut (Fig. 1) indică asupra unei tendinţe de creştere, pe parcusul anului, a conţinutului acestora. Astfel, se poate concluziona despre diminuarea în timp a intensităţii proceselor de autopurificare a apelor Răutului.

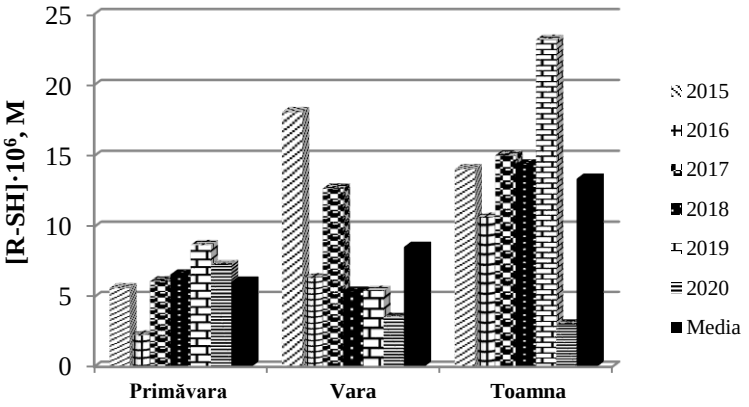



Fig. 1. Variaţia sezonieră multianuală a concentraţiei substanţelor tiolice în punctul de prelevare r. Răut pe parcursul anilor 2015-2020

Media multianuală a compuşilor tiolici, în al doilea afluent al fluviului Nistru constituie $11{,}462 \cdot 10^{-6}$ M (Tab. 1). A fost depistată variaţia sezonieră a substanţelor tiolice, cu excepţia anilor 2017 şi 2020 (Fig. 2).

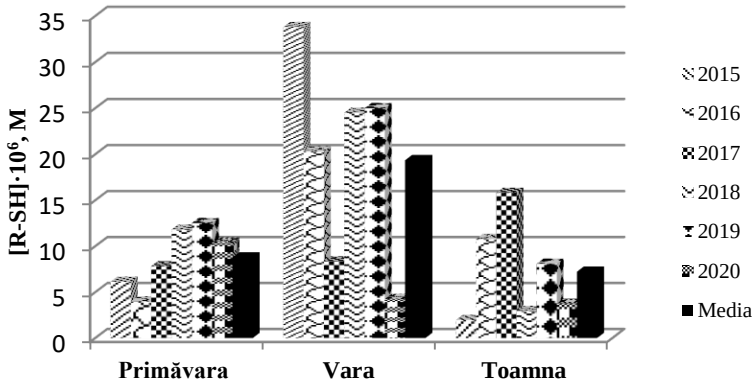



Fig. 2. Variaţia sezonieră multianuală a concentraţiei substanţelor tiolice în punctul de prelevare r. Ichel pe parcursul anilor 2015-2020

Concentraţiile mari ale tiolilor, depistate în apele râului Ichel, se datorează prezenţei acizilor humici în cantităţi considerabile [4]. Apa din Ichel posedă o turbiditate

înaltă, respectiv intensitatea proceselor de autopurificare fotochimică este mică, ceea ce măreşte viteza desfăşurării reacţiilor redox cu participarea $H_2O_2$, ducând astfel la micşorarea bruscă a concentraţiei acestui oxidant, respectiv la schimbarea stării redox.

Totuşi, în baza mediilor sezoniere multianuale ale conţinutului tiolilor în apele Ichelului (Fig. 2), se poate afirma că intensitatea proceselor de autopurificare este una satisfăcătoare.

Aşadar, concentraţiile depistate ale tiolilor în afluenţii Nistrului se încadrează predominant în limitele ordinului $10^{-5}$M. În apele râului Răut nu a fost depistată o variaţie sezonieră firească a tiolilor, ceea ce indică asupra tendinţei de diminuare a intensităţii de autopurificare a acestor ape. Prin urmare, valorile ridicate ale concentraţiei tiolilor în apele râului Răut indică asupra caracterului mixt al surselor de proveniență, autohtone, dar şi alohtone.

Situaţia ecologică a apelor râului Ichel diferă esenţial de cea a Răutului, chiar dacă în apele primului râu la fel au fost identificate concentraţii sporite ale compuşilor tiolici. În perioada monitorizării a fost depistată o variaţie sezonieră a tiolilor.

În baza rezultatelor monitoringului conţinutului compuşilor tiolici în apele râurilor Răut şi Ichel, precum şi a variaţiilor sezoniere ale acestora, se poate afirma că doar râul Răut ar putea avea o influenţă negativă asupra stării redox a fluviului Nistru.

***Referinţe:***

1. ГОРЯЧЕВА, Н.В., ДУКА, Г.Г. *Гидрохимия малых рек Республики Молдова*. Кишинэу: Изд.-полигр. центр Молд. гос. ун-та, 2004. 288 с. ISBN 9975-70-471-9.
2. GLADCHI, V. *Transformări catalitice şi starea redox a mediului ambiant*. Chişinău: CEP USM, 2018. 212 p. ISBN 978-9975-71-996-4.
3. ELLMAN, G.L. Tissue sulfhydryl groups. In: *Arch. Biochem. Biophys*. 1959, no. 82, pp.70-77. DOI: 10.1016/0003-9861(59)90090-6.
4. BLONSCHI, V. Influenţa râului Ichel asupra capacităţii de autopurificare chimică a fluviului Nistru în perioada anilor 2015-2019. În: *Conferinţa ştiinţifică internaţională „Perspectivele şi Problemele Integrării în Spaţiul European al Cercetării şi Educaţiei*”, 5 iunie 2020. Cahul: Centrografic, 2020, pp. 319-324. ISBN 978-9975-88-060-2.

*Rezultatele prezentate sunt obţinute în cadrul* ***Proiectului 20.80009.5007.27 „Mecanisme fizico-chimice ale proceselor redox cu transfer de electroni implicate în sisteme vitale, tehnologice şi de mediu”.***

# OXIDAREA CEFALEXINEI PRIN FOTOLIZĂ DIRECTĂ ȘI INDUSĂ

*Larisa MOCANU, Maria GONȚA, Veronica PORUBIN-SCHIMBĂTOR*
**CZU: 544.526.2:542.943:543.645.7**
***lmdordea@gmail.com,***
***mvgonta@yahoo.com,***
***varvaraporubin@mail.ru***

Apa este o resursă naturală, indispensabilă oricărui ecosistem, iar calitatea ei, în ultimele decenii, este una dintre cele mai mari preocupări ale oamenilor de știință din domeniul mediului ambiant. Conform datelor OMS și UNICEF, 780 mil. de oameni nu au acces la apă potabilă, dintre care 185 milioane folosesc apa de suprafață pentru a-și satisface nevoile zilnice [1]. Sursele de poluare sunt de diferită proveniență, însă riscul asociat poluării cu compuși derivați ai industriei farmaceutice (de ex., antibioticele) este de mare actualitate. Unul dintre cele mai utilizate antibiotice este cefalexina (CLX) ce se folosește pe larg atât în medicina veterinară, cât și în cea umană. Studiile au arătat că doar 10% din cefalexina consumată este metabolizată de către organism, aproximativ 90% din doza administrată fiind excretată în formă nemodificată împreună cu metaboliții săi. În pofida efectului terapeutic, acumularea acestui contaminant (C) în mediu duce la apariția agenților patogeni multirezistenți, provocând un impact major asupra sănătății umane, precum și a ecosistemelor acvatice [2]. Datorită solubiltății ridicate și structurii lor complexe, antibioticele β-lactamice sunt destul de stabile din punct de vedere chimic, astfel au dezvoltat rezistență la procesele naturale de degradare chimică, fotochimică și biochimică, ceea ce duce la prezența lor îndelungată în mediul ambiant. În consecință, au fost detectate cantități mici (mg/L) de compuși emergenți în apele de suprafață, subterane, precum și în apa potabilă [1, 2].

Prin urmare, îndepărtarea antibioticelor din mediul apos constituie una dintre cele mai semnificative priorități din domeniul epurării apelor reziduale din industria farmaceutică. Având compoziție complexă, acești complecși sunt dificil de epurat prin metode convenționale sau biologice. Aplicarea metodelor fotochimice pentru aceste tipuri de efluenți este o alternativă eficientă.

Obiectivul principal al acestui studiu este degradarea antibioticului cefalexina (CLX) prin aplicarea fotolizei directe și indirecte ($CLX/H_2O_2$, $CLX/H_2O_2/Fe^{2+}$) și compararea rezultatelor prin evidențierea celei mai eficiente metode fotochimice.

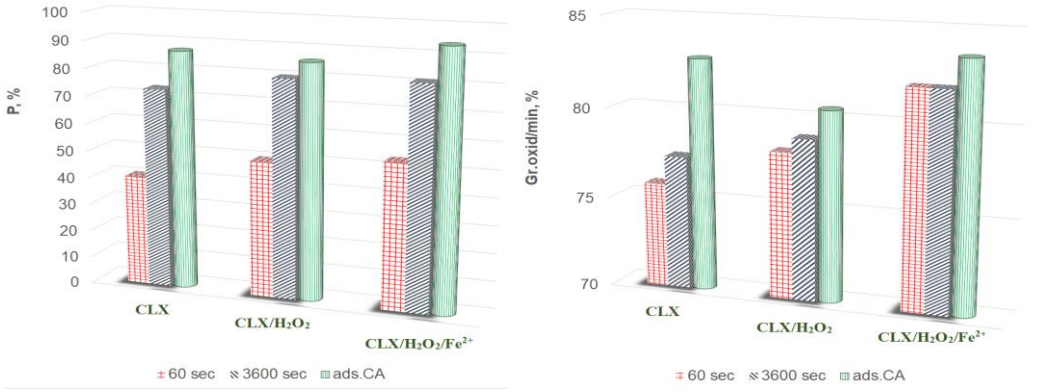
Viabilitatea metodelor fotochimice depinde de sursa formării radicalului hidroxil (·OH) și de randamentul cuantic al poluantului [1]. Radicalul ·OH este o specie oxidantă foarte reactivă, care acționează neselectiv asupra contaminanților organici din mediul apos. Performanța de oxidare a acestor particule crește în prezența altor oxidanți, iar procesele de oxidare decurg cu constante de viteză de ordinul $10^6$-$10^{10}$ $M^{-1}s^{-1}$. Drept rezultat al procesului de oxidare completă are loc mineralizarea poluanților până la $CO_2$, apă și ioni anorganici [3].

Oxidarea fotochimică a CLX a fost realizată într-un reactor discontinuu de tip deschis plasat pe un agitator magnetic în camera de fotoiradiere dotată cu lampă de tip Vilbert Lourmant VL 215 LC (50/60 Hz) cu două tuburi UV, puterea fiecărui tub (Philips) fiind 15 W, poziționată orizontal deasupra reactorului.

Pentru determinarea concentrației remanente a CLX după maximul de absorbție ($C_f$) și concentrația compușilor organici (CCO) au fost aplicate metodele spectrofotometrice UV-Vis [2].

***Îndepărtarea și mineralizarea cefalexinei prin aplicarea metodelor fotochimice***

Diagramele prezentate în Figura 1 indică performanța epurării prin fotooxidare a 0,145 mM soluție de cefalexină la pH de 2,5 timp de 60 min prin fotoliză directă și indusă. Performanța de îndepărtare a CLX depinde, pe de o parte, de sursa de proveniență a ·OH, iar pe de altă parte, de timpul de iradiere, care determină costurile și influențează direct atât reacțiile chimice, cât și viteza de degradare a CLX.




*A – Performanța de îndepărtare* *B –Gradul de oxidare/mineralizare*

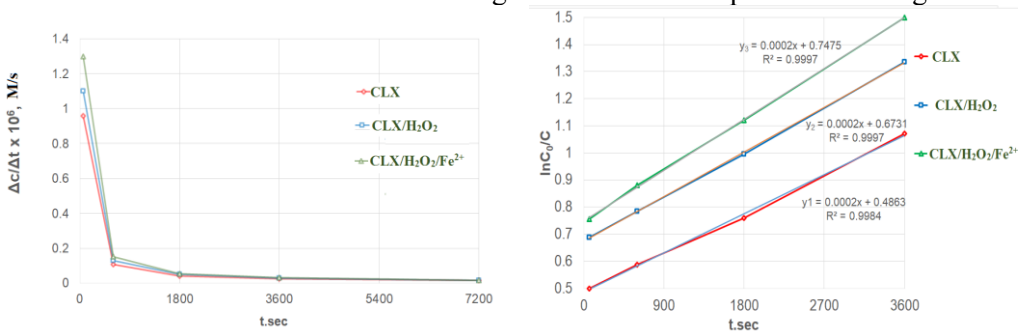
Fig. 1. Fotooxidarea cefalexinei timp de 3600 sec urmată de adsorbția pe cărbune activ; $[CLX]_0$=0,145 mM, $[H_2O_2]_0$=0,1 mM, $[Fe^{2+}]_0$=0,01 mM, pH=2,5

Astfel, conform Figurii 1 a, performanța de îndepărtare după 1 min de reacție este de 40, 50 și, respectiv, 53% pentru sistemele *CLX/hv, $CLX/H_2O_2/hv$* și *$CLX/H_2O_2/Fe^{2+}/hv$* și se mărește de aproape 1,5-1,7 ori după 60 min. Este cunoscut faptul că fotoliza directă este un proces rapid, unde are loc disocierea CLX în fragmente mici. Astfel, la iradierea compusului emergent doar cu raze UV (λ=254 nm) are loc degradarea abiotică prin hidroliză, ceea ce duce la îndepărtarea compușilor emergenți. Însă această performanță de îndepărtare este, în general, limitată (70-80%) cu obținerea de subproduse instabile din punct de vedere cinetic și mai toxice decât precursorul. Prezența peroxidului de hidrogen *($CLX/H_2O_2/hv$)* sporește generarea radicalilor ·OH proveniți prin scindarea homolitică a legăturii O-O în $H_2O_2$ astfel contribuind la degradarea precursorilor, precum și a produselor secundare potențial

dăunătoare. În prezența regentului foto-Fenton, razele UV accelerează regenerarea ionilor Fe(II), ceea ce duce la creșterea cantității de radicali ·OH disponibili pentru degradarea CLX, astfel rezultând performanțe de îndepărtare înalte.

Valorile CCO au fost determinate în scopul de a calcula gradul de oxidare/mineralizare a soluției de CLX. Prin urmare, performanța de mineralizare după 1 min de iradiere a fost de 75, 78 și, respectiv, 82% pentru sistemele *CLX/hv*, *CLX/$H_2O_2$/hv* și *CLX/$H_2O_2$/$Fe^{2+}$/hv* și s-a mărit nesemnificativ timp de 60 min. Aceste valori sunt mai mari comparativ cu performanța de îndepărtare, deoarece are loc descompunerea rapidă a CLX în produse intermediare cu masă moleculară mică și capacitate de oxidare mare.

Pentru a evalua cinetica fotodegradării antibioticului din sistemele *CLX/hv*, *CLX/$H_2O_2$/hv* și *CLX/$H_2O_2$/$Fe^{2+}$/hv* au fost calculate vitezele de reacție ($\Delta c/\Delta t$, M/s) și constantele de viteză ($\ln C_0/C_t = -k_t$, $s^{-1}$). Astfel, cinetica îndepărtării antibioticului CLX studiată în condiții optime ar putea fi descrisă prin reacție pseudocinetică de ordinul 1. Rezultatele studiului cineticii de fotodegradare a CLX sunt prezentate în Figura 2.




*A – viteza de reacție* *B – constantele de viteză*

Fig. 2. Cinetica fotodegradării soluției de cefalexină prin fotoliză directă și indusă în timp;
$[CLX]_0$=0,145 mM, $[H_2O_2]_0$ =0,1 mM, $[Fe^{2+}]_0$=0,01 mM, pH=2,5, λ=260 nm
$y^1$ corespunde CLX, $y^2$ corespunde CLX/$H_2O_2$ și $y^3$ corespunde CLX/$H_2O_2$/$Fe^{2+}$

Conform Figurii 2 a, concentrația CLX scade în timp pentru toate cele trei sisteme studiate. Vitezele de reacție cresc proporțional cu concentrația radicalilor ·OH [1], astfel viteza de degradare a CLX prin fotoliza directă este de 0,96 x $10^{-6}$ M/s, iar prin fotoliză catalizată viteza de reacție este de 1,3 x $10^{-6}$ M/s după un minut de iradiere. Această creștere se explică prin faptul că are loc interacțiunea ionilor Fe(II) cu peroxidul de hidrogen, iar ca rezultat se produce o cantitate mai mare de radicali ·OH, care oxidează mai multe molecule CLX. Pe măsură ce consumul de $H_2O_2$ a crescut de la 28 până la 33%, viteza de reacție a scăzut de 3 ori timp de 60 min, iar constantele de viteză (k) pentru îndepărtarea antibioticului CLX au fost de 0,0002 $s^{-1}$ (Fig. 2 b).

Rezultatele experimentale relevă că procesul de îndepărtare a CLX ar putea fi

descris prin reacție pseudocinetică de ordinul 1. Având în vedere rezultatele menționate mai sus, 50 mg/L de antibiotic s-a degradat și mineralizat, în mediu, 80 și 82% prin aplicarea fotolizei induse cu reagentul Fenton cu o viteză de 1,3 x $10^{-6}$ M/s. Conform literaturii de specialitate [1-3], ca rezultat al degradării se reduce activitatea antibacteriană prin acțiunea radicalilor hidroxil la nucleul penicilinei, scade toxicitatea și se formează doi stereoizomeri ai acidului penicilinoic.

***Referințe:***

1. CUERDA-CORREA, ALEXANDRE-FRANCO, FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ. Advanced oxidation processes for the removal of antibiotics from water. An Overview. In: *Water*, 2019, 12(1), 102. Disponibil: https://doi.org/10.3390/w12010102
2. MOCANU, L., GONȚA, M., MATVEEVICI, V. Optimizarea procesului de oxidare catalitică a amoxicilinei în soluții apoase. În: *Studia Universitatis. Seria „Ştiinţe reale şi ale naturii”*. 2020, nr. 1(131), pp. 38-47. ISSN 1814-3237 ISSNe 1857-498X.
3. DING, Y., JIANG, W., LIANG, B. et al. UV photolysis as an efficient pre-treatment method for antibiotics decomposition and their antibacterial activity elimination. In: *Journal Hazardous Material*, 2020, 392. Disponibil: https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.122321

*Lucrarea a fost realizată în cadrul Proiectului* ***nr. 20.8009.5007.27 „Mecanisme fizico-chimice ale proceselor redox cu transfer de electroni implicate în sisteme vitale, tehnologice şi de mediu”.***

# COMBINAŢII COORDINATIVE ALE Cu(II) ŞI Bi(III) CU LIGANZI AMINOPOLICARBOXILAT ŞI TIOSEMICARBAZONE ALE 2-BENZOILPIRIDINEI

*Elena NEGUŢA, Ion BULIMESTRU*
**CZU: 544.142.3** ***neguta26elena@gmail.com***
***bulimestru@gmail.com***

Tiosemicarbazonele sunt obiectul de bază al multor cercetări datorită proprietăţilor bune de complexare, activităţii biologice şi aplicaţiilor analitice. Acestea au fost analizate în calitate de agenţi versatili prezentând diverse activitaţi biologice, care cresc considerabil ca rezultat al complexării la ionii metalelor de tranziţie [1].

Dintre complecşii metalelor care posedă activitate biologică, speciile care conţin ioni de cupru(II) s-au dovedit a fi unele dintre cele mai puternice preparate antivirale, antitumorale şi antiinflamatorii [2].

Într-o serie de lucrări [3-5] a fost demonstrată activitatea inhibitoare *in vitro* a unor compuşi coordinativi ai tiosemicarbazonelor derivate de la 2-benzoilpiridină împotriva unui numar mare de culturi bacteriene, inclusiv a speciilor cu rezistenţă la antibiotice. A fost stabilit că prezenţa unui substituient voluminos în poziţia N(4) îmbunătăţeşte semnificativ activitatea antimicrobană a tiosemicarbazonelor datorită creşterii lipofilicităţii. De asemenea, a fost demonstrată şi activitatea antitumorală a combinaţiilor coordinative ale cuprului(II) cu tiosemicarbazona 2-benzoilpiridinei şi cu derivaţii acesteia [6,7]. Astfel, unii complecşi au activitate antitumorală promiţătoare cu valori $IC_{50}$ în intervalul 0,08-1,98 μM, care sunt comparabile cu cele ale *cis*-platinei [8].

Compuşii bismutului(III) au fost folosiţi pe scară largă în medicină de mai bine de două secole datorită eficacităţii lor ridicate şi toxicităţii scăzute. Aceştia au fost utilizaţi pentru tratarea diferitelor infecţii microbiene [9]. Un accent special a fost pus recent pe utilizarea compuşilor bismutului(III) pentru tratarea ulcerului duodenal, bolilor peptice şi eradicarea *Helicobacter pylori* [10]. În afară de activitatea antimicrobiană, compuşii bismutului(III) prezintă şi activitate anticancer promiţătoare [11].

Astfel, scopul lucrării date este sinteza şi studiul noilor compuşi coordinativi homo- şi heterometalici ai Cu(II) şi Bi(III) cu ioni aminopolicarboxilat (APC) şi 4-metil sau 4-etil-tiosemicarbazonele 2-benzoilpiridinei. În calitate de complexoni, care posedă potenţial mare de coordinare şi capacitate de a amplifica solubilitatea complecşilor în apă, au fost folosiţi ionii etilendiamintetraacetat ($edta^{4-}$) şi 1,2-ciclohexandiamintetraacetat ($cdta^{4-}$).

Sinteza complecşilor homometalici ai cuprului(II) şi bismutului(III) a fost efectuată în urma reacţiei dintre soluţiile apoase ale aminopolicarboxilatocupraţilor(II) şi aminopolicarboxilatobismutaţilor(III) cu soluţiile metanolice ale tiosemicarbazonelor corespunzătoare.

Pentru obţinerea compleşilor heterometalici cu aceiaşi liganzi, la etapa iniţială, au fost obţinute combinaţiile coordinative $Cu\{Bi(edta)\}_2 \cdot 9H_2O$ [12] şi $Cu\{Bi(cdta)\}_2 \cdot 5H_2O$ [13]. Ulterior, soluţiile apoase ale acestora au reacţionat cu soluţiile alcoolice ale tiosemicarbazonelor respective.

În final, au fost obţinuţi trei compuşi coordinativi homometalici noi ai Cu(II) cu 4-metil şi 4-etiltiosemicarbazonele 2-benzoilpiridinei şi un compus heterometalic Cu(II)-Bi(III) cu 4-etiltiosemicarbazona 2-benzoilpiridinei având următoarele formule generale: $\{Cu(4XBzpytsc)\}_2Cu(APC) \cdot nH_2O$, $Cu(4XHBzpytsc)Cu(APC) \cdot nH_2O$, şi $\{Cu(4XBzpytsc)\}_2\{Bi(APC)\}_2 \cdot nH_2O$ (n = 1 - 13,5; APC = $edta^{4-}$ sau $cdta^{4-}$) cu formele monodeprotonate (4XBzpytsc) sau nedeprotonate (4XHBzpytsc) ale tiosemicarbazonelor 2-benzoilpiridinei.

Structura complexului $\{Cu(4Et\text{-}Bzpytsc)\}_2\{Bi(cdta)(H_2O)_2\}_2 \cdot 13.25H_2O$ constă din agregate anionice tetramerice $\{Bi_2(cdta)_2\}_2^{4-}$, generate prin simetrie de către ionii dimerici $\{Bi_2(cdta)_2\}^{2-}$, conectaţi cu ajutorul atomilor de oxigen-punte ai grupărilor carboxilat. Tetramerii sunt asamblaţi în catene infinite 1-D cu ajutorul fragmentelor cationice dimerice $\{Cu(4Et\text{-}Bzpytsc)\}_2^{2+}$, care sunt coordinate de ambele părţi ale agregatelor tetramerilor prin intermediul atomilor de oxigen ai grupărilor carboxilat-punte. Numărul de coordinare al ionilor de Bi(III), care au geometrie dodecaedrală, este opt. Cei doi ioni de Cu(II) au numere de coordinare diferite: cinci – poliedrul de coordinare fiind o piramidă tetragonală puţin deformată sau şase – poliedrul de coordinare în acest caz este un octaedru distorsionat.

***Referinţe:***

1. WEST, D.X. et al. Thiosemicarbazone complexes of copper(II): structural and biological studies. In: *Coord. Chem. Rev.*, 1993, vol. 123, pp. 49-71. doi: 10.1016/0010-8545(93)85052-6.
2. SANTINI, C. et al. Advances in Copper Complexes as Anticancer Agents.In: *Chem. Rev*. 2014, 114, pp. 815-862. https://doi.org/10.1021/cr400135x.
3. GUPTA, M., VAIDYA, DR.V.K. To Study the Synthesis and Biological Activity of Thiosemicarbazone 2-Benzoylpyridine Schiff’s Base ligand and Its Cu(II) Transition Metal Complexes. In: *Int. Res. J. Pharm. Med. Sci.*, 2019, vol. 2, no. 2, pp. 39-41. ISSN (online): 2581-3277.
4. JOSEPH, M. et al. Structural, antimicrobial and spectral studies of copper(II) complexes of 2-benzoylpyridine N(4)-phenyl thiosemicarbazone. In: *Polyhedron*, 2006, vol. 25, pp.61-70. doi: 10.1016/j.poly.2005.07.006
5. JOSEPH, M. et al. Structural, spectral and antimicrobial studies of copper(II) complexes of 2-benzoylpyridine N(4)-cyclohexyl thiosemicarbazone. In: *Polyhedron*, 2004, vol. 23, pp. 3069-3080. doi: 10.1016/j.poly.2004.09.026.
6. CONNER, J.D. et al. Cu(II) Benzoylpyridine Thiosemicarbazone Complexes: Inhibition of Human Topoisomerase IIα and Activity against Breast Cancer Cells. In: *Open J. Inorg. Chem.*, 2016, vol.6, pp.146-154. doi: 10.4236/ojic.2016.62010.
7. YANG, M., LU, Y.L., LI, M.X., XU, X.W., and CHEN, L. Synthesis, crystal structures and biological evaluation of 2-benzoylpyridine N(4)-cyclohexylthiosemicarbazone and its binuclear copper(II) complex. In: *Inorg. Chem. Commun.*, 2013, vol. 35, pp. 117-121.

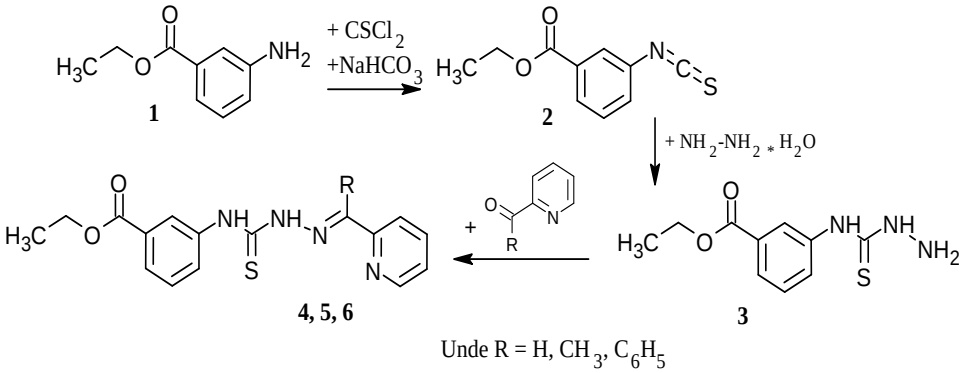
doi: 10.1016/j.inoche.2013.06.011.
8. LIU, Ya-Hong et al. Four Cu(II) complexes based on antitumor chelators: synthesis, structure, DNA binding/damage, HSA interaction and enhanced cytotoxicity. In: *Dalt. Trans.*, 2016, pp. 1-13. doi: 10.1039/b000000x.
9. BRIAND, G.G., BURFORD, N. Bismuth Compounds and Preparations with Biological or Medicinal Relevance. In: *Chemical Reviews*, 1999, vol.99, no.9, pp.2601-2658. doi.org/10.1021/cr980425s.
10. YANG, N., SUN, H. Biocoordination chemistry of bismuth: Recent advances. In: *Coord. Chem. Rev.*, 2007, vol. 251, pp. 2354-2366. https://doi.org/10.1016/j.ccr.2007.03.003.
11. KOWALIK, M., MASTERNAK, J., BARSZCZ, B. Recent research trends on bismuth compounds in cancer chemo and radiotherapy. In: *Current medicinal chemistry*. 2019, 26(4), pp. 729-759. https://doi.org/10.2174/0929867324666171003113540.
12. SOBANSCA, S. et al. A New $CuBi_2O_4$ Precursor: Syntesis, Crystal Structure and Thermal Behaviour of $Cu(BiEdta)_2 \cdot 9H_2O$. In: *Eur. J. Solid State Inorg. Chem*., 1996, vol. 33(8), pp. 701-711. ISSN 0992-4361.
13. BULIMESTRU, I., SHOVA, S., POPA, N. et al. Aminopolycarboxylate Bismuth(III)-Based Heterometallic Compounds as Single-Source Molecular Precursors for $Bi_4V_2O_{11}$ and $Bi_2CuO_4$ Mixed Oxides. In: *Chem. Mater*., 2014, vol. 26, pp. 6092-6097. doi: 10.1021/cm502009y.

# SINTEZA UNOR NOI TIOSEMICARBAZONE ALE 2-FORMIL(2-ACETIL ŞI 2-BENZOIL)PIRIDINEI

*Anna RUSNAC, Alexandrina CARPINSCHI, Maria BÎRCĂ, Aurelian GULEA*
**CZU: 544.142.3 + [542.913:547.82]**
ana.rusnac@usm.md

Tiosemicarbazonele sunt o clasă importantă de compuşi organici care au trezit un interes în industria farmaceutică, datorită activităţii lor biologice polivalente, cum ar fi cea antibacteriană, antifungică, antivirală, antimalarială, antitumorală etc. [1, p.1677]. Conform studiului literaturii de specialitate, tiosemicarbazonele derivate de la 2-piridincarboxaldehida posedă activitate antiproliferativă de aproximativ de 1000 de ori mai mare în comparaţie cu tiosemicarbazonele derivate de la 3 şi 4-piridincarboxaldehidă [2, p.104-105].

Scopul lucrării este obţinerea unor noi compuşi biologic activi, luând în consideraţie sinteza tiosemicarbazonelor 2-formil(2-acetil şi 2-benzoil)piridinei, unde în poziţia N(4) a tiosemicarbazonelor este introdus fragmentul *m*-(benzoat) de etil, ce se conţine şi în benzocaină.




**1** **2** **3** **4, 5, 6**

Fig. Schema de sinteză a tiosemicarbazonelor 2-formil(2-acetil şi 2-benzoil)piridinei **4, 5, 6**

Tiosemicarbazonele 2-formil(2-acetil şi 2-benzoil)piridinei **(4, 5, 6)** au fost obţinute conform următoarelor etape: 3-aminobenzoatul de etil **(1)** a fost pus în reacţie cu $CSCl_2$ (în prezenţă de $NaHCO_3$) [3, p. 203]. Astfel 4-[(hidrazincarbotioil)-amino]benzoatul de etil **(3)** a fost obţinut la picurarea soluţiei etanolice de izotiocianat **3** în soluţia etanolică de hidrat de hidrazină. Tiosemicarbazonele **(4, 5, 6)** au fost obţinute în urma reacţiei dintre compusul **3** şi 2-piridincarboxaldehida (2-acetilpiridina şi 2-benzoilpiridina) în etanol în prezenţa catalizatorului (3 picături de acid acetic glacial). Amestecul reactant a fost refluxat timp de 2-7 h, cromatografic s-a confirmat consumul total al compusului **3**. Timpul reacţiei, randamentul şi caracteristicile fizice ale produşilor obţinuţi sunt prezentate în Tabelul l. Puritatea şi formula

structurală a fost confirmată cu ajutorul cromatografiei în strat subţire, spectroscopiilor IR; $^{1}H$, $^{13}C$-RMN.

*Tabelul 1*

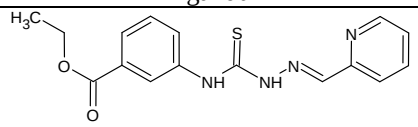
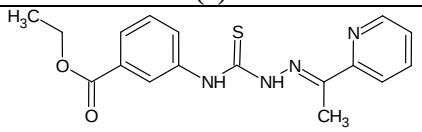
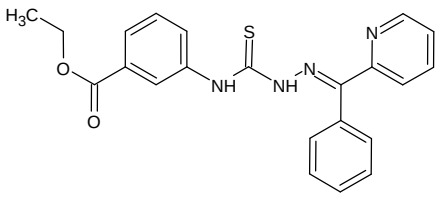
Unele caracteristici ale sintezei tiosemicarbazonelor **4-6**

| Cod | Timpul reacţiei, ore | Randamentul, % | Punctul de topire, $^{o}C$ | $R_f$, (eluent) |
|---|---|---|---|---|
| 4 | 2 | 89 | 170-170 | 0,25 (benzen:etil acetat, 2:1) |
| 5 | 4 | 78 | 183-184 | 0,35 (benzen:etil acetat, 2:1) |
| 6 | 7 | 83 | 191-192 | 0,75 (benzen:etil acetat, 1:1) |

Benzile în domeniul IR ne informează despre apariţia grupării funcţionale azometinice (C=N) la 1501 $cm^{-1}$ (Fig. 2), care certifică formarea tiosemicarbazonelor. În spectrele $^{1}H$ RMN, picul caracteristic grupării $-NH_2$ la deplasarea chimică de 4,25 ppm – dispare, ceea ce indică condensarea grupei aminice cu gruparea carbonil.

*Tabelul 2*

Unele benzi caracteristice în domeniul IR pentru tiosemicarbazonele **4-6**

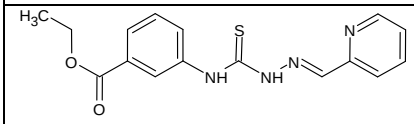
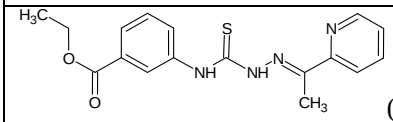
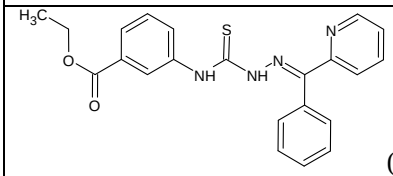
| Ligandul | IR, $cm^{-1}$ |
|---|---|
|  (**4**) | 3333, m, (N-H); 3113, s, (C-H, Ar); 2916, m, as, (C-H, $CH_2$); 2849, m, si, (C-H, $CH_3$); 1722, p, (C=O, ester); 1531, p, (C=C, Ar); 1271, p, as, (C-O); 1193, p, si, (C-O); 746, 707, p, (C-H, m-Aril). |
|  (**5**) | 3332, s, (N-H); 3194, s, (C-H, Ar); 2966, m, as, (C-H, $CH_2$); 2906, m, si, (C-H, $CH_3$); 1714, p, (C=O, ester); 1537, p, (C=C, Ar); 1282, p, as, (C-O); 1186, p, si, (C-O); 751, 679, p, (C-H, m-Aril). |
|  (**6**) | 3286, m, (N-H); 3056, s, (C-H, Ar); 2976, m, as, (C-H, $CH_2$); 2901, m, si, (C-H, $CH_3$); 1714, p, (C=O, ester); 1536, p, (C=C, Ar); 1285, p, as, (C-O); 1199, p, si, (C-O); 755, 705, p, (C-H, m-Aril). |

Spectrele $^{13}C$ RMN confirmă structurile compuşilor sintetizaţi, deoarece sunt prezente toate picurile caracteristice atomilor de carbon ale tiosemicarbazonelor **4**, **5**, **6** (Fig. 3).

Exemplu de descifrare a tiosemicarbazonei **4**: $^{13}C$ RMN (DMSO-$d_6$), δ, ppm: 177 (C=S), 166 (C=O), 153 (C=N), 150-120 (11 picuri de ce corespund $^{13}C$ din inel aromatic), 62 ($CH_2$), 15 ($CH_3$). (Fig. 3, spectrul de culoare roşie).

*Tabelul 3*

Tabelul de date spectrale $^{1}$H-RMN și $^{13}$C-RMN ale compușilor sintetizați, **4-6**

| Ligandul | $^{1}$H-RMN, (400 MHz, DMSO), δ, ppm | $^{13}$C-RMN, (101 MHz, DMSO), δ, ppm |
|---|---|---|
|  (**4**) | 12.17, (s, 1H, N-H); 10.44, (s, 1H, N-H); 8.61, (d, 1H, C-H); 8.46,(d, 1H); 8.22, (s, 1H, C-H); 8.16, (s, 1H, C-H); 7.89,(d, 2H, C-H); 7.83, (d, 1H, C-H); 7.54, (t, 1H, C-H); 7.41, (m, 1H, C-H); 4.35, (q, 2H, $CH_2$); 1.34, (t, 3H, $CH_3$). | 177.1, (C=S); 165.9, (C=O); 153.5, (C=N); 149.8, 143.9, 139.8, 137.0, 131.3, 130.4, 128.9, 126.9, 126.5, 124.8, 121.2, (C-Ar); 61.3, ($CH_2$); 14.6 ($CH_3$). |
|  (**5**) | 10.84, (s, 1H, N-H); 10.35, (s, 1H, N-H); 8.62, (d, 1H, C-H); 8.55, (d, 1H, C-H); 8.16, (s, 1H, C-H); 7.84, (t, 3H, C-H); 7.54, (t, 1H, C-H); 7.42, (m, 1H, C-H); 4.35, (q, 2H, $CH_2$); 2.49, (s, 3H, $CH_3$);1.34, (t, 3H, $CH_3$). | 177.9, (C=S); 165.9,(C=O); 154.9,(C=N); 150.1, 148.9, 140.0, 136.8, 131.6, 130.3, 128.9, 127.2, 126.6, 124.6, 121.7, (C-Ar); 61.3,($CH_2$); 14.6, ($CH_3$-C=N); 13.0, ($CH_3$). |
|  (**6**) | 13.25, (s, 1H, N-H); 10.52, (s, 1H, N-H); 8.90, (d, 1H, C-H); 8.18, (d, 1H, C-H); 8.06, (t, 1H, C-H); 7.87, (t, 1H, C-H); 7.83, (d, 1H, C-H); 7.75, (d, 1H, C-H); 7.65, (d, 1H, C-H); 7.55, (d, 1H, C-H); 7.50, (m, 3H, C-H); 7.41, (d, 1H, C-H); 4.34, (q, 2H, $CH_2$); 1.33, (t, 3H, $CH_3$). | 177.2, (C=S); 165.8, (C=O); 151.8, (C=N); 149.3, 139.8, 138.8, 137.1, 130.4, 129.9, 129.6, 129.0, 128.8, 126.8, 125.6, (C-Ar); 61.3, ($CH_2$); 14.6, ($CH_3$). |

**Concluzii:**

**1)** Au fost obținute trei tiosemicarbazone noi în baza 2-formil(2-acetil și 2-benzoil)piridine cu randamente satisfăcătoare.

**2)** Structurile moleculare ale celor trei tiosemicarbazone au fost confirmate cu ajutorul spectroscopiilor IR și $^{1}$H-RMN, $^{13}$C-RMN.

***Referinţe:***

1. SHAKYA, B. et al. *2-Pyridineformamide N (4)-ring incorporated thiosemicarbazones inhibit MCF-7 cells by inhibiting JNK pathway*. Bioorganic & medicinal chemistry letters. 2019, vol. 29, nr. 13, p. 1677-1681, doi: 10.1016/j.bmcl.2019.04.031.
2. GULEA, Aurelian. Noi inhibitori de proliferare a celulelor de cancer. În: *Akademos*, 2013, no. 1 (28), pp. 102-107. http://www.akademos.asm.md/files/Academos_nr_1_-2013.pdf
3. RUSNAC, R. ş.a. Metode de sinteză a unor izotiocianaţi alifatici, aromatici, heterociclici. În: Conferința „Integrare prin cercetare și inovare”. Ştiinţe ale naturii şi exacte, 2019, pp. 202-206. ISBN 978-9975-149-46-4.

*Rezultatele prezentate sunt obţinute în cadrul* ***Proiectului 20.80009.5007.27.***

# EVALUAREA IMPACTULUI COMPUŞILOR TIOLICI ASUPRA STĂRII REDOX A APELOR FLUVIULUI NISTRU ÎN PERIOADA ANILOR 2015-2019

*Vladislav BLONSCHI, Maxim CISTEACOV,*
*Viorica GLADCHI, Elena BUNDUCHI*
**CZU: [504.45.064:574.5] + 556.531.47(478)** ***blonschivlad@mail.ru***

Nistru este cel mai mare râu al Ucrainei de Vest şi Republicii Modova. Împreună cu Dunărea şi Nipru, Nistru face parte din bazinul hidrografic al Mării Negre. Fluviul Nistru asigură 54% din necesităţile de apă ale economiei Republicii Modova, în acelaşi timp, fluviul reprezintă mediu de viaţă pentru hidrobionţi. Considerând multiplele utilităţi ale Nistrului, apare necesitatea de a monitoriza calitatea apelor acestuia [1].

Starea biologică valoroasă a oricărui ecosistem se datorează prezenţei echivalenţilor oxidativi, în special peroxidului de hidrogen ($H_2O_2$) [2]. Parametrul ecochimic care stabileşte dominanţa echivalenţilor oxidativi şi/sau reducători se numeşte *starea redox* [3]. În publicaţiile precedente am presupus că principalii echivalenţi reducători sunt compuşii tiolici (R-SH) [4]. Astfel, monitoringul concentraţiei R-SH, precum şi al altor parametri ecochimici pot furniza informaţie amplă despre dinamica stării redox a apelor nistrene.

Au fost prelevate probe din trei puncte de captare pe cursul fluviului Nistru, pentru a urmări dinamica tiolilor şi, totodată, pentru a stabili influenţa celor doi afluenţi, Răut şi Ichel asupra compoziţiei chimice ale apelor fluviului: în aval de barajul din Dubăsari şi în amonte de râul Răut; în amonte de or. Criuleni, în aval de râul Răut şi în amonte de râul Ichel; or. Vadul lui Vodă, în aval de râul Ichel.

În perioada monitorizării, în apele nistrene, concentraţia tiolilor a variat într-un interval îngust, în limita ordinului $10^{-6}$M (Tab. 1).

*Tabelul 1*

Mediile multianuale ale concentraţiei substanţelor tiolice
din apele fluviului Nistru, în perioada anilor 2015-2019

| **Punct de captare** | **[R-SH]·10⁶, M** | | | | | **Media·10⁶, M** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **2015** | **2016** | **2017** | **2018** | **2019** | |
| fl. Nistru, (în aval, barajul Dubăsari) | 7,78 | 2,54 | 4,50 | 3,26 | 5,15 | 4,646 |
| fl. Nistru, (în amonte, or. Criuleni) | 5,50 | 3,34 | 5,88 | 4,65 | 3,09 | 4,492 |
| fl. Nistru, (or. Vadul lui Vodă) | 5,88 | 2,13 | 5,19 | 4,32 | 6,15 | 5,353 |

Comparând concentraţiile medii anuale ale tiolilor pe cursul fluviului, se atestă iniţial o uşoară diminuare a conţinutului acestora, după deversarea în Nistru a râului Răut, iar apoi o uşoară creştere a conţinutului de tioli, după deversarea celui de-al doilea afluent, râul Ichel.

Activitatea biologică a hidrobionţilor este influenţată direct de factorii de mediu, în special de temperatură. Prin urmare, activitatea biologică maximă este înregistrată vara, când temperatura sistemelor acvatice atinge valori optimale, adecvate valorii biologice de creştere şi dezvoltare ale hidrobionţilor. Aşadar, în lipsa factorului antropic, caracteristic apelor naturale de suprafaţă, este dinamica sezonieră a compuşilor tiolici. În toate trei puncte de captare a fost depistată variaţie sezonieră firească a compuşilor tiolici (Tab. 2).

Pentru evaluarea impactului substanţelor tiolice asupra stării redox a apelor fluviului Nistru, au fost analizate corelaţiile dintre concentraţia compuşilor tiolici şi parametrii ecochimici: potenţialul de oxidoreducere (Eh), parametrul rH, conţinutul de $H_2O_2$ şi concentraţia staţionară a radicalilor $O\dot{H}$.

Pe perioada monitorizării, în toate trei prize de captare, pe cursul fluviului Nistru s-a înregistrat o corelaţie liniară negativă (invers proporţională) între conţinutul compuşilor tiolici şi parametrii Eh şi rH (Tab. 2).

*Tabelul 2*

Corelaţiile dintre concentraţia compuşilor tiolici şi parametrii ecochimici (Eh, rH, $[H_2O_2]$, $[O\dot{H}]$),monitorizaţi pe parcursul anilor 2015-2019, pe cursul fl. Nistru

| **Priza de captare** | **Parametrul monitorizat** | **Media multianuală** | | | **Coef. de corelaţie liniară Pearson, R** | **Tipul corelaţiei** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **Primăvara** | **Vara** | **Toamna** | | |
| fl. Nistru, în aval barajul Dubăsari | $[R\text{-}SH]\cdot10^6$, M | 3,330 | 8,206 | 3,938 | - | - |
| | Eh, V | 0,28920 | 0,25518 | 0,29908 | **- 0,95** | **foarte puternică** |
| | rH | 27,096 | 25,330 | 27,300 | **-0,98** | **foarte puternică** |
| | $[H_2O_2]\cdot10^7$, M | 1,647 | 1,500 | 2,508 | **0,52** | **moderată** |
| | $[O\dot{H}]\cdot10^{17}$, M | 7,705 | 7,158 | 4,755 | **0,23** | **foarte slabă** |
| fl. Nistru, în amonte, or. Criuleni | $[R\text{-}SH]\cdot10^6$, M | 4,150 | 6,544 | 2,672 | **-** | |
| | Eh, V | 0,29023 | 0,30435 | 0,32770 | **-0,50** | **slab moderată** |
| | rH | 26,836 | 27,745 | 28,428 | **-0,30** | **foarte slabă** |
| | $[H_2O_2]\cdot10^7$, M | 1,522 | 1,718 | 2,260 | **-0,61** | **moderată** |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | [O$\dot{H}$]·$10^{17}$, M | 88,892 | 5,180 | 6,802 | **-0,15** | **foarte slabă** |
| fl. Nistru, or. Vadul lui Vodă | [R-SH]·$10^{6}$, M | 3,872 | 7,410 | 3,922 | - | |
| | Eh, V | 0,29076 | 0,29168 | 0,31846 | **-0,46** | **slab-moderată** |
| | rH | 26,992 | 26,440 | 27,864 | **-0,79** | **puternică** |
| | [$H_2O_2$]·$10^{7}$, M | 1,444 | 1,836 | 2,120 | **0,10** | **foarte slabă** |
| | [O$\dot{H}$]·$10^{17}$, M | 4,436 | 4,715 | 12,471 | **-0,46** | **slab-moderată** |

Tipul corelaţiei (negativă) indică asupra faptului că variaţia compuşilor tiolici influenţează direct potenţialul redox al apelor naturale, aceştia fiind agenţi reducători puternici, însă graţie variaţiei mici a concentraţiei tiolilor, aceştia nu provoacă efecte negative pronunţate.

În cazul corelării tiolilor cu concentraţia $H_2O_2$ şi conţinutul radicalilor O$\dot{H}$ s-au atestat corelaţii moderate (priza 1) şi foarte slabe (prizele 2 şi 3). În primul punct de prelevare, corelaţiile sunt pozitive, ceea ce indică şi asupra prezenţei altor compuşi de natură reducătoare, care nemijlocit consumă echivalenţii oxidativi. În a doua priză de captare corelaţiile sunt negative, fapt ce indică asupra oxidării tiolilor preponderent cu $H_2O_2$ prin mecanisme ion-moleculare, probabil cu participarea ionilor metalelor de tranziţie (Cu(II), Fe(III)). În a 3-a priză de captare, domină procesele de oxidare radicalică a tiolilor.

În perioada monitorizării, în apele Nistrului, conţinutul de compuşi tiolici a variat în limita unui ordin ($10^{-6}$M), mediile multianuale, în trei prize de captare pe cursul fluviului, fiind $4{,}646\cdot10^{-6}$M; $4{,}492\cdot10^{-6}$M şi $5{,}353\cdot10^{-6}$M. În toate trei prize de captare s-a atestat dinamica sezonieră a compuşilor tiolici, atestându-se concentraţii maxime pe timp de vară, perioadă caracterizată de activitate biologică înaltă a hidrobionţilor. Au fost analizate corelaţiile liniare dintre conţinutul compuşilor tiolici şi potenţialul de oxidoreducere (Eh), parametrul rH, concentraţia de $H_2O_2$ şi concentraţia staţionară a radicalilor O$\dot{H}$, pentru evaluarea impactului tiolilor asupra stării redox a apelor nistrene.

Un astfel de comportament dinamic al corelaţiei liniare indică asupra participării substanţelor tiolice în procesele de autopurificare radicalică, precum şi în cele redox-catalitice şi totodată indică asupra intensităţii desfăşurării proceselor chimice comparativ cu cele biologice, ţinând cont de faptul că s-a depistat natura autohtonă a tiolilor în apele cercetate.

***Referinţe:***

1. *Трансграничное диагностическое исследование бассейна р. Днестр*. Проект ОБСЕ/ЕЭК ООН: Трансграничное сотрудничество и устойчивое управление бассейном реки Днестр. 2005. [Accesat 23.08.2021] Disponibil: https://www.osce.org/ru/ukraine/104060

2. DUCA, Gh., TRAVIN, S. Reaction's mechanisms and applications of hydrogen peroxide. In: *American Journal of Physical Chemistry*. 2020, vol. 9, no. 2, pp. 36-44. DOI: 10.11648/j.ajpc.20200902.13.
3. GLADCHI, V. *Transformări catalitice şi starea redox a mediului ambiant*. Chişinău: CEP USM, 2018. 212 p. ISBN 978-9975-71-996-4.
4. DUCA, Gh., BLONSCHI, V., GLADCHI, V., TRAVIN, S. Dynamics of Different Sulfur Forms in Natural Waters and Their Influence on the Redox State. In: *American Journal of Physical Chemistry*. 2020, vol. 9, no. 3, pp. 52-61. DOI: 10.11648/j.ajpc.20200903.12.

*Rezultatele prezentate sunt obţinute în cadrul* ***nr. Proiectului 20.80009.5007.27.***

# COMPUŞII COORDINATIVI AI Cu(II) ÎN BAZA TIOSEMICARBAZONELOR 2-ACETILPIRIDINEI *N*(4)-SUBSTITUITE

*Roman RUSNAC, Greta BALAN, Aurelian GULEA*
**CZU: 544.142.3:546.56**
*roman.rusnac@usm.md*

Compuşii coordinativi ai cuprului (II) cu tiosemicarbazone ale α-*N*-piridinei manifestă interes deosebit în ultima perioadă de timp datorită proprietăţilor biologice specifice, cum ar fi: activităţi antimicrobiene, antifungice [1] şi anticancer [2]. Astfel scopul acestei lucrări este stabilirea condiţiilor de sinteză a compuşilor coordinativi ai bromurii cuprului (II) cu tiosemicarbazone α-N-heterociclice N(4)-terţ-butil/hexil/ciclohexil/N(4)fenilacetamidă.

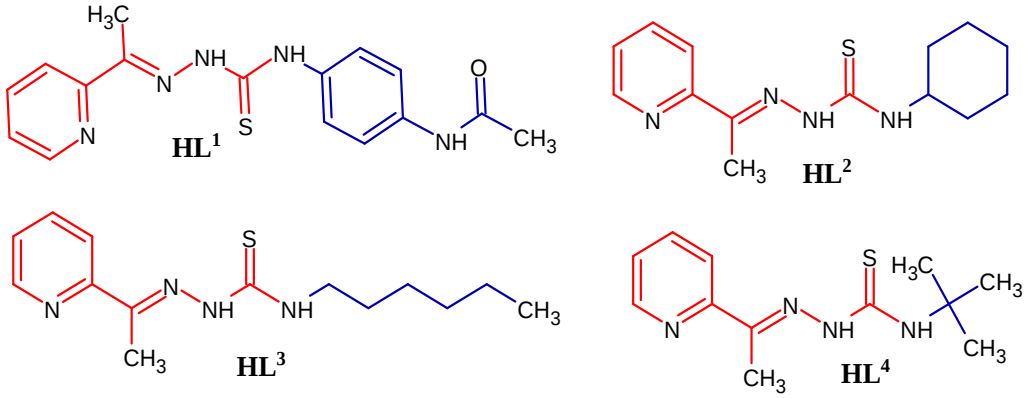



Fig. 1. Liganzi utilizaţi în calitate de chelatori ai ionilor de cupru (II)

Aşadar, sinteza compuşilor coordinativi ai Cu(II) în baza clorurii şi bromurii cu tiosemicarbazone α-N-heterociclice N(4)-terţ-butil/hexil/ciclohexil/N(4)fenilacetamidă a avut loc după metoda clasică de interacţiune a sărurilor de cupru (II) dizolvate în alcool etilic cu soluţia alcoolică de ligand. În toate cazurile, compuşii coordinativi au fost de culoare verde (cu mici nuanţe de verde-deschis până la verde-închis). Toţi compuşii sintetizaţi au fost analizaţi prin metode fizico-chimice, în cadrul analizei am studiat comportarea acestora în soluţie de EtOH, DMF determinând conductibilitatea specifică.

Pentru a putea demonstra prezenţa sau absenţa ionilor în soluţie de EtOH, a fost analizată conductivitatea specifică a compuşilor coordinativi 1-8. În Figura 2, este prezentat graficul dependenţei conductivităţii specifice a compusului analizat, din care putem vedea că toţi compuşii sunt neelectroliţi şi manifestă o disociere slabă în soluţie de EtOH-$H_2O$ în raportul 2:1.

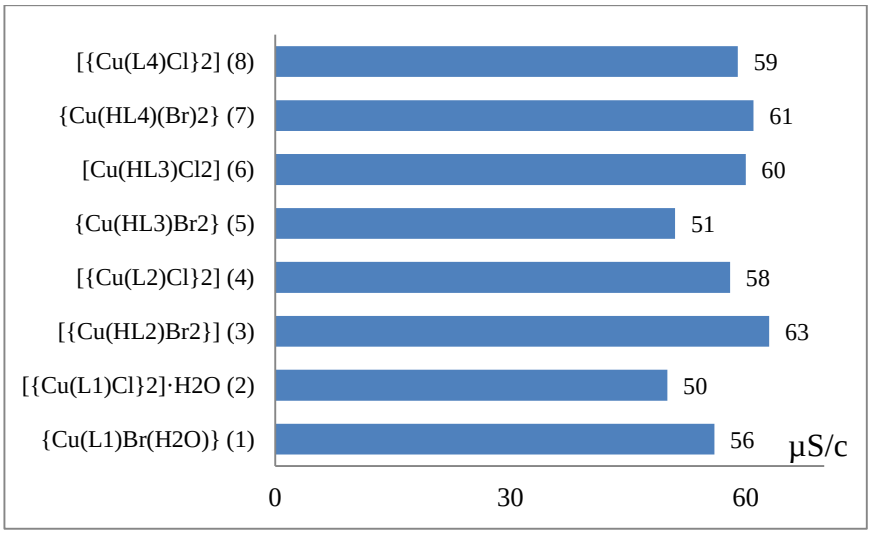



Fig. 2. Analiza conductivităţii specifice a compuşilor 1-8 (Λ în EtOH-$H_2O$, 2:1)

Astfel au fost analizaţi compuşii coordinativi ai cuprului (II) cu liganzi diferiţi ($HL^{1-4}$), unde conductivitatea specifică este de 50-63 µS/cm, ceea ce indică lipsa formelor ionizate în soluţie.

*Tabel*

Analiza antimicrobiană a compuşilor coordinativi în baza Cu(II)

| **Compusul** | **CMI*, µg/mL** | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ***S.aureus*** | ***B.cereus*** | ***E.coli*** | ***A.bamannii*** |
| {Cu($L^1$)Br($H_2O$)} (**1**) | 3,9 | 7,8 | 62,5 | 62,5 |
| [{Cu($L^1$)Cl}$_2$]·$H_2O$ (**2**) | 3,9 | 7,8 | 250,0 | 250,0 |
| [{Cu($HL^2$)$Br_2$}] (**3**) | 0,2 | 0,2 | 7,8 | 1,9 |
| [{Cu($L^2$)Cl}$_2$] (**4**) | 0,9 | 0,4 | 31,2 | 31,2 |
| {Cu($HL^3$)$Br_2$} (**5**) | 31,2 | 3,9 | 62,5 | 31,2 |
| [Cu($HL^3$)$Cl_2$] (**6**) | 15,6 | 7,8 | 125,0 | 62,5 |
| {Cu($HL^4$)($Br)_2$} (**7**) | 1,9 | 0,9 | 1,9 | 3,9 |
| [{Cu($L^4$)Cl}$_2$] (**8**) | 1,9 | 0,9 | 62,5 | 31,2 |
| Vancomicină | 2,0 | 2,0 | - | - |
| Netilmicină | 1,0 | 1,0 | 2,0 | 4,0 |
| Furacilină | 4,67 | 4,67 | 4,67 | 4,67 |

*CMI – concentraţia minimă de inhibiţie; *S.aureus – Staphylococcus aureus ATCC 25923 (Gr.+); B.cereus – Bacillus cereus ATCC 11778 (Gr.+); E.coli – Escherichia coli ATCC 25922 (Gr.-); A.bamannii – Acinetobacter baumannii ATCC 11778 (Gr.-).* Nu a fost testat.

**Concluzii:**

Majoritatea compuşilor coordinativi ai cuprului (II) manifestă activităţi antimicrobiene sporite faţă de medicamentele de referinţă: Vancomicina, Netilmicina, Furacilina. În şirul compuşilor sintetizaţi cel mai bun rezultat au compuşii în care restul acid este bromura. Relaţia structură – activitate este bine descrisă de şirul compuşilor **1**, **3**, **5**, **7** în care ligandul, ionul de metal şi restul acid sunt la fel şi diferă numai substituentul în poziţia N(4). Activitatea antimicrobiană împotriva *S.aureus* creşte în şirul: **5**<**1**<**7**<**3**, cel mai activ fiind compusul **3**. Activitatea antimicrobiană faţă de *B.cereus* este cea mai bună pentru compusul **3**, faţă de *E.coli*, compusul **7**, dar faţă de *A.bamannii* este compusul **3**.

***Referinţe:***

1. PAHONTU, E. et al. Antibacterial, antifungal and in vitro antileukaemia activity of metal complexes with thiosemicarbazones. In: *J. Cell. Mol. Med.*, 2015, vol. 19, no. 4, pp. 865-878, Doi: 10.1111/jcmm.12508.
2. GULEA, Aurelian. Noi inhibitori de proliferare a celulelor de cancer. In: *Akademos*, 2013, vol. 1, no. 28, pp. 102-107 [Online]. Available: http://www.akademos.asm.md/files/Noi inhibitori de proliferare a celulelor de cancer.pdf.

*Rezultatele prezentate sunt obţinute în cadrul* ***Proiectului nr. 20.80009.5007.27.***

# ВКЛАД КАФЕДРЫ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ ГОСУНИВЕРСИТЕТА МОЛДОВЫ В РАЗРАБОТКУ МЕТОДОВ СИНТЕЗА И ИЗУЧЕНИЕ ГЕТЕРОПОЛИКИСЛОТ

*Татьяна ГУЦУЛ[1], Петр БУЛМАГА[2]*
*[1]Институт электронной инжинерии и нанотехнологий им. Д.Гицу*
*[2]Молдавский государственный университет*
**CZU: 543:546-328 (478)**
***tatiana.g52@nanothech.md*, *pbulmaga@mail.ru***

Гетерополикислоты образуют большой класс комплексных неорганических кислот, обладающих рядом интересных и ценных свойств, способствующих их применению в различных отраслях народного хозяйства. Первые представители этого класса химических соединений были получены еще в начале XIX столетия и с тех пор привлекают внимание многих исследователей.

Наиболее плодотворные исследовательские изыскания в области гетерополисоединений берут свое начало во второй половине прошлого века. Определенный вклад в разработку методов синтеза и изучение состава, строения и ряда физико-химических свойств гетерополисоединений внесли школа известного советского химика Спицына В.И., а также его продолжатели в Кишиневском госуниверситете на кафедре аналитической химии Кокорин А.И. и Полотебнова Н.А. [1, 2].

Хотя в этом направлении велась исследовательская работа и в Институте химии Академии наук республики, научным центром в данной области по праву оставалась кафедра аналитической химии госуниверситета.

Во второй половине прошлого века на кафедре была подготовлена целая плеяда исследователей в области синтеза в изучении структуры, физико-химических свойств гетерополикислот и их применении. Представителями Кишиневской школы гетерополикислотчиков исследованы взаимодействия исходных компонентов в разных условиях и разработаны методы синтеза гетерополикислот с разными (P(V), Si(IV), Se(IV), Te(IV), B(III), As(III), V(IV)) центральными атомами с различными лигандами.. Полученные соединения в растворе и в твердом состоянии изучены с применением всего арсенала физико-химических и физических методов исследования, установлены их композиция и структура. Ряд полученных соединений предложен для использования в аналитических целях, в качестве катализаторов, для цементации различных стальных изделий и др. Среди них можно отметить Раду К.К. – изучала гетерополисоединения с центральным атомами мышьяка(V) [3], Ткач Э.Ф. – исследовала изополивольфрамованадаты структурного типа Лингствида [4], Крачун С.В. – занималась вопросами использования гетерополикислот кремния в аналитических целях [5], Фуртунэ Л.И. – изучала каталитические свойства

восстановленных форм (синей) фосфор(кремний)молибдованадиевых кислот [6], Латичевский И.К. – разработал методы синтеза поливольфраматов с центральным атомом бора [7], Козленко А.А. – изучал электрохимические свойства поливольфрамованадатов с центральным атомом ванадии [8].

Особое место занимают исследования Деркач Л.В., посвященные гетерополисоединениям, содержащим Se (IV) и Te(IV) в качестве центрального атома. Гетерополисоединения данного типа представляет интерес как в теоретическом, так и в практическом отношении: Se(IV) и Te(IV) не являются типичными ионами-комплексообразователями, их ионный потенциал (z/r) примерно в 2,5 раза меньше, чем у фосфора – типичного комплексообразователя.

Эфиратным и ионнообменными методами были выделены гетерополикислоты Se(IV) в системе Se(IV)-Me, где Me = W, Mo, W-V, W-Mo, которые представляют собой стеклообразные продукты. Результаты исследования электропроводимости стеклообразных гетерополикислот селена и теллура показали, что эти кислоты обладают высокой протонной проводимостью, а селенмолибденвольфрамовые кислоты обладают фоточувствительностью. Невозможность установления структуры стеклообразных поликислот выдвигала задачу поиска методов получения данных соединений в кристаллическом виде.

Впервые вольфрамованадоселенистая кислота в стеклообразном виде с присутствием кристаллической фазы была получена Полотебновой Н. А.

На кафедре аналитической химии госуниверситета Молдовы в 90-тых годах прошлого столетия под руководством Ревенко М.Д. удалось впервые разработать методы синтеза комплексов с полианионами $[Me^{II}_3(SeW_9O_{33})_2]$, $[Me^{II}_3(TeW_9O_{33})]_2$ где $Me^{II}$ = Fe, Co, Cu, Zn в кристалическом виде. Полученные гетеронолисоединения охарактеризованы методами ИК-спектроскопии, термогравиметрией, ЭПР-спектроскопией. Позже, в 2000-х годах, были определены структурные типы полученных ранее соединений. Показано, что природа центрального атома ($Se^{IV}$, $Te^{IV}$), имеющего неподеленную пару электронов, влияет на формирование трехвакантных лакунарных анионов Кеггина и приводит к образованию устойчивых комплексов с d-элементами (тримерных кластеров) [9].

В дальнейшем сотрудниками кафедры [10] было изучено комплексообразование в системе Se(Te)(IV)-W(VI)-V(V)V(IV) и выделены соединения различных структурных типов: шестого ряда, Кеггина. Впервые синтезированы комплексы нового структурного типа, так называемые сэндвич-структуы, содержащие в поясе тример из групп $\{VO^{3+}\}$ и одну $\{WO_2^{4+}\}$ группу. Таким образом, было показано, что в зависимости от условий синтеза кислотности среды, температуры и природы внешнесферных катионов образуются различные изомеры лакунарных полианионов.

***Библиография:***

1. КОКОРИН, А.И. Фосфорнованадомолибденовые и фосфорованадовольфрамовые кислоты. В: *Ж.общ.химии,* 1954, т.24, Ш 6, с.966 - 971.

2. КОКОРИН, А.И., ПОЛОТЕБНОВА, Н.А. Некоторые свойства ГПК. В: *Ж.общ.химии,* 1957, т. 27, № 2, с. 304-310.
3. ПОЛОТЕБНОВА, Н.А., ФУРТУНЭ, Л.А., РАДУ, К.К. Продукты восстановления фосфорномо-либденовой и фосфорномолибденованадиевой кислот и их некоторые свойства. В: *ЖНХ,* 1969, т.14, с. 3063-3067.
4. ТКАЧ, Э.Ф., ПОЛОТЕБНОВА, Н.А. Окислительно-восстановительные свойства ванадиймолибденовой гетерополикислоты. В: *Ж.неорган.химии,* 1971, т.16, с.210213.
5. ПОЛОТЕБНОВА, Н.А., КРАЧУН, С.В. *Гетерополисоединения реактивы в аналитической химии*. Кишинев, 1981.б Деп. в ОНИИТЭХИМ 7 янв. 1982 г., № 71 хп-Д82.
6. ПОЛОТЕБНОВА, Н.А., КОЗЛЕНКО, Л.А., ФУРТУНЭ, Л.А. Количественная оценка кислотности некоторых гетерополикислот в уксусных и водных растворах. В: *ЖНХ,* 1976, т.21, № 10, с. 2745 - 2748.
7. ПОЛОТЕБНОВА, Н.А., ЛАТИЧЕВСКИЙ, И.К. Боромолибденовая и боровольфрамовая кислоты. В: *ЖНХ,* 1971, т.16, № 9. с. 2532-2535.
8. ПОЛОТЕБНОВА, Н.А., КОЗЛЕНКО, Л.А., ФУРТУНЭ, Л.А. Количественная оценка кислотности некоторых гетерополикислот в уксусных и водных растворах. В: *ЖНХ,* 1976, т.21, № 10, с.2745-2748.
9. ГУЦУЛ, Т.Д., ЖЕРУ, И.И., БОЦАН, И.Г. Синтез и физико-химические исследования гетерополикомплекса $Na_{10}[Cu_3(SeW_9O_{33})_2(H_2O)_2]\cdot 23H_2O$. В: *ЖНХ,* 1990, т. 30, 540 -545.
10. ABRAMOV, P.A., PERESYPKINA, E.V., IZAROVA, N.V., VICENT, C., ZHDANOV, A.A., KOMPANKOV, N.B., GUTSUL, T., SOKOLOV, M.N. Polyoxoanions Assembled by the Condensation of Vanadate, Tungstate and Selenite: Solution Studies and Crystal Structures of the Mixed Metal Derivatives $(NMe_4)_{4.83}[(SeIV\ WVI_{4.57}V-V_4 43O_{33})_2(WVI(O)(H_2O))(VVO)_{26}]10.57H_2O$ and $NMe_4)_2Na_2[WV_4VV_2O_{19}]8H_2O$. In: *New J. Chem,* 2016, v. 40 (2), p. 937-944.

# СИНТЕЗ, ПРОТИВОМИКРОБНАЯ И ПРОТИВОГРИБКОВАЯ АКТИВНОСТИ СМЕШАННОЛИГАНДНЫХ КООРДИНАЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ МЕДИ(II) С 4-АЛЛИЛТИОСЕМИКАРБАЗОНАМИ ЗАМЕЩЕННЫХ САЛИЦИЛОВОГО АЛЬДЕГИДА

*Янина УЛЬКИНА*

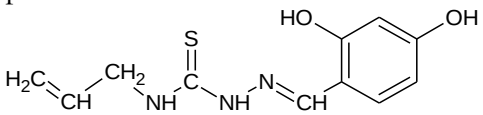
**CZU: 544.142.3:546.56**

*yanaulk@mail.ru*

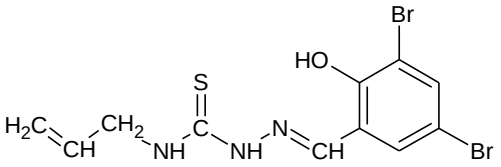
Производные тиосемикарбазонов нашли применение при разработке лекарств для лечения заболеваний центральной нервной системы, бактериальных инфекций, а также в качестве анальгетиков и противоаллергических средств [1]. Тиосемикарбазоны являются промежуточными продуктами для синтеза фармацевтических и биоактивных материалов, поэтому они широко используются в области медицинской химии [2-5].

Аминсодержащие медные комплексы тиосемикарбазонов представляют собой актуальную область исследований, так как при введении во внутреннюю сферу комплексов различных гетероароматических оснований появляется возможность воздействовать на их физико-химические свойства.

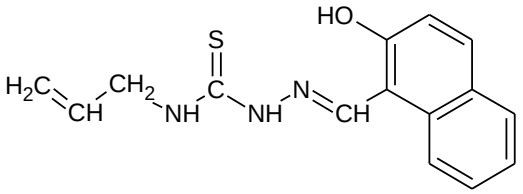
Цель работы: нахождение условий синтеза координационных соединений меди(II) с 4-аллилтиосемикарбазонами 2,4-дигидроксибензальдегида ($H_2L^1$), 3,5-дибромсалицилового альдегида ($H_2L^2$) и 2-гидрокси-1-нафтальдегида ($H_2L^3$) (рис. 1.), содержащих в своём составе амины, а также установление их состава, физико-химических и биологических свойств.




$H_2L^1$




$H_2L^2$




$H_2L^3$

Рис. 1. Строение 4-аллилтиосемикарбазонов 2,4-дигидроксибензальдегида ($H_2L^1$), 3,5-дибромсалицилового альдегида ($H_2L^2$) и 2-гидрокси-1-нафтальдегида ($H_2L^3$)

Для получения 4-аллилтиосемикарбазонов замещенных салицилового альдегида была проведена реакция между 4-аллилтиосемикарбазидом и соответствующим замещенным салицилового альдегида в молярном отношении 1:1 в этаноле при нагревании.

Аминсодержащие координационные соединения меди(II) были синтезированы в несколько этапов. Сначала был проведен синтез моногидрата ацетата меди(II) с тиосемикарбазонами $H_2L^{1-3}$. Полученные мелкокристаллические осадки были отфильтрованы, промыты небольшим количеством спирта и высушены на воздухе.

Затем полученные комплексы были растворены в этаноле и в реакционную смесь был добавлен соответствующий гетероароматический амин (4-пиколин, 3-пиколин, пиридин) в молярном отношении 1:1.

Исследование молярной электропроводности показало, что все синтезированные комплексы являются неэлектролитами.

Для определения способа координации лиганда с центральными атомами был проведен сравнительный анализ ИК спектров тиосемикарбазонов замещенных салицилового альдегида и синтезированных комплексов. Было установлено, что 4-аллилтиосемикарбазоны проявляют себя как трехдентатные дважды депротонированные лиганды с ONS-набором донорных атомов, на что указывает исчезновение полосы поглощения ν(O–H) в области 3300-3200 $см^{-1}$, смещение полосы поглощения ν(C=N) в низкочастотную область на 20-60 $см^{-1}$, а также исчезновение полосы поглощения ν(C=S) и появление полосы ν(C-S).

Для синтезированных соединений была изучена противомикробная и противогрибковая активности в отношении грамм-положительных микроорганизмов (*Staphylococcus aureus, Bacillus cereus, Basillus subtilis*) и грибов (*Candida albicans*). Результаты исследования приведены в таблице.

*Таблица*

Минимальные подавляющие (МПК) и минимальные бактерицидные (МБК) концентрации некоторых синтезированных веществ в отношении тест-микробов и грибов (мкг/мл).

| **Соединение** | ***Staphylococcus aureus*** | | ***Bacillus cereus*** | | ***Basillus subtilis*** | | ***Candida albicans*** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | МПК | МБК | МПК | МБК | МПК | МБК | МПК | МБК |
| $H_2L^1$ | - | - | - | - | - | - | 250,0 | 500,0 |
| $Cu(L^1)H_2O$ | 0,4883 | 0,9766 | 0,9766 | 1,9531 | - | - | 500,0 | - |
| $Cu(4\text{-}Pic)(L^1)$ | 0,9765 | 1,9531 | 1,9531 | 3,906 | - | - | 125,0 | 250,0 |
| $Cu(3\text{-}Pic)(L^1)$ | 0,9766 | 1,9531 | 1,9531 | 3,906 | - | - | 125,0 | 250,0 |
| $H_2L^2$ | 0,9766 | 1,9531 | 1,9531 | 3,906 | - | - | 500,0 | - |
| $Cu(L^2)H_2O$ | 0,03052 | 0,9766 | 0,4883 | 0,9766 | 0,2441 | 0,4883 | 125,0 | 250,0 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cu(4-Pic)($L^2$) | 1,953 | 3,906 | 0,9766 | 1,953 | 0,9766 | 1,953 | 125,0 | 250,0 |
| Cu(3-Pic)($L^2$) | 1,953 | 3,906 | 0,9766 | 1,953 | 0,9766 | 1,953 | 125,0 | 250,0 |
| Cu(Py)($L^2$) | 0,4883 | 0,9766 | 0,007529 | 0,03052 | 0,007529 | 0,03052 | 62,50 | 125,0 |
| $H_2L^3$ | 500,0 | 1000 | 0,01562 | 31,25 | 15,63 | 31,25 | 500,0 | >1000 |
| Cu($L^3$)$H_2O$ | 0,9766 | 1,953 | 0,9766 | 1,953 | 0,4883 | 0,9766 | 500,0 | >1000 |
| Cu(4-Pic)($L^3$) | 0,4883 | 0,9766 | 1,953 | 3,906 | 1,953 | 0,9766 | 125,0 | 250,0 |
| Cu(3-Pic)($L^3$) | 0,9765 | 1,953 | 1,953 | 3,906 | - | - | 500,0 | - |
| Cu(Py)($L^3$) | 0,4882 | 0,9765 | 0,4882 | 0,9765 | - | - | 250,0 | 500,0 |

Установлено, что аминсодержащие координационные соединения меди(II) проявляют более высокую активность, чем комплексы без аминов и исходные тиосемикарбазоны. По отношению к грамм-положительным микроорганизмам и грибам наиболее активным является комплекс меди(II) с 4-аллилтиосемикарбазоном 3,5-дибромсалицилового альдегида и пиридином. Введение метильной группы в пиридиновый фрагмент понижает активность синтезированных комплексов.

***Библиография:***

1. PATERSON, B. M., DONNELLY, P. S. Copper complexes of bis (thiosemicarbazones): from chemotherapeutics to diagnostic and therapeutic radiopharmaceuticals. In: *Chemical Society Reviews,* 2011, vol. 40, no. 5, pp. 3005-3018.
2. MARZANO, C., PELLEI, M., TISATO, F., SANTINI, C. Copper complexes as anticancer agents. In: *Anti-Cancer Agents in Medicinal Chemistry (Formerly Current Medicinal Chemistry-Anti-Cancer Agents),* vol. 9, no. 2, pp. 185-211.
3. UNIVERSITATEA DE STAT DIN MOLDOVA. *Compuşi ai cuprului (II) cu 4-aliltiosemicarbazona 2-acetilpiridinei în calitate de inhibitori ai proliferării fungilor din specia Cryptococcus neoformans* : brevet MD nr. 4621, Inventatori: BURDUNIUC, O., BĂLAN, G., GRAUR, V., ŢAPCOV, V., GULEA, A. Publ. 2019.09.30.
4. UNIVERSITATEA DE STAT DIN MOLDOVA. *[ N` -(3,5-dibromo-2-oxidobenziliden)- N -(prop-2-en-1-il)carbamohidrazonotioato]piridincupru, care manifestă activitate antimicrobiană faţă de bacteriile din speciile Bacillus cereus şi Bacillus subtilis* : brevet MD nr. 4707, Inventatori: GULEA, A., BĂLAN, G., ULCHINA, I., GRAUR, V., ŢAPCOV, V. Publ. 2021.03.31.
5. IAKOVIDIS, I., DELIMARIS, I., PIPERAKIS, S. M. Copper and its complexes in medicine: a biochemical approach. In: *Molecular biology international*, 2011, pp. 6-7.

*Рекомендовано*

*Аурелиан ГУЛЯ, акад., др. хаб., проф. унив., научный руководитель*

# АДСОРБЦИЯ МЕТИЛЕНОВОГО СИНЕГО НА ТРЕПЕЛЕ

*Елена ТУТОВАН, Татьяна ИСАК-ГУЦУЛ*
**CZU: 544.723:553.578** ***elenatutovan@gmail.com***
***t_isac@mail.ru***

Адсорбционный метод очистки сточных вод от органических красителей является одним из самых популярных, поскольку является относительно легко осуществимым и эффективным. В настоящее время поиск недорогих и легкодоступных адсорбентов позволяет находить более эффективное использование природных и синтетических адсорбентов [1, 2]. Различные глинистые минералы, а также минералы, содержащие аморфный кремнезем (диатомиты и трепела), являются наиболее распространенными среди природных минералов, применяемых в качестве адсорбентов.

Нами была изучена адсорбция метиленового синего (МС) из водных растворов на трепеле (месторождение – село Сэнэтэука, Республика Молдова). Химический состав, фазы стуктурные и адсорбционные характеристики адсорбента указаны в [3].

Для изучения адсорбции МС на трепеле был использован спектрофотометрический метод. С целью определения максимальной длины волны поглощаемого света были получены электронные спектры поглощения красителя в растворе при различных значениях pH (рис. 1), а для определения равновесных концентраций красителя были простроены калибровочные графики (на рисунке 2 представлен калибровочный график для МС при pH = 6,4).

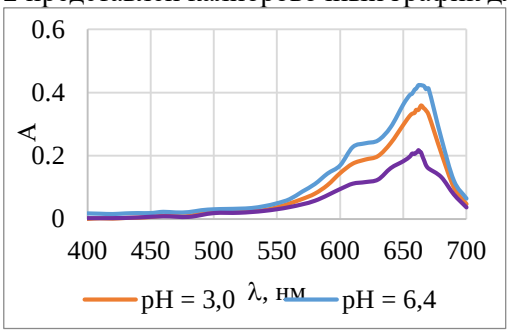



Рис. 1. Электронные спектры поглощения водных растворов МС при различных значениях pH (C(МС)=6,25 · $10^{-6}$ М)

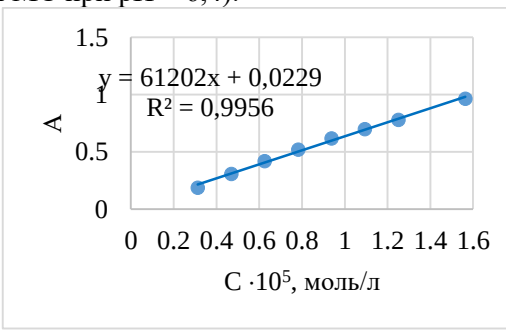



Рис. 2. Калибровочный график для МС при pH = 6,4

Можно заметить, что при всех трех значениях pH максимум поглощения находится при длине волны $\lambda_{max}$ = 663 нм и что с ростом pH интенсивность поглощения падает, что согласуется с литературными данными [4].

Была изучена зависимость адсорбции МС на трепеле от pH раствора (концентрация МС – 250 мг/л, объем растворов – 50 мл, pH = 3,0, pH = 6,4, pH = 9,0, pH = 12,0, масса адсорбента – 0,2 г, время контактирования – 24 часа, температура – 23°C). Значения адсорбции (q в мг/г) рассчитывали при помощи уравнения:

$$q = \frac{(C_0 - C_e)V}{m}, \qquad (1)$$

где $C_0$ – начальная концентрация МС в растворе, мг/г; $C_e$ – равновесная концентрация, мг/л; V – объем раствора, л; m – масса адсорбента, г.

Степень извлечения красителя из раствора (СИ) была рассчитана при помощи уравнения:

$$\text{СИ} = \frac{C_0 - C_e}{C_0} \cdot 100\%. \qquad (2)$$

Установлено, что с ростом pH адсорбция красителя возрастает, что можно заметить из рисунка 3. Степень извлечения МС из раствора возрастает от 44,2% при pH – 3,0 до 93,8% при pH = 12,0, а при pH = 6,4 степень извлечения равна 80,4%.

Также была изучена зависимость адсорбции МС на трепеле от концентрации красителя (100 мг/л, 150 мг/л, 200 мг/л, 250 мг/л, 300 мг/л, 350 мг/л, 400 мг/л, pH = 6,4). На рисунке 4 приведена полученная нами экспериментальная изотерма адсорбции.

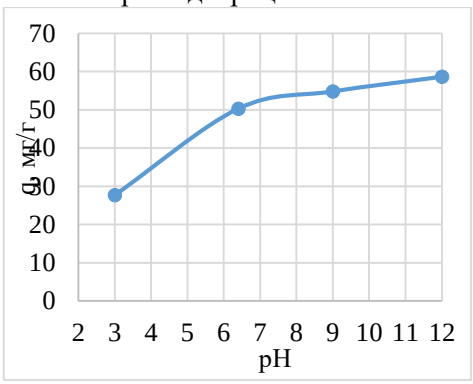



Рис. 3. Зависимость адсорбции МС на трепеле от pH раствора ($C_0$(МС) = 250 мг/л, T = 294 K, t = 24 ч)

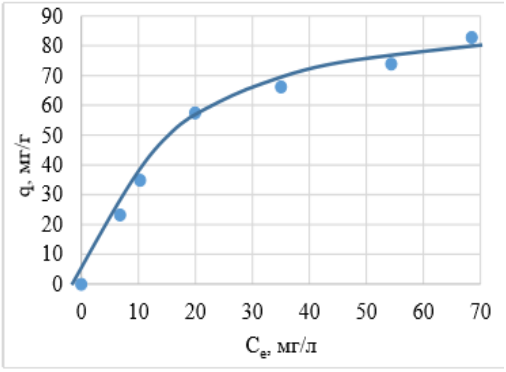



Рис. 4. Изотерма адсорбции МС на трепеле (pH = 6,4, T = 294 K, t = 24 ч)

С целью установления модели адсорбции были определены константы из изотерм Лэнгмюра и Фрейндлиха, для чего были построены зависимости $\frac{C_e}{q} = f(C_e)$ и lgq = f($C_e$). Из параметров полученных прямых были определены соответствующие константы. Так, значения констант изотермы Лэнгмюра

равны $q_{max}$ = 107,53 мг/г, К = 0,046 л/мг, а значения констант изотермы Фрейндлиха – β = 10,02 мг/г, $\frac{1}{n}$ = 0,52.

На рисунках 5 и 6 представлены экспериментальные изотермы адсорбции МС на трепеле и изотермы, полученные в результате расчетов с использованием значений определенных нами констант.

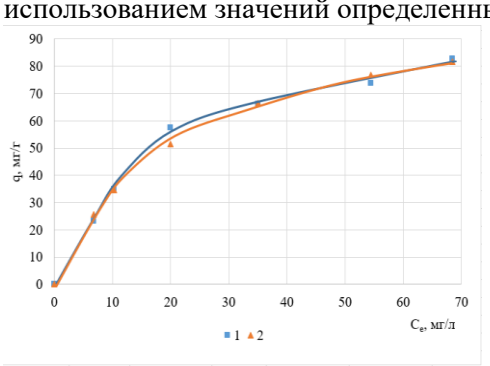



Рис. 5. Изотермы адсорбции МС на трепеле: 1 – экспериментальная; 2 – рассчитанная при помощи изотермы Лэнгмюра.

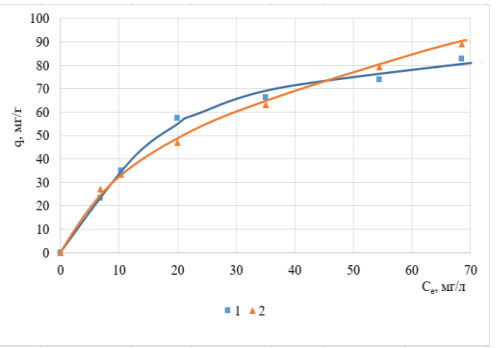



Рис. 6. Изотермы адсорбции МС на трепеле: 1 – экспериментальная; 2 – рассчитанная при помощи изотермы Фрейндлиха.

Из полученных рисунков заметно, что процесс адсорбции МС на трепеле гораздо более удовлетворительно описывается моделью Лэнгмюра.

***Библиография:***

1. VEZENTSEV, A.I., THUY, D. M., GOLDOVSKAYA-PERISTAYA. L. F., GLUKHAREVA N. A. Adsorption of Methylene Blue on the Composite Sorbent Based on Bentonite-Like Clay and Hydroxyapatite Indones. In: *J. Chem*., 2018, vol. 18, no. 4, pp.733-741. ISSN 1411-9420 / 2460-1578.
2. KUANG, Y., OPINGZHANG, X., OQIZHOU, S. Adsorption of Methylene Blue in Wateron to Activated Carbon by Surfactant Modification. In: *Water*. 2020, vol. 12, no.587, pp. 2-19. ISSN: 2073-4441.
3. ZELENTSOV, V.I., DATSKO, T.Ya., BRYNZA, O.B. *Study of fluorine adsorption on modified trepel*. International Congress ARA 37, 2013. Chisinau, Moldova, 2013, p. 562-565.
4. НАЯНОВА, Е.В., ЕЛИПАШЕВА, Е.В., Сергеев, Г.М., Сергеева, В.П. Редокс-свойства метиленового голубого как перспективного фотометрического реагента для определения галогенных окислителей. В: *Аналитика и контроль,* 2015, т. 19, №2. сс. 154-160. ISSN: 2073-1450.

# СОСТОЯНИЯ ХЕМОСОРБИРОВАННОГО КИСЛОРОДА НА ПОВЕРХНОСТИ ОКСИДА ИНДИЯ В ПРИСУТСТВИИ ОЗОНА

*Владимир БРЫНЗАРЬ, Юлия БОРИС,*
*Михаил ИВАНОВ, Ион ДАМАСКИН*[*]
*Молдавский государственный университет*
[*]*Институт прикладной физики*

**CZU: 621.315.592 + 539.21**

***vbrinzari@mail.ru***
***borisiulia@yahoo.com***
***ionalexdamaschin@mail.ru***

Недавние экспериментальные и теоретические работы по оксиду индия позволили пересмотреть значение фундаментального параметра – ширины запрещенной зоны и зонной диаграммы с ОПЗ (областью пространственного заряда) аккумулирующего типа вблизи поверхности в случае образца, очищенного от адсорбатов [1]. Этот факт указывает на наличие донорных состояний на поверхности $In_2O_3$, ответственных за изгиб зон вниз с положительным зарядом поверхности. При этом их энергетическое положение оказывается весьма необычным – выше края зоны проводимости на величину до 0.4 эВ, а плотность поверхностных состояний $N_{ss}$~$10^{13}$cm$^{-2}$. По-видимому, это некоторая часть (~1%) электронных состояний *In 5s* атомов на поверхности, взаимодействующих с вакансиями кислорода, расположенными вблизи валентной зоны. Необходимо отметить, что кроме указанных донорных состояний $In_s^D$ вблизи кислородных вакансий на поверхности существуют индиевые атомы с пониженной координацией $In_s^{lc}$ , имеющие положительный локальный заряд. Они не являются донорами, но могут служить центрами адсорбции за счет неспаренных т.н. “болтающихся” связей. Экспозиция кислородом приводит к спрямлению зон или к слабому изгибу зон вверх на 0.2 эВ. В данном случае стехиометрия поверхности меняется слабо, оставаясь редуцированной. Заполнение кислородных вакансий атомами кислорода не должно приводить к изменению изгиба зон, поскольку не меняет заряд поверхности. Поэтому часть хемосорбированного кислорода образует акцепторные состояния, захватывая электроны как с донорных состояний, о которых говорилось выше, так и из объема, порождая изгиб зон вверх. Таким образом редуцированные поверхности (100) и (111) $In_2O_3$ характеризуются наличием центров, образующих взаимодействующие донорно- и акцепторно-подобные уровни. Одну из явных причин поверхностной нестехиометрии пленок можно связать с доминирующим вкладом поверхностей (100) в нанокристаллитах пленки. Недавние экспериментальные данные [2] указывают на стабильность кристаллита с преимущественными фасетами (100) при высоких температурах пиролиза или после высокотемпературного отжига. Из вышесказанного делается вывод, что

при взаимодействии с $O_3$ два типа центров способны образовывать хемосорбированный кислород. Геометрия молекулы озона такова, что она обладает существенным дипольным моментом, а средний атом кислорода имеет неподеленную пару электронов и именно он взаимодействует с положительно заряженным центром $In_S^{lc}$ на поверхности оксида, образуя акцептор 1-го типа $O_I^-$, а крайние атомы озона в виде молекулы кислорода уходят в газовою фазу:

$$In_S^{lc} + O_3(g) + e_{CB} = In_S^{lc} - O_I^- + O_2 \uparrow \quad (1)$$

где $e_{CB}$ – электрон зоны проводимости. Однако для редуцированной поверхности (100) возможны также взаимодействия молекулы $O_3$ с двумя типами комплексов, включающих донорный центр и вакансии кислорода. Это комплексы вида $V_{O_s} - In_S^D - V_{O_s}$ и $In_S^D - V_{O_s} - In_S^D$. С точки зрения молекулы $O_3$, зарядового состояния и энергетики конечного хемосорбированного состояния наиболее предпочтителен первый комплекс. Во втором случае необходим захват 2-х электронов из зоны проводимости, между которыми будет возникать сильное электростатическое отталкивание. Для 1-го комплекса реакция с $O_3$ заканчивается встраиванием 2-х атомов кислорода в вакансии и образованием хемосорбированного состояния 2-го типа:

$$V_{O_s} - In_S^D - V_{O_s} + O_3(g) + e_{CB} = In_S^D - O_{II}^- + 2O_{lat.} \quad (2)$$

Даже при наличии только одной плоскости (100) могут формироваться различные варианты состояний и для $O_I^-$ и для $O_{II}^-$ поскольку и материал и поверхность включают два сорта In атомов в т.н. *b*- и *d*-узлах решетки и отличающихся разными координациями с O-окружением. В реальном нанокристаллическом образце ситуация оказывается еще более сложной. В докладе дается объяснение поведению газового ответа к озону, в том числе и его кинетики. Анализ такого поведения дается для случая преобладания у пленки текстуры, определяемой поверхностью (100). Наши оценки изгиба зон $U_S$ при взаимодействии с озоном исходя из наблюдаемого сенсорного ответа (~$10^3$-$10^4$), дают величину ~ 0.5-0.6 eV в области температур ~250° C [2], т.е. в области максимальной чувствительности к озону. Для этих температур время ответа $\tau_{res}$ не превышает ~2-5 сек. Это определяемое стандартным выражением для забросов через поверхностный барьер, время вполне согласуется с временем электронной перезарядки атома кислорода с указанной выше величиной. Времена адсорбции молекулы $O_3$ оказываются существенно меньше времен перезарядки вследствие высокой реакционной активности и малой энергии связи/разрыва молекулы, которая ~1.1 eV. Интерпретация времени восстановления $\tau_{rec}$ в рамках простой ассоциативной модели, когда на переходной кривой наблюдаются до 3-х экспоненциальных участков с постоянными спада в интервале 30-1000 сек [2], позволяет оценить энергии активации поверхностной диффузии, лежащие в диапазоне 1.25-1.45 eV для различных хемосорбированных состояний кислорода. Воспроизводимость

исходной электропроводности в циклах измерений тесно связана с процессом "залечивания" вакансий при детектировании $O_3$, а также с их образованием на этапе восстановления сенсора (без $O_3$) при температурах ~200 C°, что должно сопровождаться прямой десорбцией кислорода с центра $In_s^D$. Первый процесс был косвенно подтвержден в существовании т.н. "замороженного" состояния, выражающегося в достаточно резком падении начальной проводимости и последующей нечувствительности к озону при температурах <150 C° [2]. Оценки скорости различных процессов, ответственных за участки на кривой восстановления, позволяют сделать вывод, что быстрый участок связан с прямой десорбцией кислорода, а медленные участки определяются активированной диффузией O-адатомов по различным $In_s^{lc}$ центрам с ассоциацией их в молекулу кислорода.

Рассматривается роль влаги на кинетику проводимости при экспозиции $O_3$. Адсорбция воды проявляется в виде эффекта, препятствующего адсорбции $O_3$, поскольку в обоих процессах участвуют одинаковые поверхностные центры. В эффекте коадсорбции кислорода и воды происходит нейтрализация хемосорбированного кислорода, рост объемной проводимости и снижение барьера $U_s$ на границе кристаллита вследствие реакции:

$$H_2O(g) + O_s^- + In_s = OH_s + In_s - OH + e_{CB} \downarrow. \qquad (3)$$

В конечном итоге эти два процесса приводят к уменьшению/увеличению времени ответа в области низких/высоких температур (ниже/выше $T_{макс}$) [2]. Что касается времени восстановления, то влияние влаги будет приводить к снижению $\tau_{rec}$. Здесь определяющим будет являться процесс, представленный уравнением (3).

***Библиография:***

1. BRINZARI, V., et al. Photoemission surface characterization of (001) $In_2O_3$ thin film through the interactions with oxygen, water and carbon monoxide: comparison with (111) orientation. In: *Applied Surface Science*, 2015, 324, pp. 123-133. ISSN: 0169-4332
2. KOROTCENKOV, G., et al. $In_2O_3$- $SnO_2$-based ozone sensors: design and characterization. In: *Critical Review in Solid state and Materials Sciences*, 2018, vol. 43, no, pp. 83-132. ISSN: 1040-8436.

*Работа выполнена в рамках научного проекта **#20.80009.5007.02**, финансируемого Агентством по исследованиям и развитию Республики Молдова.*

# PHONON TRANSPORT IN GALLIUM-DOPED INDIUM TIN OXIDE

*Alexandr COCEMASOV, Vladimir BRINZARI, Denis NIKA*
**CZU: 621.315.592**
*kocemasov@live.ru;*
*vbrinzari@mail.ru;*
*dlnika@yahoo.com*

Indium oxide based compounds have been intensively investigated as perspective semiconducting materials for high-temperature thermoelectric applications [1]. Different additives like Sn, Ga, Zn, Sb etc. were used [2-3] in such compounds to improve their thermoelectric properties. The $In_2O_3$ has a complex crystal lattice with 40 atoms in a primitive cell. As a consequence one could expect the reduction of phonon thermal conductivity due to phonon hybridization, accompanied by decrease of phonon group velocities and increase of phonon-phonon scattering phase space [4]. At the same time, the impact of different defect complexes on thermal properties of $In_2O_3$ remains largely unexplored. Here we report on theoretical investigations of thermal transport in Ga-doped indium tin oxide (ITO) with different Ga content and ~6 at. % amount of Sn.

The first principles calculations were performed within density functional theory (DFT) formalism as implemented in the SIESTA code [5]. The ITO with various Ga doping concentrations was simulated by adding (removing) a certain number of Ga (In) atoms in a 40-atom primitive cell of bixbyite crystal structure, an example of which is shown in in Figure 1.

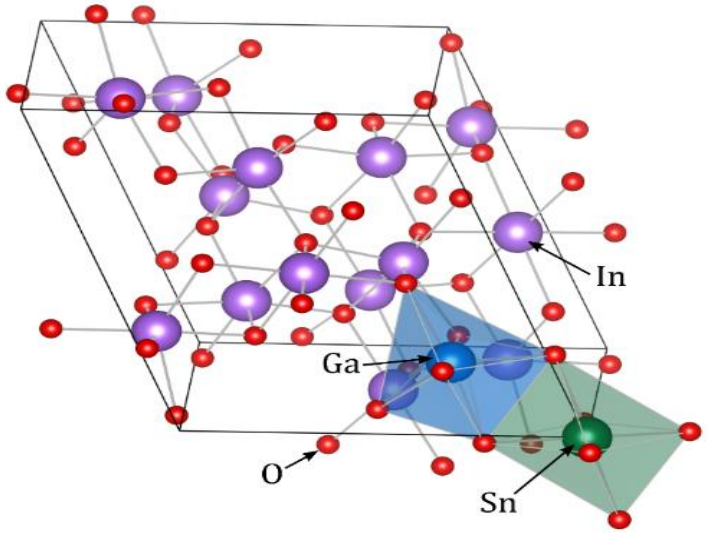



Fig. 1. Schematic view of ITO primitive cell with a Ga atom

The harmonic force constants were extracted from DFT runs and phonon dispersion was obtained using the finite difference method as implemented in the PHONOPY package [6]. The phonon dispersion and projected density of states (PDOS) in ITO with 18.75 at. % Ga is shown in Figure 2a.

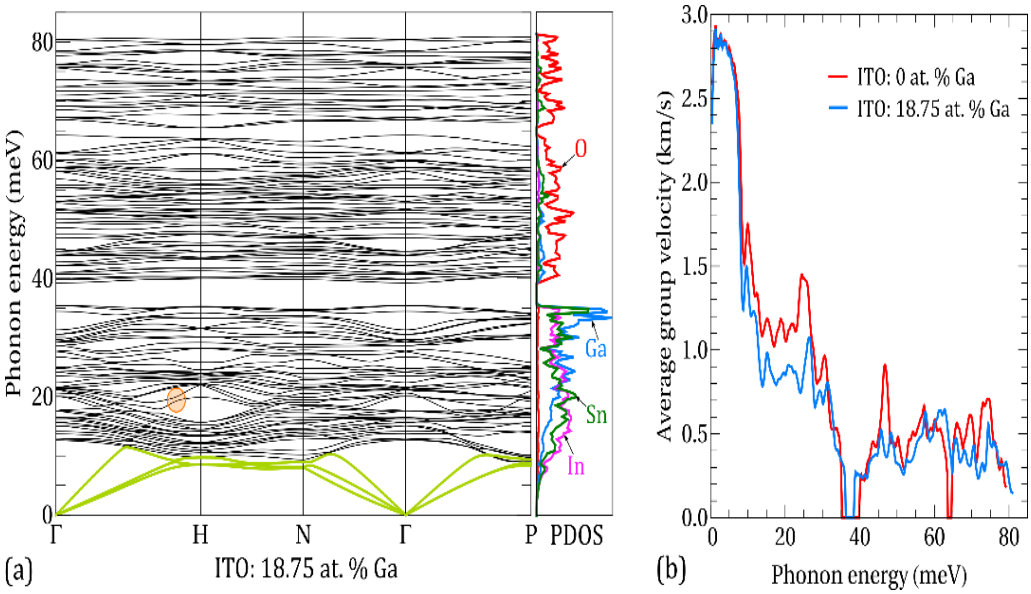



Fig. 2. (a) Phonon dispersion and PDOS in ITO with 18.75 at. % Ga. The green curves in phonon spectra highlight acoustic branches. The orange circle designates the region with a clear avoided crossing. (b) Average phonon group velocity as a function of phonon energy in ITO with 0 at. % Ga (red line) and 18.75 at. % Ga (blue line)

According to the dispersion and PDOS data from Figure 2a the lower part of the spectrum (0–35 meV) is dominated by vibrations of the metal atoms, while in the upper part (>40 meV) the vibrations of lighter oxygen atoms prevail. Moreover, the low-energy part of the spectrum is characterized by hybridization of metal-type vibrational modes - mixed In/Sn, In/Ga and Sn/Ga modes. These hybridized modes are accompanied by the appearance of multiple avoided-crossing points throughout the Brillouin zone (see the orange circle in Figure 2a for example), resulting in the flattening of the dispersion law and a corresponding decrease of the average group velocity at phonon energies between 10 and 30 meV (see Figure 2b). This effect is more pronounced for higher Ga concentrations and it plays an important role in suppression of the heat conduction in ITO:Ga.

Figure 3 shows the thermal conductivity at 300 K in ITO:Ga as a function of Ga content.

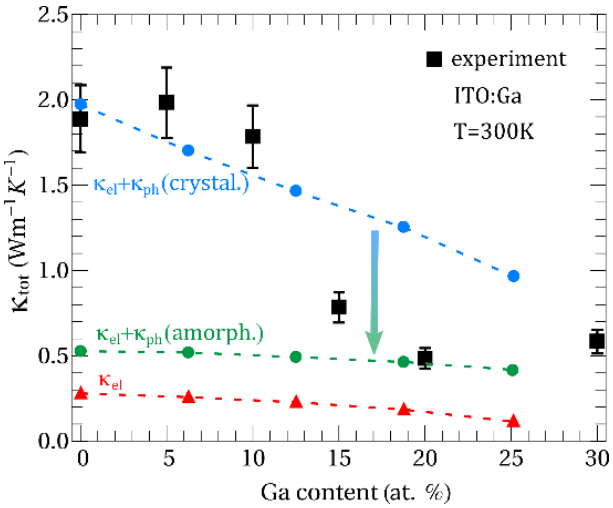



Fig. 3. Total thermal conductivity of ITO:Ga at 300 K as a function of Ga content. Squares represent experimental data from Ref. [7], while circles denote theoretical calculations

In Fig. 3 the blue circles represent calculations with phonon lifetime for crystalline material, while green circles – for amorphous material. In general, the experimental results revealed a decreasing trend in $\kappa_{tot}$ for increasing Ga doping up to 15-20 at. %, which reasonably agrees with calculations employing phonon lifetimes for crystalline case. As the level of disorder increases further (20 at. % and 30 at. % Ga) the thermal conductivity saturates around value ~0.5–0.6 $Wm^{-1}$ $K^{-1}$, which is close to the theoretical predictions with phonon lifetimes for the amorphous case. Thus, our theoretical results suggest that in the range 15–20 at. % Ga there is an evolution from propagative (i.e., crystalline) to diffusive (i.e., amorphous) phonon thermal transport in ITO:Ga.

The obtained theoretical results demonstrate the possibility of engineering the thermal conductivity in $In_2O_3$ - based compounds by Ga doping and may lead to their practical applications in thermoelectricity.

***References:***

1. KIM, S. et al. Transparent Amorphous Oxide Semiconductor as Excellent Thermoelectric Materials. In: *Coatings*. 2018, vol. 8, p. 462. ISSN: 2079-6412.
2. ZHU, B. et al. Improved Densification and Thermoelectric Performance of $In_5SnSbO_{12}$ via Ga Doping. In: *J. Mater. Sci.* 2018, vol. 53, pp. 6741-6751. ISSN: 1573-4803.
3. HUANG, L. et al. Significantly Reduced Lattice Thermal Conductivity and Enhanced Thermoelectric Performance of $In_2O_3(ZnO)_3$ Ceramics by $Ga_2O_3$ Doping. In: *J. Solid State Chem.* 2020, vol. 281, p. 121022. ISSN: 0022-4596.
4. TOBERER, E.S. et al. Phonon Engineering through Crystal Chemistry. In: *J. Mater. Chem.* 2011, vol. 21, pp. 15843-15852. ISSN: 1364-5501.

5. SOLER, J.M. et al. The SIESTA method for Ab-Initio order-N materials simulation. In: *J. Phys. Condens. Matter* 2002, vol. 14, p. 2745. ISSN: 1361-648X.
6. TOGO, A., TANAKA, I. First principles phonon calculations in materials science. In: *Scr. Mater.* 2015, vol. 108, pp. 1-5. ISSN: 1359-6462.
7. COCEMASOV, A.I. et al. Thermal Transport Evolution Due to Nanostructural Transformations in Ga-Doped Indium-Tin-Oxide Thin Films. In: *Nanomaterials.* 2021, vol. 11, p. 1126. ISSN: 2079-4991.

*This research was funded by the Moldova Agency for Research and Development project through the Project* ***# 20.80009.5007.02***.

# ZnSe-BASED ULTRAVIOLET PHOTODETECTORS WITH HYBRID Ag-NANOWIRE AND Ni/Au CONTACTS

*Vadim P. SIRKELI[1], Natalia D. NEDEOGLO[1], Dmitrii D. NEDEOGLO[1]*
*Oktay YILMAZOGLU[2], Ahid S. HAJO[2], Sascha PREU[2],*
*Franko KÜPPERS[3], and Hans L. HARTNAGEL[2]*
*[1]Moldova State University*
*[2]Technische Universität Darmstadt, Darmstadt, Germany*
*[3]Center for Photonic Science and Engineering,*
*Skolkovo Institute of Science and Technology, Moscow, Russian Federation*
**CZU: 535.37:621.315.592**
*vsirkeli@yahoo.com*

Zinc selenide is a wide bandgap semiconductor which is attractive for fabrication of many optoelectronic devices, including the ultraviolet (UV) photodetectors, due to its large bandgap energy (2.67 eV at 300 K), high electric field strength of breakdown (~ 1 MV/cm), as well as high resistance to intense UV and X-ray radiation [1-4]. Most commercial UV-photodetectors are based on Si or GaAs semiconductors, which require a filter to eliminate visible and infrared light. Moreover, the intense UV radiation induces aging effects in Si-based photodetectors that leads to its degradation. To solve this issue, the bulk high-resistivity ZnSe could be used for fabrication of a stable high-performance UV photodetectors with metal-semiconductor-metal (MSM) structure, as we shown recently [5]. The UV photodetectors based on MSM structures feature a very low capacitance in the fF-range, and thus could operate at high frequencies. Most ZnSe-based UV-photodetectors reported up to now are based on an epitaxial ZnSe active layer grown on a GaAs substrate by molecular beam epitaxy (MBE) or metal-organic chemical vapor deposition (MOCVD) techniques. At intense UV radiation, this thin epitaxial ZnSe layer could be damaged. In this case, a polycrystalline and block-structured ZnSe is a more suitable material for the fabrication of UV MSM photodetectors for intense UV radiation. To achieve enhanced performance characteristics of UV photodetectors, a large Schottky barrier height is necessary at the metal-semiconductor interface. Among different metals, the metals with high work functions, like Ni, Cr, Ag or Au, are required to achieve a large Schottky barrier height on ZnSe [5-10]. A large barrier height would lead to a small leakage current and high breakdown voltage. In this work, we report on fabrication and characterization of ZnSe-based UV photodetectors with hybrid Ag-nanowire (Ag-NW) and Ni/Au contacts.

High resistivity (~ $10^{12}$ Ω cm) bulk ZnSe crystals grown by the vapour phase method were used as an active layer of UV photodetectors. The as-grown undoped ZnSe crystals were cut into pieces with dimensions of 5 mm × 10 mm × 1 mm, and polished mechanically and chemically in a 7% solution of Br-$CH_3OH$. After that, they were boiled in 40% NaOH and cleaned in acetone and in oxygen plasma. ZnSe-based

UV photodetector with hybrid contacts has been fabricated (Fig. 1): one of contacts is conventional Ni/Au contact and the second one is Ag-nanowire contact. The Schottky contacts were fabricated by e-beam evaporation of 25 nm Ni followed by a thermally evaporating of 140 nm Au, and performing standard photolithographic and lift-off processes. A 500 nm dielectric $Si_xN_y$ passivation layer was placed above the metallic structure in order to prevent electric breakdown [5]. A simple spin coating method was used to distribute a commercially available Ag-NWs over the ZnSe substrate. The alignment of the Ag-NWs has been performed using dielectrophoresis method. The investigated photodetector had a nanowire diameter of 120 nm and a tip-tip gap of 1 μm.

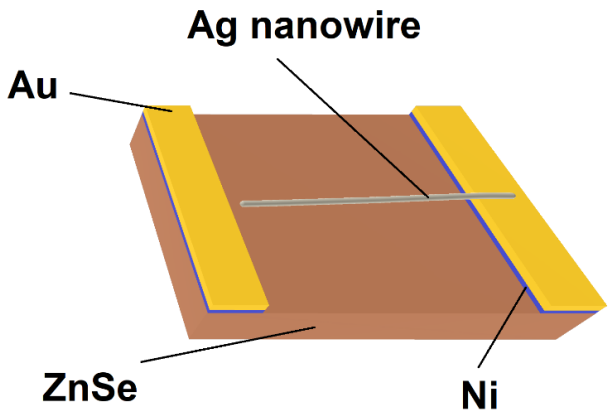



Fig. 1. Schematic structure of ZnSe-based metal-semiconductor-metal UV photodetector with hybrid Ag-NW and Ni/Au contacts. The contact pads without passivation layer are outside the active region (is not shown here)

The current-voltage characteristics of fabricated UV photodetectors in the dark and under UV illumination were measured using a Keithley 2612 multimeter. The applied bias voltage was varied from 0 V to 15 V. The photocurrent was excited by a 325-nm Cd-He laser with output optical power of 56.5 mW and beam spot diameter of 1.56 mm. For the measurements of time-dependent characteristics of the photocurrent, the UV laser light was modulated by a chopper with a frequency range of 20 Hz – 1 kHz, a load resistance of 9.9 MΩ was connected in series with the fabricated ZnSe-based MSM UV photodetector and DC voltage source of 20 V, and the relaxation curves of voltage from load resistance were measured by Tektronix TDS 210 oscilloscope. The performance of the UV photodetectors was characterized by its photocurrent on/off ratio, responsivity *R*, and the detectivity *D** [5].

The current-voltage (I-V) characteristics of the ZnSe-based UV photodetectors with hybrid Ag-NW and Ni/Au contacts in the dark and under illumination of UV laser light are shown in Fig. 2. It can be seen that the dark current practically linearly

increases with increasing bias voltage. When the bias voltage of 15 V is applied, the maximum dark current is equal to 0.36 nA. Under UV laser illumination, the behavior of I-V characteristics shows significant changes and becomes non-linear.

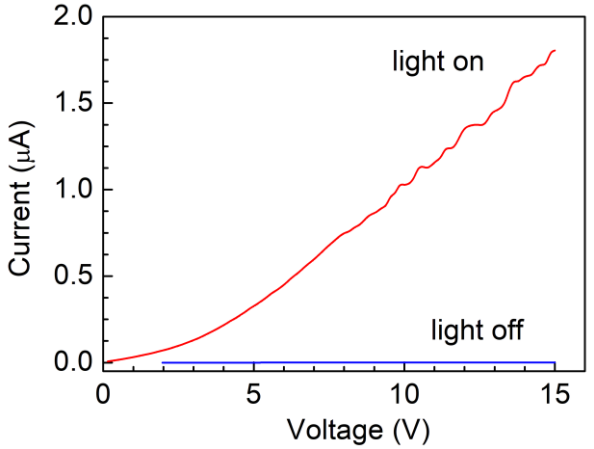



Fig. 2. Current-voltage characteristics of ZnSe-based UV photodetector with hybrid Ag-NW and Ni/Au contacts

The responsivity of ZnSe-based UV photodetector with hybrid contacts, measured under applied voltage from 0 to 15 V, has a similar character to the photocurrent dependence of the respective UV photodetector. A maximum value of responsivity of 0.58 A $W^{-1}$ at bias voltage of 15 V for light with a wavelength of 325 nm is found for this device. This value is few times higher than the maximum value of 0.13 A/W at 450 nm reported by Vigue et al. [1] for different types of ZnSe-based photodetectors, but lower than the responsivity of devices with Cr/Au and Ni/Au interdigital contacts [5]. The detectivity characteristics of the UV photodetector with hybrid contacts was calculated from I-V dependences and has a V-shape behavior. A maximum values of detectivity of ~ $5.49 \times 10^{10}$ cm $Hz^{1/2}$ $W^{-1}$ and photocurrent on/off ratio of 5006 at bias voltage of 15 V were obtained for this device. The measured response times of fabricated UV photodetectors is in the μs-range and is limited by the *RC* time of the measurement system. The UV photodetetctor with hybrid Ag-NW and Ni/Au contacta could be attractive for high-speed UV telecommunications and UV-Tomography applications.

***References:***

1. VIGUE, F., TOURNIE, E., FAURIE, J.-P. Evaluation of the potential of ZnSe and Zn(Mg)BeSe compounds for ultraviolet photodetection. In: *IEEE Journal of Quantum Electronics*, 2001, 37, 1146. DOI: 10.1109/3.945319.
2. SIRKELI, V.P., YILMAZOGLU, O., KÜPPERS, F., HARTNAGEL, H.L. Effect of p-NiO and n-ZnSe interlayers on the efficiency of p-GaN/n-ZnO light-emitting diode

structures. In: *Semicond. Sci. Technol.* 2015, *30*, 065005. DOI: 10.1088/0268-1242/30/6/065005.
3. SIRKELI, V.P., YILMAZOGLU, O., KÜPPERS, F., HARTNAGEL, H.L. Room-temperature terahertz emission from ZnSe-based quantum cascade structures: A simulation study". In: *Physica Status Solidi – Rapid Research Letters*, 2017, *11*, 1600423. DOI: 10.1002/pssr.201600423.
4. SIRKELI, V.P. et al. Resonant Tunneling and Quantum Cascading for Optimum Room-Temperature Generation of THz Signals. In: *IEEE Transactions on Electron Devices* 2017, *64*, 3482. DOI: 10.1109/TED.2017.2718541.
5. SIRKELI, V.P. et al. Enhanced Responsivity of ZnSe-Based Metal–Semiconductor–Metal Near-Ultraviolet Photodetector via Impact Ionization. In: *Physica Status Solidi – Rapid Research Letters*, 2018, 12, 1600423. DOI: 10.1002/pssr.201700418.
6. LIN, T.K. et al. ZnSe homoepitaxial MSM photodetectors with transparent ITO contact electrodes. In: *IEEE Transactions on Electron Devices*, 2005, *52*, 121. DOI: 10.1109/TED.2004.841288.
7. NEDEOGLO, N.D. et al. Electron configuration and charge state of electrically active Cu, Ag and Au ions in ZnSe. In: *Journal of Physics: Condensed Matter*, 2006, *18*, 8113. DOI: 10.1016/j.solidstatesciences.2015.10.018.
8. SIRKELI, V. et al. Magnetic and luminescent properties of nickel-doped ZnSe crystals. In: *Solid State Sciences*, 2015, *50*, pp. 74-80. DOI: 10.1016/j.solidstate-sciences.2015.10.018.
9. NEDEOGLO, N.D. Shallow donor states induced in ZnSe:Au single crystals by lattice deformation. In: *J. Appl. Phys.*, 2008, *104*, 123717. DOI: 10.1063/1.3050327.
10. RADEVICI, I. et al. Influence of chromium interaction with native and impurity defects on optical and luminescence properties of ZnSe:Cr crystals. In: *J. Appl. Phys.* **2013**, *114*, 203104. DOI: 10.1063/1.4837596.

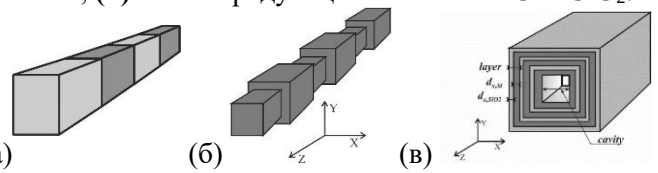
***Acknowledgements.*** *This research work has been carried out in framework of project* ***"Multifunctional materials and structures for electromagnetic radiation detection", No. 20.80009.5007.12,*** *National Agency for Research and Development of Moldova (Program de Stat 2020-2023). V.P.S. also gratefully acknowledges financial support from the Alexander von Humboldt Foundation.*

# ФОНОННАЯ ИНЖЕНЕРИЯ В НАНОНИТЯХ И НАНОТРУБКАХ НА ОСНОВЕ КРЕМНИЯ

*Калина ИСАКОВА, Александр КОЧЕМАСОВ, Денис НИКА*
**CZU: [539.2+536.2]:621.315**
isacovacalina@gmail.com
kocemasov@live.ru
dlnika@yahoo.com

Постоянное уменьшение электронных устройств ставит перед исследователями задачи поиска новых подходов эффективного управления их электронными и тепловыми свойствами. Одним из таких подходов является фононная инжинерия [1], позволяющая менять электронные и тепловые свойства полупроводниковых наноматериалов, изменяя их фононные свойства. Известно, что теплопроводность в полупроводниковых наноматериалах ниже, чем в аналогичных объёмных материалах [2-3]. Пространственный конфайнмент фононов ведет к сильной перестройке их энергетического спектра, изменению плотности фононных состояний и снижению фононной групповой скорости по сравнению с аналогичными объёмными материалами. Всё это, а также рост влияния поверхностного рассеяния приводит к существенному снижению решёточной теплопроводности. Это подтверждают теоретические [4-7] и экспериментальные [8-10] исследования. Дальнейшие исследования показали, что фононная инженерия особенно эффективна в наноструктурах, составленных из слоёв или сегментов разной формы, разного размера и/или разных материалов.

Нами были рассмотрены фононные свойства и решёточная теплопроводность нанонитей (НН) и нанотрубок (НТ) на основе кремния. На рисунке 1 представлены некоторые из рассмотренных нами структур: **(а)** НН постоянного сечения с сегментами из различных материалов; **(б)** кремниевая НН переменного поперечного сечения; **(в)** НТ с чередующимися слоями Si и $SiO_2$.




(а) (б) (в)

Рис. 1. Схемы наноструктур: (а) НН из сегментов различных материалов с одинаковым поперечным сечением; (б) НН из сегментов с различным сечением; (в) $Si/SiO_2$ слоистая НТ.

Расчёт фононного спектра проводился в рамках FCC модели (динамическая модель колебаний гранецентрированной решётки). В рамках модели реальная решётка кремния представляется как гранецентрированная, но с удвоенной массой атомов в узлах. Частоты и векторы смещения фононных мод находились

из системы уравнений:

$$m\omega^2 w_i(\vec{n};\vec{q}) = \sum_{j=1,2,3}\sum_{\vec{n}'} D_{ij}(\vec{n},\vec{n}';\vec{q})\, w_j(\vec{n}';\vec{q}), \quad (1)$$

где $D_{ij} = \Phi_{ij}(\vec{n},\vec{n}')\exp\left(\mathbf{i}\vec{q}\times(\vec{n}'-\vec{n})\right)$ – компоненты динамической матрицы, $w_i$ – $i$-й компонент атомного смещения, ω – частоты фононов, $\vec{q}$ – волновой вектор, $m$ – масса атомов. Решёточная теплопроводность рассчитывалась по формуле, полученной из транспортного уравнения Больцмана, с учётом одномерной плотности фононных состояний:

$$\kappa_{ph} = \frac{1}{2\pi k_B T^2}\sum_s \int_0^{q_{z,max}} \left[\hbar\omega_s(q_z)\upsilon_{z,s}(q_z)\right]^2 \tau_{tot,s}(q_z)\frac{\exp\left(\frac{\hbar\omega_s(q_z)}{k_B T}\right)}{\left[\exp\left(\frac{\hbar\omega_s(q_z)}{k_B T}\right)-1\right]^2} dq_z \,, \quad (2)$$

где s – число фононных ветвей, $k_B$ – постоянная Больцмана, $\hbar$ – постоянная Планка, $T$ –абсолютная температура, $\tau_{tot,s}$ – полное время релаксации фононов, полученное согласно правилу Маттиссена. Нами были учтены следующие механизмы рассеяния фононов: Umklapp рассеяние, рассеяние на примесях и на границах. Время релаксации для каждого из механизмов рассеяния взято из [6].

Рисунок 2 иллюстрирует падение теплопроводности/теплового потока в НН и НТ относительно гладких НТ. При T = 300 K теплопроводность сегментированных Si/Ge [11] и Si/$SiO_2$ [6] нанонитей уменьшается в 2 – 7 раз, по сравнению с гладкой Si НН. Падение теплопроводности в НТ зависит от числа обкладок НТ и быть в 3-4 раза меньше при температурах, близких к комнатной [12].

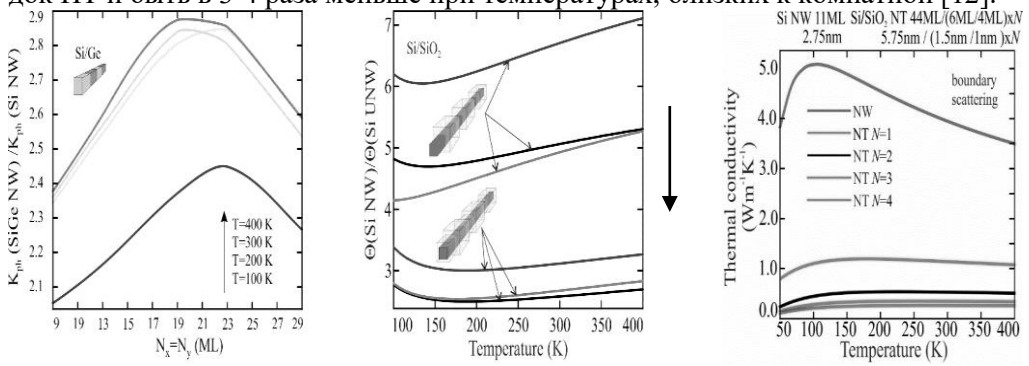



Рис. 2. Падение теплового транспорта в НН и НТ в сравнении с гладкой Si НН: (а) отношение теплопроводности гладкой Si НН и сегментированной Si/Ge НН в зависимости от их поперечного сечения при разных температурах; (б) отношение тепловых потоков гладкой Si НН и НН в диэлектрических обкладках Si/$SiO_2$ в зависимости от температуры; (в) теплопроводность в Si НН и в Si/$SiO_2$ нанотрубках с разным количеством слоёв N.

Установлено, что изученные сегментированные 1D структуры обладают пониженной теплопроводностью по сравнению с гладкими нитями. Полученные зависимости от различных факторов позволят экспериментаторам прогнозировать фононные и тепловые свойства получаемых наноструктур.

***Библиография:***

1. BALANDIN, A.A. Nanophononics: phonon engineering in nanostructures and nanodevices. In: J. *Nanosci. Nanotechnol.*, 2005, no. 5 pp.1015-1022. doi: 10.1166/jnn.2005.175.
2. ZOU, J., BALANDIN, A. Phonon heat conduction in a semiconductor nanowire. In: *Journal of Applied Physics*, 2001, no. 89, pp. 2932-2938. doi: 10.1063/1.1345515.
3. COCEMASOV, A.I., NIKA, D.L. Phonons and phonon thermal conductivity in silicon nanolayers. In: *J. Nanoel. Optoel.*, 2012, no. 7, pp. 370-375. doi: 10.1166/jno.2012.1313.
4. CRISMARI, D.V., NIKA, D.L. Thermal conductivity reduction in Si/Ge core/shell nanowires. In: J. Nanoel. Optoel., 2012, nr. 7, pp. 701-705. doi: 10.1166/jno.2012.1421.
5. COCEMASOV, A.I., NIKA, D.L., FOMIN, V.M. et al. Phonon-engineered thermal transport in Si wires with constant and periodically modulated cross-sections: A crossover between nano- and microscale regimes. In: *Appl. Phys. Lett.*, 2015, no. 107, pp. 011904-1-011904-5 doi:10.1063/1.4926401.
6. NIKA, D.L., COCEMASOV, A.I., ISACOVA, C.I. et al. Suppression of phonon heat conduction in cross-section-modulated nanowires. In: *Phys. Rev. B,* 2012, no. 85, pp. 205439, doi: 10.1103/PhysRevB.85.205439.
7. NIKA, D.L., COCEMASOV, A.I., CRISMARI, D.V., BALANDIN, A.A. Thermal conductivity inhibition in phonon engineered core-shell cross-section modulated Si/Ge nanowires. In: *Appl. Phys. Lett.*, 2013, no. 102, pp. 213109. doi: 10.1063/1.4807389.
8. LI, D., WU, Y., KIM, P., SHI, L. Thermal conductivity of individual silicon nanowires. In: *Appl. Phys.Lett.*, 2003, no. 83, pp. 2934. doi: 10.1063/1.1616981.
9. LIU, W., ASHEGI, M. Thermal conductivity measurements of ultra-thin single crystal silicon layers. In: *J. Heat Transfer*, 2006, no. 128, pp. 75. doi: 10.1115/1.2130403.
10. BOUKAI, A.I., BUNIMOVICH, Y. et al. Silicon nanowires as efficient thermoelectric materials. In: *Nature*, 2008, no. 451, pp. 168. doi: 10.1038/nature06458.
11. ИСАКОВА, К. Падение фононной теплопроводности в сегментированных Si/Ge нанонитях. В: Studia Universitatis Seria științe exacte și economice, 2015, nr.2 (82), pp. 65–71. ISSN 1857-2073.
12. ISACOVA, C., COCEMASOV, A., NIKA, D., FOMIN, V. Phonons and thermal transport in Si/$SiO_2$ multishell nanotubes: atomistic study. In: *Appl. Sci.*, 2021, no.*11*, p. 3419. doi: 10.3390/app11083419.

*Работа выполнена при поддержке гранта* ***20.80009.5007.02*****.**

# АНИЗОТРОПНЫЙ ТЕРМОЭЛЕМЕНТ НА ОСНОВЕ МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПРОВОЛОК И ПЛЕНОК ВИСМУТА

*Леонид КОНОПКО[1], Альбина НИКОЛАЕВА[1],*
*Тито ХУБЕР[2], Ана КОБЫЛЯНСКАЯ[1], Денис НИКА[3]*
*[1]Институт электронной инжинерии и нанотехнологий им. Д. Гицу*
*[2]Химический факультет, Ховард Университет, Вашингтон, DC 20059, США*
*[3]Молдавский государственный университет*

**CZU: 621.315.592**

***l.konopko@nanotech.md,***
***a.nikolaeva@nanotech.md,***
***thuber@howard.edu,***
***anakobylianskaya@gmail.com,***
***dlnika@yahoo.com***

В настоящее время наблюдается повышенный интерес к разработке эффективных термоэлектрических материалов для создания термоэлектрических преобразователей энергии. Наиболее широко используются термопарные элементы, основанные на эффектах Зеебека и Пельтье. Такие устройства, обладая несомненными преимуществами, имеют, однако, и существенные недостатки: например, для получения необходимых электрических напряжений, они должны быть соединены в последовательные цепи, технологические трудности возникают также при создании низкоомных контактов *n* и *p*-ветвей термопар, в результате снижается надежность эксплуатации устройства. Одним из преобразователей, который не содержит упомянутых выше недостатков, является анизотропный термоэлемент (АТ). В кристалле с анизотропной теплопроводностью, электропроводностью и коэффициентом термоэдс, если поток тепла проходит в направлении, не совпадающем с главными кристаллографическими осями кристалла, возникает электрическое напряжение перпендикулярно тепловому потоку, пропорциональное разности температур между изотермическими сторонами, анизотропии термоэдс, длине кристалла и обратно пропорциональное толщине кристалла [1-2]. АТ может быть сделан из одного кристалла подходящего размера и без каких-либо термоэлектрических спаев и, в отличие от термопар, не имеет проблем с коммутацией.

Нами был изготовлен экспериментальный образец термоэлемента, состоящего из 10 м монокристаллического микропровода висмута, легированного оловом, в котором во всех точках микропровода сохранена одинаковая ориентация главных кристаллографических осей [3]. Разработанная нами технология перекристаллизации микропровода в стеклянной изоляции в сильном электрическом поле [4], в процессе которой главная кристаллографическая ось $C_3$ была ориентирована под оптимальным углом относительно оси микропровода, явилась решающей предпосылкой успешного изготовления такого

термоэлемента. Образец термоэлемента был намотан в виде плоской спирали из перекристаллизованного микропровода в стеклянной изоляции и приклеен к тонкому медному диску, рис. 1., слева. Чувствительность образца к тепловому потоку достигала $10^{-2}$ В/Вт с постоянной времени τ порядка 0,2 с. Устройство имеет довольно медленный отклик из-за стеклянного покрытия микропровода (t ≈ 7 μm). Другая анизотропная архитектура термоэлемента показана на рис. 1, справа. Для уменьшения постоянной времени нами разработана технология изготовления анизотропного термоэлемента на основе тонкой пленки висмута. Для обеспечения нужной ориентации главных кристаллографических осей в пленочном термоэлементе, при его изготовлении также была использована технология рекристаллизации в сильном электрическом поле.

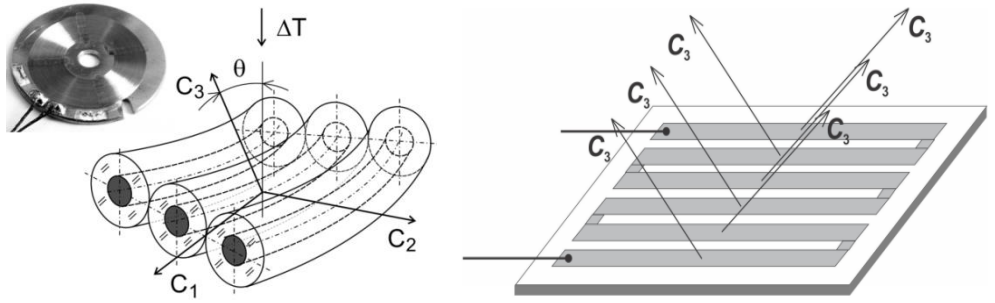



Рис. 1. Анизотропный термоэлемент, образованный (слева) намоткой монокристаллического микропровода Bi в стеклянной изоляцией в плоскую спираль, и сделанный (справа) из тонкой рекристаллизованной пленки Bi. $C_1$, $C_2$, $C_3$ – главные кристаллографические оси

***Библиография:***

1. СНАРСКИЙ, А. и др. Анизотропные термоэлементы. В: *Физика и техника полупроводников*. 1997, vol.31, pp.1281-1298. ISSN 0015-3222.
2. ANATYCHUK, L. et al. On the theory of the anisotropic thermoelement. In: *J. Electronic Materials*, 2011, vol.40, pp.1304-1310. ISSN 0361-5235.
3. KONOPKO, L et al. Anisotropic thermoelectric devices made from single-crystal semimetal microwires. In: *J. Electronic Materials*, 2018, vol.47, pp.3171-3176. ISSN 0361-5235.
4. KONOPKO. L., et al. Procedeu de recristalizare a microfirului de bismut în izolație de sticlă. *Brevet de invenție de scurtă durată*, nr. 1409 (MD Y 2019.12.31).

*Работа поддержана проектом* ***№ 20.80009.50007.02*** *в рамках Государственной Программы Молдовы.*

# PROPRIETĂȚI OPTICE ALE FILMELOR ITO:$Ga_2O_3$ OBȚINUTE PRIN PULVERIZARE MAGNETRON

*Victor SUMAN[1], Emil RUSU[1], Victor ZALAMAI[2],*
*Veceslav URSACHI[2], Lidia GHIMPU[1]*
*[1]Institutul de Inginerie Electronică și Nanotehnologii „D. Ghițu”*
*[2]Centrul național pentru studii și testarea materialelor a UTM*

**CZU: 539.231 + 621.793**

sumanvictor10@gmail.com
rusue@nanotech.md,
zalamai@yahoo.com,
vvursachi@gmail.com
lidia.ghimpu@gmail.com

Prin pulverizare magnetron (RF) pe substraturi de sticlă și safir au fost depuse filme ITO:$Ga_2O_3$. Ca sursă de evaporare au servit țintele confecționate din amestecul de pulbere ITO și $Ga_2O_3$ cu concentrația oxidului de galiu până la 50% (ca greutate) și ulterior presate mecanic. Au fost cercetate caracteristicile structurale și optice în funcție de concentrația de $Ga_2O_3$ în amestec. Cu majorarea concentrației de $Ga_2O_3$ lățimea benzii interzise a filmelor crește de la valoarea 3,76 eV până la 3,95 eV.

A fost studiat efectul majorării cantității de $Ga_2O_3$ din sursa supusă evaporării asupra transmitanței optice (T), reflectanței (R) și absorbanței ($\alpha$) a filmelor de ITO:$Ga_2O_3$. Spectrele transmitanței filmelor de ITO:$Ga_2O_3$ sunt prezentate în Fig. 1.

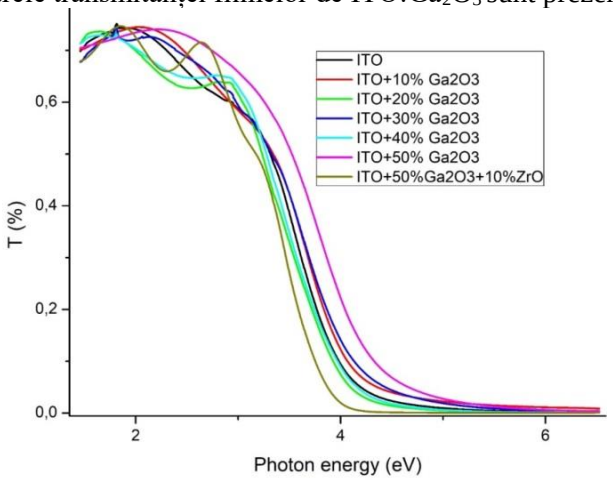



Fig. 1. Spectrul transmitanței filmelor ITO:$Ga_2O_3$

Am constatat că toate filmele obținute posedă o transmitanță peste 70% pe tot intervalul energetic vizibil și o margine de absorbție abruptă în domeniul spectral UV. Majorarea concentrației de $Ga_2O_3$ nu influențează transmitanța filmelor obținute.

Scăderea accentuată a transmitanței în domeniul spectral UV se datorează absorbției fundamentale a semiconductorului pentru energii al razei incidente egale și mai mari ca lățimea benzii interzise a filmului.

Transparența înaltă în domeniul spectral vizibil atestă faptul că filmele obținute au puține defecte structurale și posedă o cristalinitate înaltă. Lipsa interferenței în spectrele de transmisie pe tot domeniul spectral UV ne indică faptul uniformității suprafeței filmelor. În Figura 2 sunt prezentate spectrele de reflectanță a filmelor ITO:$Ga_2O_3$.

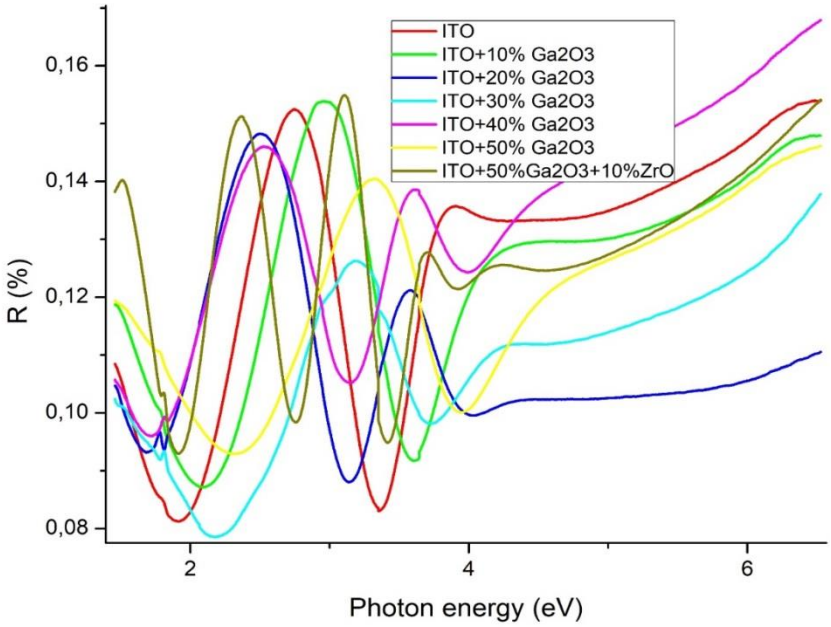



Fig. 2. Spectrul reflectanței filmelor ITO:$Ga_2O_3$

Se observă că coeficientul de reflecție nu depășește 15% pe tot domeniul spectral energetic și coincid pentru toate probele supuse cercetării. Toate filmele obținute sunt uniforme pe întreaga suprafață a suportului. Indicele de refracție al filmelor a fost calculat având în vedere spectrele de reflecție. Spectrul reflectanței are o formă oscilatorie datorită interferenței în film. Indicele de refracție a filmului depus a fost calculat reieșind din relația:

$$n_2 = n_1 \times n_3 \times \frac{1+\sqrt{R_m}}{1-\sqrt{R_m}} \qquad (1)$$

unde: $R_m$ este valoarea minimă a coeficientului de reflecție; $n_1$, $n_2$, $n_3$ – indicele de refracție a aerului, filmului, substratului de safir corespunzător. Indicele de refracție calculat conform relației (1) este situat în intervalul 1,91-1,97.

În Figura 3 este prezentată funcția $(\alpha h\nu)^2 \sim f(h\nu)$ pentru filmele ITO:$Ga_2O_3$.

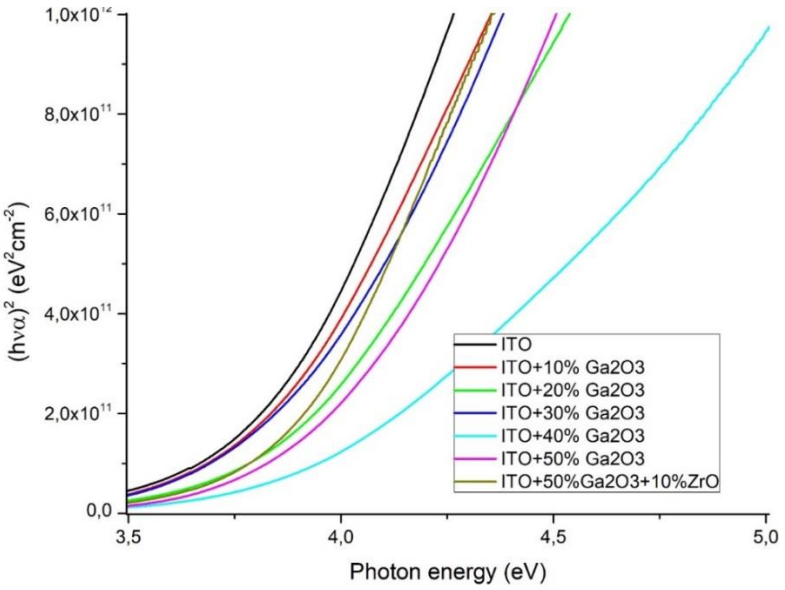



Fig.3. Spectrul absorbanței filmelor ITO:$Ga_2O_3$

Extrapolarea părții lineare a funcției $(\alpha h\nu)^2$ cu axa h$\nu$ ne permite să apreciem lărgimea benzii interzise a filmelor obținute. În Tabel sunt prezentate datele cum variază lărgimea benzii energetice a filmului cu creșterea cantității de $Ga_2O_3$ din sursa supusă evaporării.

*Tabel*

Parametrii optici ai filmelor de ITO:$Ga_2O_3$

| $Ga_2O_3$ (%) | $T_{max}$ (%) | $E_g$ (eV) |
|---|---|---|
| 0 | 70 | 3,78 |
| 10 | 70 | 3,79 |
| 20 | 70 | 3,84 |
| 30 | 70 | 3,80 |
| 40 | 70 | 3,94 |
| 50 | 70 | 3,95 |

Se constată că valorile $E_g$ au crescut ușor de la valoarea 3,78 eV până la 3,95 eV concomitent cu majorarea cantității de $Ga_2O_3$ în țintă. Filmele ITO:$Ga_2O_3$ au fost depuse pe substratul de sticlă și safir folosind tehnica de pulverizare magnetron. A fost investigat efectul majorării cantității de $Ga_2O_3$ asupra proprietăților structurale și optice ale filmelor ITO:$Ga_2O_3$.

*Lucrarea a efectuată cu suportul financiar al ANCD în cadrul* ***Proiectului nr. 20.80009.5007.02.***

# МИНИАТЮРНОЕ ОХЛАЖДАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО НА ОСНОВЕ МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ СЛОЕВ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ ИЗОЛЯТОРОВ $Bi_2Te_3$

*Альбина НИКОЛАЕВА[1], Леонид КОНОПКО[1], Тито ХУБЕР[2],*
*Игорь ГЕРГИШАН[1], Георгий ПАРА[1], Денис НИКА[3]*
*[1]Институт электронной инжинерии и нанотехнологий им. Д. Гицу*
*[2]Химический факультет, Ховард Университет, Вашингтон, DC 20059, США*
*[3]Молдавский государственный университет*

**CZU: 538.9 + 536.2 + 621.362**

***a.nikolaeva@nanotech.md,***
***l.konopko@nanotech.md,***
***thuber@howard.edu,***
***gherghisanigor@mail.ru,***
***gpara@mail.ru, dlnika@yahoo.com***

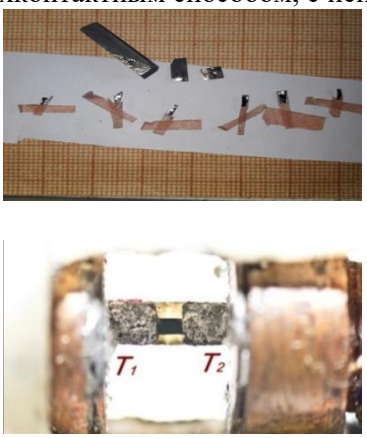
Термоэлектрические материалы, напрямую преобразующие тепловую энергию в электрическую и наоборот, стали объектами повышенного внимания на волне распространения идей и интенсификации развития альтернативной энергетики. Растущий интерес к поиску новых полупроводников для термоэлектрического охлаждения или производства энергии обусловлен тем, что у современных «классических» термоэлектриков на базе теллуридов висмута термоэлектрическая добротность (ZT) не превышает 1 при 300 К. Новейшие разработки последних лет возобновили огромный интерес к термоэлектрическим материалам на основе $Bi_2Te_3$ благодаря открытию совершенно иных подходов и стратегий для увеличения их термоэлектрической эффективности ZT. К числу таких новых стратегий следует отнести:

- квантовый размерный эффект (КРЭ), приводящий к возрастанию термоэлектрической эффективности в размерно-ограниченных структурах (нитей, пленок, квантовых точек) [1];
- топологический изолятор – новый класс материалов в физике твердого тела, особенности поверхностных состояний которых также приводят к повышению термоэлектрической эффективности [2].

Целью нашей работы являлась разработка надежных, методов изготовления монокристаллических слоев различных толщин с воспроизводимыми параметрами на основе топологических изоляторов $Bi_2Te_3$ , $Bi_2Se_3$ и оценка возможности использования их для создания миниатюрных термоэлектрических охладителей, которые могут быть интегрированы в устройства, где требуется локальное охлаждение одной или нескольких областей.

Монокристаллические слои на основе $Bi_2Te_3$ сплавов p и n-типов изготавливались механическим отслаиванием (“mechanical exfoliation”) слоев от монокристаллического слитка соответствующего состава с использованием скотча,

определенной структуры, качества и формы (рис.1, слева) Процесс отслаивания повторялся несколько раз от уже образовавшегося слоя для изготовления слоев различных толщин. Рентгенографические исследования (X-ray difraction) подтвердили, что полученные слои являются монокристаллами с ориентацией оси $C_3$ перпендикулярно плоскости слоя. Исследования темоэдс проводилось двухконтактным способом, с использованием InGa эвтектики.



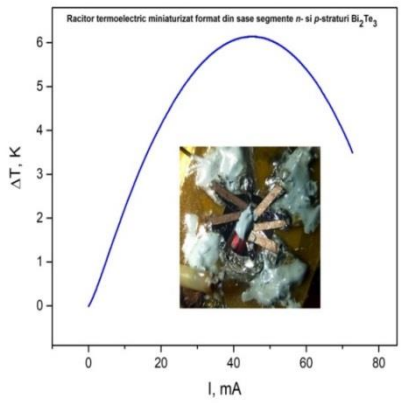




Рис 1. Слева – слои на скотче и держатель с образцом при двухконтактном методе измерения термоэдс; справа – зависимость градиента температуры $\Delta T$ от тока, пропускаемого через 5 термопар из *n*- и *p*-слоев $Bi_2Te_3$; внутри – конструкция для создания градиента температуры.

Температурные зависимости сопротивления носят металлический характер, а обнаруженные осцилляции Шубникова де Гааза подтвердили наличие поверхностных состояний с подвижностями до 80 $x10^3$ $см^2$ /В сек , характерных для топологических изоляторов.

На основе монокристаллических микрослоев $Bi_2Te_3$ *p* и *n*-типов методом сегментирования термопар была создана конструкция, позволяющая получать за счет эффекта Пельтье разность температур $\Delta T = 6$ К при 300К. Известно, что повышение температуры на 10 градусов компьютерных электронных компонентов снижает продолжительность их жизни наполовину. Для повышения градиента температуры охлаждения предполагается увеличить количество термопар до 10 при сохранении площади охлаждения.

***Библиография:***

1. ZHOU, Y. et al. Optimal bandwidth for high Efficiency Thermoelectrics. In: *Phys. Rev.Letter*, 2011, vol.107, p.226601 ISSN 0031-9007.
2. MOORE, J. The birth of topological insulators. In: *Nature,* 2010, vol.464, pp.194-198.

*Работа поддержана проектом* ***№ 20.80009.50007.02*** *в рамках Государственной Программы Молдовы.*

# PREHENSOARE INDUSTRIALE: PREZENT ȘI PERSPECTIVĂ

*Alexei BOTEZ*
**CZU: 621.865.8** *alexei.botez@gmail.com*

Robotica, știința concepției și construirii roboților, este parte componentă a mecatronicii – știință ce studiază totalitatea principiilor, metodelor și mijloacelor necesare realizării produselor.

Robotul este o mașină automată ce îndeplinește funcții variate specifice omului atât în producție, medii nocive sau subacvatice, spațiu cosmic, cât și în locuințe. Acesta constă din sistem de alimentare, sistem de dirijare și sistem de locomoție.

Conform statisticii, circa 41% dintre roboți sunt destinați deplasării (transferului) diferitelor obiecte, fiind evident înzestrați cu diferite tipuri de prehensoare. Restul roboților sunt cei ce efectuează sudură, curățare, vopsire, măsurare etc. [1].

Cuvântul „prehensor” își are originea în limba latină, *prehenso* semnificând apucare, prindere cu mâna. Prehensorul robotului este mecanismul de prindere cu care acesta prinde obiectul deplasat, îl deplasează și îl instalează în locul destinat.

În funcție de construcție, prehensoarele pot fi mecanice, pneumatice, magnetice și speciale [2].

Cele mai răspândite sunt prehensoarele mecanice care realizează prehensiunea prin intermediul forțelor mecanice de contact. Acestea sunt înzestrate cu bacuri (Fig.1) sau tentacule (Fig.2) de diferite construcții.



Fig.1. Prehensor cu bacuri



Fig. 2. Prehensor cu tentacule

Avantajele prehensoarelor mecanice sunt precizia sporită de poziționare, capacitatea portantă mare, construcție compactă.

Ca neajunsuri ar putea fi menționate greutatea proprie sporită, domeniu de utilizare redus, adaptabilitate joasă.

Prehensoarele pneumatice sunt bazate pe principiul diferenței de presiuni ale mediului înconjurător și interiorul elementului de contact al prehensorului. Construcțiile acestor prehensoare pot varia de la prehensoare cu ventuze (Fig.3) la prehensoare cu camere elastice (Fig.4).

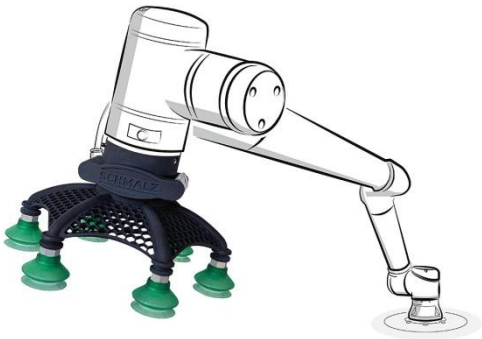


Fig. 3. Prehensor cu ventuze



Fig. 4. Prehensor cu camere elastice

Avantajele prehensoarelor pneumatice sunt costul redus și construcție simplă, neajunsurile – precizie joasă de poziționare, prezența mediului gazos și cerințe speciale față de calitatea suprafețelor pieselor.

Prehensoarele magnetice (Fig.5) prind doar piese din material feromagnetic prin intermediul magneților continui sau al electromagneților.



Fig. 5. Prehensor magnetic

Avantajele prehensoarelor magnetice sunt costul redus și construcție simplă, neajunsurile – posibilitatea prinderii doar a materialelor feromagnetice, imposibilitatea selectării unei piese dintr-o mulțime, lucru la temperaturi sub 60˚C.

Prehensoarele speciale sunt cele ce sunt destinate prinderii pieselor cu proprietăți exclusive, spre exemplu celor de dimensiuni foarte mici sau deosebit de fine.

Drept exemplu pot fi aduse prehensoarele bazate pe efect electrostatic (Fig.6), electroadeziv sau cu elemente din metale cu memorie (Fig.7).

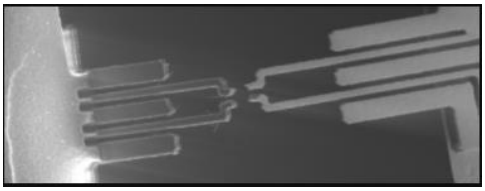


Fig. 6. Prehensor electrostatic

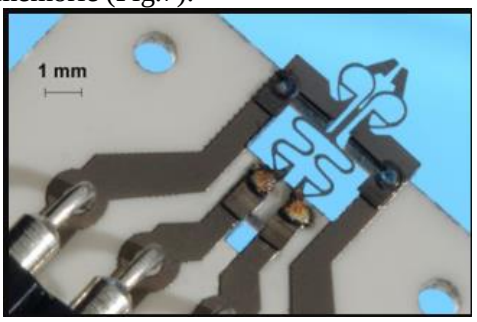



Fig. 7. Prehensor din metal cu memorie

Prehensoarele pot fi active sau pasive: cu mecanism de antrenare sau fără.

În calitate de mecanisme de antrenare pot fi untilizate motoare electrice, pneumatice sau hidraulice, rotative sau liniare. La prehensoarele cu elemente din metale cu memorie, elementele vizate antrenează mecanismul de prindere prin deformare la schimbarea temperaturii din preajma lor.

Alimentarea mecanismelor de antrenare ale prehensoarelor poate fi efectuată cu curent electric sau agent comprimat (aer sau lichid).

În funcție de sarcinile concrete, formele și dimensiunile pieselor operate, numărul și formele tentaculelor (ventuzelor, magneților), formele și dimensiunile prehensoarelor pot varia.

Perspectivele dezvoltării prehensoarelor sunt [3]:

- ridicarea gradului lor de universalitate;
- utilizarea în construcția prehensoarelor a materialelor moderne, mai performante;
- utilizarea traductorilor, senzorilor de diferite tipuri și a vederii artificiale.

***Referințe:***

1. РОЙТМАН, М. А. *Роботы. Большая энциклопедия*. Москва: Эксмо, 2021. 144 с. ISBN: 978-5-04-117878-53-9.
2. *Захваты и инструменты роботов.* [Accesat 17.07-21] Disponibil: https://top3dshop-.ru/blog/robotic-arm-grippers.html
3. ВОРОБЬЕВ, Е.И., ГАВРЮШИН, С.С. *Новые механизмы в современной робототехнике*. Москва: Техносфера, 2018. 316 с. ISBN: 978-5-94836-537-4.

# НЕЛИНЕЙНОЕ УРАВНЕНИЕ ШРЕДИНГЕРА СТАТИСТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

*Александр КЛЮКАНОВ, Денис НИКА*, Серджиу ВАТАВУ
**CZU: 530.145:531.19** *klyukanovalexandr@gmail.com*

Нами рассмотрена проблема связанных состояний квазичастиц с учетом многофононных переходов. Нерелятивистский гамильтониан $H$ электронов и ядер твердого тела

$$H=\sum_{lm}h_{lm}a_l^+a_m+T_N+\frac{1}{2}\sum_{q'}V(q'),V(q)=V_q\left(\rho_{-q}^N\rho_q-\sum_{lm}e_{lm}^{iqr}a_l^+\rho_q a_m\right),\quad h_{lm}=\frac{1}{V}\int_V u_l^*(r)e^{-ik_l\cdot r}he^{ik_m\cdot r}u_m(r)dr \quad (1)$$

включает операторы кинетической энергии и кулоновское взаимодействие зарядов кристалла с плотностью

$$\rho_q=\sum_{nk}z_k e^{-iqR_n^k}-\sum_{lm}e_{lm}^{-iqr}a_l^+a_m,T_N=\frac{1}{4}\sum_{qj}\hbar\omega_{qj}P_{qj}^+P_{qj},P_{qj}=\left(b_{qj}-b_{-qj}^+\right),U_n^k=\sum_{qj}\left(\frac{\hbar\omega_{qj}^{-1}}{2Nm_k}\right)^{1/2}e^{iqn}e_{qj}^k\left(b_{qj}+b_{-qj}^+\right)$$

В нулевом адиабатическом приближении (АП) положения ядер $R_n^k=n+k+U_n^k$ фиксированы и смещения их равны нулю, $U_n^k=0$, а решением является полный набор функций Блоха $|l\rangle$, где $l=\{k_l,l,\sigma_z\}$ – набор квантовых чисел электрона. Квазиимпульс электронов сохраняется, одночастичные матричные элементы $e_{lm}^{iqr}=\sum_{nk}e^{iQ_{ml}^q\cdot n}\frac{1}{s\Omega N}\int_\Omega u_l^*(r)e^{iQ_{ml}^q\cdot r}u_m(r)dr=\sum_{nk}\phi_{lm}^n(q),\quad Q_{ml}^q=q+k_m-k_l$ (2) и $h_{lm}$ (1) не зависят от $U_n^k$, а гамильтониан (1) определяет периодический потенциал Хартри-Фока. Далее, в соответствии с АП, в операторе $H$ (1) необходимо учесть $U_n^k$, разложить в ряд по смещениям ядер и найти в линейном по $U_n^k$ приближении взаимодействие электронов и фононов. Без ограничения линейным по $U_n^k$ приближением с учетом многофононных переходов матричные элементы $e_{lm}^{iqr}=\sum_{nk}\phi_{lm}^n(q)e^{i(Q_{ml}^q\cdot U_n^k)}$, $h_{lm}=\sum_{nk}h_{lm}^n e^{i(Q_{ml}\cdot U_n^k)}$ (3) в работе представлены в приближении Дебая-Уоллера. Как следует из формулы (3), средняя по электронным состояниям плотность заряда системы $\langle\rho_q\rangle_e=\rho_q^e$ зависит от плотности электронов $\rho_{-q}^e=\sum_{nk}z_k^n(q)e^{iqU_n^k},z_k^n(q)=z_k e^{iq\cdot k+n}-\sum_l\phi_{ll}^n(q)n_l=z_k(q)e^{iq\cdot n}$. Здесь $n_l$ – функция распределения электронов Ферми-Дирака, $z_k^n(q)$,определяет эффективный заряд ядра с учетом экранировки электронами внутренних оболочек. Приближение

Дебая-Уоллера (3) обосновывает модель желе и позволяет доказать справедливость метода Эвальда решеточного суммирования энергии

$$\langle H\rangle = \sum_l h_{ll} n_l + \frac{1}{2}\sum_{qj}\hbar\omega_{qj}\left(N_{qj}+\frac{1}{2}\right)+\sum_{b_g}\frac{2\pi Ne^2}{\Omega b_g^2}\sum_{k,k'} z_k\left(b_g\right)z^*_{k'}\left(b_g\right)e^{-W^k_{b_g}-W^{k'}_{b_g}} \quad (4)$$

Приближения (3,4) обеспечивают быструю сходимость решеточных сумм благодаря фактору Дебая-Уоллера в соответствии с методом Эвальда. Здесь $b_g$ – вектор обратной решетки. Решение проблемы спектра частот в работе найдено в рамках метода уравнений движения Гейзенберга, инфинитезимальных возмущений и приближения среднего поля с использованием представления квазичасиц с гамильтонианом $H_Q = \sum_l \varepsilon_l a_l^+ a_l + \sum_{qj}\hbar\omega_{qj}\left(b^+_{qj}b_{qj}+\frac{1}{2}\right)$ (5). Здесь $H_Q$ не нулевое приближение, а решение $H = H_Q$, параметры которого $\varepsilon_l, \omega_{qj}$ определены в полюсе двухчастичной функции электронов Грина. Электронная функция Грина $\tilde{G}^{nk}_{lm}(q,\omega)$ имеет вид

$$\tilde{G}^{nk}_{lm}(q,\omega) = V_q\left(n_l - n_m\right)\phi^n_{lm}(q)\left\langle\left(e^{iqr}\right)^{nk}_{lm}\right\rangle\left(\hbar\omega\phi^n_{lm}(q)-\Sigma^{nk}_{lm}(q,\omega)\right)^{-1}, \Sigma^{nk}_{lm}(q,\omega) = \left\langle\left[\phi^n(q),h\right]^{nk}_{lm}\right\rangle - g^{nk}_{lm} - k^{nk}_{lm} + S^{nk}_{lm}/\hbar\omega\,. \quad (6)$$

Полюс функции Грина $\tilde{G}^{nk}_{lm}(q,\omega)$ (6) опеределяет спектр электронов из уравнения Шредингера относительного движения пары квазичастиц в импульсном представлении $\hbar\omega\phi^n_{lm}(q) = \Sigma^{nk}_{lm}$ (7).

В полюсе (7) функции Грина (6) необходимо вычислить функции $\phi^n_{lm}(q)$ и энергетический спектр связанных электронных квазичастиц с учетом их взаимодействия с фононами. Здесь

$$\left\langle\left[\phi^n(q),h\right]^{nk}_{lm}\right\rangle - g^{nk}_{lm} = \left(\phi^n(q)h^{nk}_c - h^{nk}_c\phi^n(q)\right)_{lm} - \Gamma^{nk}_{lm},\quad h^{nk}_c = \left\langle h^{nk} - \sum_{q_1} V_{q_1}\left(\rho^e_{q_1}e^{iq_1r} + e^{-iq_1r}ne^{iq_1r}\right)^{nk}\right\rangle, \Gamma^{nk} = \sum_{q_1} V_{q_1}\left\langle\left(e^{-iq_1r}\left(n\phi^n(q)-\phi^n(q)n\right)e^{iq_1r}\right)^{nk}\right\rangle$$

Уравнения (6,7) позволяют учесть многофононные переходы в кинетических явлениях в твердом теле. В идеальном кристалле уравнение (7) не зависит от вектора $n$, так как уравнение (7) и уравнение $\hbar\omega\phi_{lm}(q) = \Sigma^k_{lm}$ отличаются несущественным фазовым множителем. Зависимость спектра от номера ячейки может быть связана только с несовершенством кристалла и конечными размерами. Но зависимость от радиус-вектора атома в узле $k$ в идеальном бесконечном кристалле при этом остается, что позволяет естественным путем ввести функцию Грина подрешетки $\tilde{G}^k_{lm} = \sum_n \tilde{G}^{nk}_{lm}e^{iQ^q_{ml}n}$ и учесть давыдовское расщепление. Если вершинной функцией $\Gamma^{nk}$ можно пренебречь, уравнение (7) в

полюсе сводится к статистическому уравнению Хартри-Фока $E_l^k \phi_{lm}^k(q) = (h_c^k)_{lp} \phi_{pm}^k(q)$ с учетом многофононных переходов, в котором, однако, связанные состояния отсутствуют. Если функции $\phi_{lm}^k(q)$ являются правильными функциями, диагонализующими матрицу $(h_c^k)_{lm}$, то $\hbar\omega = (h_c^k)_{mm} - (h_c^k)_{ll} = \hbar\omega_{ml}^k$. В общем случае для нахождения спектра электронов необходимо диагонализовать матрицу $(h_c^{nk})_{lm}$. Вершинная функция $\Gamma^k$ определяет энергию связи электронов куперовских пар и экситонов. Если одночастичные функции Грина определяют спектр энергий квазичастиц, то двучастичные – спектр пар. На этом этапе, если снять усреднение в операторе $\Sigma_{lm}^k$, можно получить квантовомеханическое описание проблемы отклика с учетом взаимодействия квазичастиц. Наиболее существенная разница между квантовомеханическим и статистическим подходами возникает при учете экранировки кулоновского взаимодействия пар квазичастиц с использованием флуктуационно-диссипационной теоремы (ФДТ). Экранировка, характеризуемая функцией $k_{lm}^{nk}$ (6), для марковских процессов сводится к замене Фурьем образа кулоновского потенцмала $V_q$ на $V_q / \varepsilon(q,\omega)$. Здесь продольная диэлектрическая функция $\varepsilon(q,\omega)$ свободна от приближения хаотических фаз вследствие ФДТ. В квантовой механике и статистической физике эффект экранировки можно учесть только за рамками одночастичного приближения Хартри-Фока. Уравнение (7) является нелинейным уравнением Шредингера статистической физики для связанных состояний квазичастиц. Учет экранированного кулоновского взаимодействия приводит к дополнительному вкладу в функцию $\Sigma_{lm}^{nk}$ (6). Терм $S_{lm}^{nk} / \hbar\omega$ в функции $\Sigma_{lm}^{nk}$ (6) обусловлен взаимодействием с фононами, которое существенно меняет зависимость от $\omega$ уравнения (7) для частоты перехода. Это уравнение становится нелинейным. При выполнении неравенства $S_{lm}^{nk} << \hbar\omega$ малая поправка $S_{lm}^{nk} / \hbar\omega_{lm}$ соответствует второму порядку теории возмущений. Так при расчете экситона для междузонного перехода $\hbar\omega_{lm} \cong E_g$ электрон-фононное взаимодействие $S_{lm}^{nk}$ несущественно. Развитое самосогласованное приближение свободно от ТВ и справедливо при произвольном соотношении между $S_{lm}^{nk}$ и $\hbar\omega$, в частности и при $S_{lm}^{nk} > \hbar\omega$, что может существенно изменить частоту перехода $\omega$ в частности – энергию связи куперовских пар.

*Исследования выполнены в рамках проектов Республики Молдова* ***20.80009.5007.12*** *и* ***20.80009.5007.02*** *(Program de Stat (2020-2023)* www.ancd.gov.md).

# ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО МОДИФИЦИРОВАНИЯ РОДИЕМ НА СЕНСОРНЫЙ ОТВЕТ К ОЗОНУ ПЛЕНОК $In_2O_3$ И $SnO_2$: РОЛЬ РАЗМЕРНОГО ЭФФЕКТА

*Геннадий КОРОТЧЕНКОВ, Михаил ИВАНОВ*
**CZU: 539.23 + 621.315.592**
gkorotcenkov@usm.md

Родий (Rh) является благородным металлом, обладающим ярко выраженными каталитическими свойствами, способными повышать эффективность многих химических реакций[1]. Гетерогенный катализ является также одной из реакций, отвечающих за газочувствительный эффект, наблюдаемый в оксидах металлов [2], поэтому вполне естественен интерес к использованию родия в качестве поверхностного модификатора, усиливающего кондуктометрический ответ металлоксидных пленок к различным газам [3]. В этой связи мы решили оценить влияние родия на сенсорный отклик пленок $In_2O_3$ и $SnO_2$ к озону. Озон – сильный окислитель, перспективный для использования в экологически чистых технологиях [4]. Однако присутствие озона в атмосфере вредно для здоровья человека.

Для исследований использовались пленки $In_2O_3$ и $SnO_2$ осажденные методом спрэй пиролиз. Пленки имели толщину 40–50 нм. Мы в [5] показали, что такие толщины являются оптимальными для разработки сенсоров обнаружения окисляющих газов, таких как озон. Родий (Rh) наносился на поверхность пленок с помощью источника, использующего испарение родия микроэлектронным пучком [6,7]. Учитывая отсутствие сплошного родиевого покрытия на поверхности металлоксидных пленок, степень покрытия родием оценивали в монослоях (ML). Прототипы газовых сенсоров испытывались в проточной измерительной ячейке в диапазоне температур 25–450° C. Тестовый газ имел концентрацию ~1 ppm.

В результате проведенных исследований было установлено, что модификация поверхности оксидов металла родием оказывает заметное влияние на реакцию сенсора (см. рис. 1). Кондуктометрический отклик сенсоров на основе пленок, модифицированных родием, имеет четко выраженный максимум при покрытии Rh ~ 0,01 ML. По мере дальнейшего увеличения степени покрытия поверхности родием отклик датчика уменьшается. Это говорит о том, что активность родия на поверхности оксидов металлов зависит от степени покрытия поверхности родием. При низкой степени покрытия родий действует как активатор взаимодействия озона с поверхностью оксидов металла, а при большей степени покрытия Rh ведет себя как отравитель или каталитически активный фильтр, предотвращающий это взаимодействие. Ранее мы наблюдали этот эффект после модификации поверхности $SnO_2$ серебром и палладием [8].

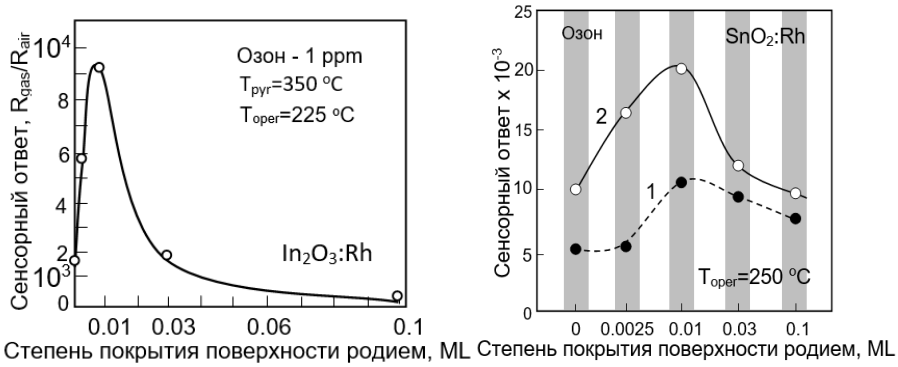



Рис. 1. Влияние модификации родием поверхности пленок $In_2O_3$ и $SnO_2$ на их кондуктометрический ответ к озону (~1 ppm)




Рис. 2. Схематическое изображение процессов, происходящих на поверхности $In_2O_3$ и $SnO_2$, модифицированных родием (A) при увеличении степени покрытия поверхности родием, и (B) при обнаружении озона: (а), (б) – процессы, происходящие на атомарном родии, (с), (д) – процессы на кластерах Rh.

Сравнение полученных результатов с данными XPS, представленными в [6,7], показывает их четкую корреляцию. Снижение отклика сенсора происходит при покрытиях Rh (> 0,01 - 0,02 ML), при которых начинает уменьшаться энергия связи $Rh3d_{5/2}$. Анализируя полученные данные, в [6,7], мы пришли к выводу, что уменьшение энергии связи является следствием увеличения размеров наночастиц родия. Если Rh на поверхности $In_2O_3$ и $SnO_2$ при покрытии

менее 0,01 ML находится в атомарном или близком к этому состоянию, то при покрытиях Rh, превышающих 0,01 ML, начинается формирование 3D-кластеров. Размер этих 3D-кластеров увеличивается с увеличением покрытия поверхности оксидов металла родием и может достигать 1-2 нм при покрытии 0,1 ML Rh [7].

Основываясь на вышесказанном, был сделан вывод, что если атомарно-дисперсное состояние родия способствует увеличению чувствительности к озону, то переход в кластерное состояние сопровождается падением сенсорного ответа. В результате анализа всех полученных данных и данных, приведенных в [9,10], была предложена модель происходящих явлений, которая представлена на рисунке 2. Согласно этой модели, появление максимума на зависимости сигнала сенсора от степени покрытия поверхности $In_2O_3$ и $SnO_2$ родием в диапазоне 0,0-0,01 ML является простым следствием увеличения количества атомов родия на поверхности металлоксидов.

Что касается причин уменьшения чувствительности сенсора к озону, то этот процесс объясняется тем, что трехмерные кластеры родия на поверхности $In_2O_3$ и $SnO_2$ либо блокируют центры диссоциативной адсорбции озона на поверхности оксидов металла или образуют канал диссоциации озона, когда диссоциация озона происходит на поверхности кластера родия без какого-либо электронного обмена между родиевым кластером и оксидом металла. Из-за появления дополнительного канала диссоциации озона, количество озона, непосредственно взаимодействующего с поверхностью оксидов металла, уменьшается.

***Литература:***

1. ERDOHELYI, A. Hydrogenation of carbon dioxide on supported Rh catalysts. In: *Catal*. 2020, 10, 155.
2. KOROTCENKOV, G. Metal oxides for solid state gas sensors: What determines our choice? In: *Mater. Sci. Eng. B* 2007, *139*, 1-23.
3. STAERZ, A., et al. Rhodium oxide surface-loaded gas sensors. In: *Nanomaterials,* 2018, 8, 892.
4. OYAMA, S.T. Chemical and catalytic properties of ozone. In: *Catal. Rev*., 2000, 42, 279-322.
5. KOROTCENKOV, G. et al. $In_2O_3$ and $SnO_2$-based ozone sensors: Design and characterization. In: *Crit. Rev. Sol. St. Mater. Sci*. 2018, 43(2), 83-132.
6. KOROTCENKOV, G. et al. XPS study the $SnO_2$ films modified with Rh. In: *Surf. Interface Anal.*, 50(8) (2018),
7. 795-801.
8. KOROTCENKOV, G. et al. XPS studies of Rh/$In_2O_3$ system. In: *Surf. Interface* 2021, 22, 100794.
9. KOROTCENKOV, G. et al. Catalytically active filters deposited by SILD method for inhibiting sensitivity to ozone of $SnO_2$-based conductometric gas sensors. In: *Ferroelectrics*, 2014, 459(1), 46-51.

10. KOROTCENKOV, G. et al. $In_2O_3$ and $SnO_2$ based ozone sensors: Fundamentals. In: *J. Sensors*. 2016, 2016, 3816094.
11. YATES, D.J.C. et al. The catalytic activity of rhodium in relation to its state of dispersion. In: *J. Catal*. 1967, 8, 348-358.

*Исследование финансировалось проектом* ***20.80009.5007.02*** *в рамках Государственной программы Республики Молдова.*

# PREPARATION OF ZnO/Si STRUCTURES BY HYDROTHERMAL METHOD FOR PHOTOVOLTAIC AND HIGHPOWER ELECTRONICS APPLICATIONS

*Simion RAEVSCHI, Leonid GORCEAC, Vasile BOTNARIUC, Petru CHETRUȘ, Petru GAUGAȘ and Sergiu VATAVU*

**CZU: 539.23:621.315.592**

*svatavu@usm.md*

Zinc oxide is a multifunctional wide-bandgap semiconductor having perspectives of use in optoelectronics, acoustoelectronics, sensorimetry, in medical devices, in construction, at the preparation of ceramics, tires etc. Methods of ZnO layers synthesizing from zinc organic solutions in various solvents by the hydrothermal method are quite simple and of low cost.

This research is related to establishing the efficiency of hydrothermal technology of ZnO layers growth on silicon, their physical properties investigations in order to use them, in particular, as a buffer layers in GaN/ZnO/Si heterojunctions.

The ZnO thin layers were synthesized from the following solvents: water, water + ethanol, water+ methanol, water+ propanol, water+ acetone, ethanol, propanol, methanol. The dihydrate zinc acetate, $Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$ was used for to obtain the seed crystal layers. The deposition of the own ZnO layer was carried out by using an aqueous solution of $Zn(NO_3)_2$+KOH. The polished silicon wafers, Si(111) of both p- and n- type elctrical conductivity having resitivity of 0.1 Ω·cm, were used as substrates.

GaN layers on to ZnO/Si structures were synthesized by using HVPE method. It was shown the possibility of ZnO buffer layer obtaining by hydrothermal method and its efficiency as a barrier for Si diffusion from the substrate into the synthesized GaN layer.

The possibility of gallium nitride layers obtaining by using ZnO buffer layer, deposited at low temperatures from the zinc organic compounds solutions, on to silicon of both n- and p-type electrical conductivity, was established. The decisive role of the Si substrates conductivity type on the deposited ZnO layer properties was confirmed. ZnO layers deposited on to p-type conductivity substrates have better crystalline structure than those deposited on n-type Si(111).

***Acknowledgement.*** *This research was funded by the National Agency aor Research ϕnd Development of the Republic of Moldova,* ***grant 20.80009.5007.12****.*

# ATELIERUL ȘTIINȚIFICO-PRACTIC „TEHNOLOGII FIZICE AVANSATE CU APLICAREA UVS ÎN MONITORIZAREA ȘI MODELAREA FACTORILOR DE MEDIU”

## CONTRIBUȚII LA PROBLEMA BRAHISTOCRONĂ

*Alexandr BARSUC, Florentin PALADI*
**CZU: 531.33** *a.a.barsuk@mail.ru, fpaladi@usm.md*

Brahistocrona (din greacă: *brahistos* – „cel mai scurt”, *chronos* – „timp”) este curba din planul vertical, de-a lungul căreia un punct material, care se mișcă sub acțiunea gravitației, parcurge în cel mai scurt timp distanța dintre două puncte date. Problema curbei brahistocrone a fost considerată încă din antichitate, în prezent aceasta având numeroase aplicații practice. Studiul experimental a fost reluat în 1638 de Galileo Galilei, însă rezolvarea teoretică riguroasă a acestei probleme în aproximația când se neglijează cu forța de frecare a fost obținută prin metoda calculului variațional. În iunie 1696, matematicianul Johann Bernoulli publică în revista „Acta Eruditorum” *problema brahistocronă*: determinarea traiectoriei celei mai rapide descendențe sub acțiunea forței gravitaționale sau așa-numitei curbe cu cea mai rapidă coborâre. „Acta Eruditorum” a fost prima publicație științifică germană, editată în limba latină, în perioada 1682-1782. Problema a fost republicată apoi și sub forma unei broșuri adresate „celor mai ascuțite minți de matematicieni din întreaga lume”. A fost stabilit un termen de șase luni pentru rezolvarea ei, iar soluții au fost propuse de Isaac Newton, Gottfried Wilhelm von Leibniz și Guillaume de l'Hôpital, precum și de frații Johann și Jakob Bernoulli, fiind demonstrat că cicloida inversă este soluția problemei brahistocrone clasice.

Includerea forței de frecare neconservatoare introduce în formularea problemei brahistocrone modificări calitative ale conținutului acesteia în comparație cu varianta ei clasică. În acest caz, caracteristicile de mișcare ale unui punct material depind nu doar de valorile momentane ale coordonatelor, așa cum se întâmplă în cazul problemei brahistocrone clasice, cât și de valorile lor pe întreaga porțiune a traiectoriei parcurse. Aceasta conduce la faptul că integrandul din forma funcțională respectivă conține, la rândul său, mărimi integrale și, ca rezultat, condițiile de optim al traiectoriei, în general, iau forma unor ecuații integro-diferențiale neliniare. De asemenea, trebuie de remarcat faptul că, atunci când se analizează forța de frecare ce rezultă din mișcarea unui punct material, este necesar să se ia în considerație constrângerea de cuplare care asigură mișcarea de-a lungul unei traiectorii date atât la efectul static (forța de greutate), cât și la cel dinamic (forța centrifugă). Formarea unei traiectorii optime, atunci când un punct material se mișcă ținând cont de forța de

frecare determinată doar de forța de greutate a punctului material, a fost studiată în articolul [1]. În această publicație, soluția problemei este prezentată într-o formă analitică închisă. În pofida faptului, o analiză riguroasă a acestei soluții și a rezultatelor calculelor numerice respective demonstrează că soluția obținută în [1] nu este cea optimă. Vom demonstra, astfel, că soluția corectă a problemei variaționale în formularea dată poate fi obținută într-o formă analitică exactă, atunci când la construcția traiectoriei optime, adică a curbei cu cea mai rapidă coborâre, se ia în considerație influența ambelor forțe – forța de greutate (efectul static) și forța centrifugă (efectul dinamic). În general, formularea variațională a problemelor include ample oportunități pentru soluționarea lor eficientă prin utilizarea unor substituții justificate de variabile. În acest sens, vom mai menționa rolul transformărilor canonice în soluționarea problemelor mecanicii clasice. Prin urmare, reprezentarea soluțiilor necesare în formă parametrică, alegerea rațională a parametrului în această reprezentare și transformările conexe ale funcționalului sunt utilizate pe larg încă la etapa formulării problemei variaționale. Ca rezultat, este posibil să se realizeze o simplificare semnificativă a expresiei pentru funcționalul optimizat în comparație cu abordarea general acceptată și, în cele din urmă, să se determine reprezentarea optimă a traiectoriei într-o formă analitică închisă. Vom remarca că reprezentarea funcțiilor într-o formă parametrică este mai generală decât definiția lor într-o formă explicită. În consecință, obținem că reprezentarea funcțiilor în formă parametrică și formularea condițiilor necesare pentru acestea în problemele variaționale vor conduce la concluzii suplimentare cu privire la soluțiile optime și, astfel, abordarea dezvoltată aici poate avea o precizie de calcul mai mare.

Într-un câmp gravitațional omogen, caracterizat prin accelerația gravitațională *g*, se studiază mișcarea unui punct material de masă *m* într-un plan vertical. Vom presupune că în momentul inițial de timp, *t*=0, punctul material este în repaus, astfel încât $v(t=0)=0$, unde *v*(*t*) este viteza punctului material. În formularea variațională a problemei brahistocrone se obține:

$$J[y]=\int_a^b F(x,y,y')dx \to \min_{y(x);\, y(a)=A, y(b)=B}, \qquad (1)$$

unde soluția căutată este prezentată în (1) într-o formă explicită a traiectoriei $y=y(x)$. Acum presupunem că această funcție este definită în formă parametrică $x=x(\alpha)$, $y=y(\alpha)$ $(\alpha_1 \le \alpha \le \alpha_2)$. Presupunem, de asemenea, că dependența $x=x(\alpha)$ este monotonă. Există o funcție inversă $\alpha=\alpha(x)$ și, prin urmare, există și o dependență explicită echivalentă $y=y(\alpha)=y(\alpha(x))=y(x)$. Problema variațională (1) și condițiile de frontieră neliniare corespunzătoare pot fi acum reprezentate în forma:

$$J[x,y]=\int_{\alpha_1}^{\alpha_2} F\left(x(\alpha),y(\alpha),\frac{y_\alpha(\alpha)}{x_\alpha(\alpha)}\right)x_\alpha(\alpha)d\alpha\to\min_{x,y}.$$

$$x(\alpha_1)=a,\ x(\alpha_2)=b,\ y(\alpha_1)=A,\ y(\alpha_2)=B \qquad \text{și}$$

$$x'_\alpha F_x-\frac{d}{d\alpha}(F-y'F_{y'})=0,\ x'_\alpha F_y-\frac{d}{d\alpha}F_{y'}=0. \tag{2}$$

În particular, pentru $\alpha=x$ și $x'_\alpha=1$, care corespund unei forme explicite a funcției, din expresiile (2) se obțin direct următoarele ecuații:

$$F_x-\frac{d}{dx}(F-y'F_{y'})=0,\ F_y-\frac{d}{dx}F_{y'}=0. \tag{3}$$

A doua dintre ecuațiile de mai sus coincide cu ecuația lui Euler pentru problema variațională (1), iar cunoscuta expresie pentru prima integrală a ecuației lui Euler $F-y'F_{y'}=C$ rezultă din prima ecuație din (3) pentru $F_x=0$. În cazul când $F_x\neq 0$, expresia generală pentru rata de schimb rezultă din aceeași ecuație:

$$\frac{d}{dx}(F-y'F_{y'})=F_x. \tag{4}$$

Vom menționa, de asemenea, că dacă $y(x)$ este o soluție a ecuației Euler, atunci prima ecuație din (3) este o identitate față de această soluție, iar ecuația respectivă poate fi scrisă în forma $y'\left(F_y-\frac{d}{dx}F_{y'}\right)=0$. Ecuațiile (3) și (4) rezultă doar din reprezentarea explicită a funcției date $y=y(x)$ într-o formă parametrică echivalentă $x=x,\ y=y(x)$ și sunt, prin urmare, ecuații definite într-o formă generală.

Comparația intervalelor de timp pentru parcurgerea traiectoriilor optime obținute în aproximații diferite, precum și a unei traiectorii rectilinii demonstrează că efectul de optimizare este semnificativ, în timp ce analiza comparativă a duratei de mișcare pentru traiectoriile optime și un arc de cerc arată doar o ușoară discrepanță în valorile lor [2]. Prin urmare, influența efectului dinamic sub acțiunea forței centrifuge asupra timpului de mișcare de-a lungul unei traiectorii curbilinii este semnificativă și nu trebuie neglijată pentru calculele exacte.

***Referinţe:***

1. ASHBY, N., BRITTIN, W.E., LOVE, W.F., Wyss, W. Brachistochrone with Coulomb friction. In: *American Journal of Physics*, 1975, vol.43, no.10, pp.902-905.
2. BARSUK, A.A., PALADI, F. *A contribution to the Brachistochrone problem for moving bodies under the Coulomb friction*. 2021, working paper.

*Autorii sunt recunoscători sprijinului oferit de Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltare și de Universitatea de Stat din Moldova în* ***Proiectul de cercetare 20.80009.7007.05.***

# POLUAREA AERULUI ATMOSFERIC DE LA SURSELE MOBILE PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA ÎN ANII 2015-2019

*Viorica GLADCHI*
**CZU: 504.3.054(478)** viorica.gladchi@gmail.com

Este cunoscut că problemele ce țin de poluarea și protecția aerului atmosferic sunt de nivel global, deoarece orice poluare locală devine o problemă regională și chiar globală, datorită mișcării permanente a maselor de aer deasupra Terrei.

Republica Moldova face parte din țările care au aderat la Convenţia asupra poluării atmosferice transfrontaliere pe distanţe lungi. Țara noastră nu contribuie esențial la poluarea avansată a aerului, dar totuși există un șir de activități economice, care intensifică acest proces. Având în vizor aceste considerente și ținând cont de specificul transfrontalier al problemei de poluare și protecție a aerului, devine actual și necesar de monitorizat calitatea acestuia și nivelul de emisii de substanțe nocive în atmosferă.

Sursele de poluare antropogenă a aerului pot fi divizate în surse staționare și mobile. Sursele potențiale de poluanți ai aerului în mare parte sunt similare în majoritatea țărilor, deosebirea constând în existența și intensitatea diferitelor ramuri ale economiilor naționale și în unele particularități ale acestora. Este cunoscut că poluarea aerului este mai avansată în așezările urbane în comparație cu sectorul rural, ceea ce este determinat de existența mai multor întreprinderi, unități de transport, activitatea sectorului energetic și altele. În Republica Moldova, de exemplu, în atmosferă pătrunde o cantitate considerabilă de poluanți de la producerea energiei electrice și termice, de la transportul auto, feroviar, fluvial și aerian, de la industria națională. Poluanții cei mai importanți rezultați din aceste activități sunt oxizii de carbon, oxizii de sulf și azot, particulele în suspensie, praful, formaldehida, hidrocarburile, benz(a)pirenul etc.

Informația privind emisiile substantelor poluante în aerul atmosferic de la sursele mobile (transportul auto) și de la sursele stationare ale agentilor economici, la nivel național, ține de competența Agenției de Mediu, care este stocată pe site-ul oficial al Biroului Național de Statistică.

Analiza datelor statistice denotă că sursa principală de emisii poluante în aerul atmospheric, pe teritoriul Republicii Moldova, reprezintă transportul auto. Evacuările medii anuale de substanțe toxice în atmosferă de la sursele mobile constituie 200,6 mii tone pe an (93%), în comparație cu 14,8 mii tone anual (7%) evacuate de sursele staționare.

Deși, în anii 2015-2019, are loc creșterea numărului de unități de transport auto pe teritoriul republicii de la 715,5 mii (în 2015) până la 855,5 mii de unități (în 2019), se atestă fenomenul de micșorare în anul 2019 a emisiilor substanțelor nocive de la transportul auto cu cca 10%, în comparație cu emisiile în anul 2015 și cu 45% în

comparație cu anul 2017. Acest fapt poate fi explicat prin eliminarea din uz a mijloacelor de transport vechi și prezența mai abundentă în parcul auto republican a mijloacelor auto mai noi și performante, care elimină cantități mai mici de substanțe nocive în timpul funcționării.

Pentru perioada analizată este caracteristică o dinamică a emisiilor de substanțe nocive în aerul atmosfeic de la transportul auto, care se caracterizează prin cantitățile minimale în anul 2019 și cantitățile cele mai mari în anul 2017, media fiind de 200,6 mii tone pe an.

Emisiile de la transportul auto conțin monoxid de carbon (CO), dioxid de azot ($NO_2$), dioxid de sulf ($SO_2$), hidrocarburi ($C_xH_y$) și altele. Dinamica emisiilor denotă valorile cele mai mari în anul 2017 și cele mai mici în anul 2019. La fel, se observă un trend de micșorare a emisiilor, începând cu anul 2018, ceea ce poate fi explicat prin înnoirea parcului auto cu mijloace de transport mai moderne.

Emisiile de monoxid de carbon constituie 72% din masa tuturor emisiilor de la transport auto. Pe parcursul anilor 2015-2019, se atestă o micșorare a emisiilor de CO în atmosferă, emisiile maximale fiind în 2017, iar cele minimale – în 2019. Monoxidul de carbon se formează în urma arderii incomplete a combustibilului în motoarele cu ardere internă. Sursă principală de monoxid de carbon emis în aer în urma arderii reprezintă motoarele Diesel. Acest gaz reprezintă un factor de risc pentru sănătatea umană, el este inclus în grupa poluanților din clasa a patra de pericol (mai puțin periculoase). Este un gaz toxic, concentrația maximă admisibilă diurnă fiind de 3 mg/m$^3$. La concentrații de cca 100 mg/m$^3$ poate provoca decesul din cauza reducerii capacității de transport a oxigenului în sânge, are consecințe asupra sistemului respirator și a sistemului cardiovascular. La concentrații mai scăzute monoxidul de carbon afectează sistemul nervos central; slăbeşte pulsul inimii, micșorând astfel volumul de sânge distribuit în organism; reduce acuitatea vizuală și capacitatea fizică. De asemenea, expunerea în aerul ce conține monoxid de carbon, poate cauza dificultăți respiratorii și dureri în piept ale persoanelor cu boli cardiovasculare; determină iritabilitate, migrene, respirație rapidă, lipsă de coordonare, greață, amețeală, confuzie, reduce capacitatea de concentrare. Cei mai vulnerabili față de conținutul majorat de monoxid de carbon sunt copiii, vârstnicii, persoanele cu boli respiratorii și cardiovasculare, persoanele anemice, fumătorii.

Informația prezentată de Biroul Național de Statistică indică emisiile însemnate în aerul atmosferic ale dioxidului de azot și ale hidrocarburilor în timpul exploatării transportului auto, ponderea medie a cărora constituie a câte cca 11% din masa tuturor substanțelor emise. În perioada anilor 2015-2019, se observă o creștere continuă a emisiilor de dioxid de azot de la sursele mobile. Dioxidul de azot se formează în procesul de ardere a combustibilului în motoarele cu ardere internă, principalele fiind motoarele Diesel. Acest gaz contribuie la formarea ploilor acide, efectului de seră, a smogului (în zile însorite și fără vânt). În afară de aceste efecte asupra mediului ambiant, dioxidul de azot are un impact negativ asupra sănătății

populației, ce se află în zonele poluate. El este cunoscut ca fiind un gaz foarte toxic, concentrația maximă admisibilă diurnă pentru acesta constituie 0,04 mg/m$^3$, el fiind poluant periculos din clasa de pericol doi. Creșterea concentrației de $NO_2$ poate provoca acutizări pentru persoanele cu boli respiratorii, probleme cardiovasculare, diabetici și cei predispuși la bolile cancerigene.

Analiza datelor privind emisiile de transport auto a dioxidului de sulf în perioada investigată denotă că acestea constituie numai 3% din masa substanțelor poluante, dar, ca și în cazul dioxidului de azot, se observă tendința de creștere a cantității acestui gaz în atmosferă. Sursa principală a dioxidului de sulf o constituie arderea combustibilului în motoarele Diesel. Acest gaz este atribuit clasei de pericol trei și este moderat periculos. Concentrația maximă admisibilă a dioxidului de sulf este ca media diurnă a acestuia în aer să constituie 0,05 mg/m$^3$. Emisiile în aerul atmosferic a dioxidului de sulf pot să contribuie la apariția ploilor acide sau a smogului. Pentru populația care respiră aerul poluat cu acest gaz, efectele negative se observă la nivelul aparatului respirator, provocând patologii severe.

Așadar, datele statistice privind emisiile din sursele mobile ale substanțelor poluante în aerul atmosferic pe teritoriul Republicii Moldova în anii 2015-2019 denotă următoarele:

- sursa principală de emisii poluante în aerul atmosferic pe teritoriul Republicii Moldova (93%) reprezintă transportul auto, iar sursele staționare ale agenților economici evacuează numai 7% din totalul noxelor emise;

- se atestă fenomenul de micșorare a emisiilor substanțelor nocive de la transportul auto. Acest fapt poate fi explicat prin eliminarea din uz a mijloacelor de transport vechi și prezența mai abundentă în parcul auto republican a mijloacelor auto mai noi și performante, care elimină cantități mai mici de substanțe nocive în timpul funcționării;

- ponderea medie a monoxidului de carbon în emisiile de la transportul auto constituie 72% din masa tuturor emisiilor înregistrate, ceea ce reprezintă un factor de risc pentru sănătatea populației. Ponderea dioxidului de azot și a hidrocarburilor în perioada analizată este a câte 11%, iar a dioxidului de sulf – 3% din masa medie totală a emisiilor. Pe parcursul anilor 2015-2019 se observă o creștere a emisiilor de dioxid de azot și dioxid de sulf, ceea ce poate avea consecințe negative asupra calității aerului atmosferic, precum și pentru sănătatea umană.

*Autorul este recunoscător sprijinului oferit de Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltare și de Universitatea de Stat din Moldova în* ***Proiectul de cercetare nr. 20.80009.7007.05 „Tehnologii fizice avansate cu aplicarea UVS în monitorizarea și modelarea factorilor de mediu”.***

# ПОСТРОЕНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ АЛГОРИТМОВ ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЯ ТРАНСЦЕНДЕНТНЫХ УРАВНЕНИЙ

*Александр БАРСУК, Флорентин ПАЛАДИ*
**CZU: 519.615** a.a.barsuk@mail.ru, fpaladi@usm.md

К настоящему времени, особенно с учетом имеющейся мощной вычислительной техники, развитых алгоритмов и стандартных программ, численное решение нелинейных уравнений в стандартных ситуациях не представляет собой какой-либо проблемы. Однако при решении квантово-механических и особенно при решении задач квантовой химии или многочастичных задач статистической физики, а также при анализе сложных систем, вычисление значения функции, определяемой, как правило, в виде программной процедуры, даже для современных компьютеров и суперкомпьютеров сопряжено с огромным объемом вычислений. При решении уравнений с такого рода функциями использование хорошо зарекомендовавших себя классических алгоритмов встречается уже с большими затруднениями. В связи с этим представляет интерес более подробный анализ классических алгоритмов с целью выяснения возможности улучшения их эффективности.

В данном сообщении приводится подробное обсуждение метода Ньютона и метода дихотомии численного решения нелинейных уравнений. Формулируются итерационные процедуры этих алгоритмов и приводится оценка скорости приближения к точному решению. Приводятся результаты конкретных расчетов и анализ эффективности предлагаемых алгоритмов.

**Метод Ньютона**

Рассматривается задача численного решения нелинейного уравнения

$$f(x) = 0 \qquad (1)$$

и пусть $x_n$, для которого $f(x_n) \neq 0$, текущее приближение к точному решению $x_*$ ( $f(x_*) = 0$ ). В соответствии с классическим методом Ньютона, следующее приближение $x_{n+1}$ определяется итерационной процедурой

$$x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)},\ n = 0,1,2,\ldots \qquad (2)$$

При этом скорость сходимости итерационного процесса (2) к точному решению $x_*$ характеризуется асимптотической зависимостью

$$\varepsilon_{n+1} = A\varepsilon_n^2,\ A = \frac{f''(x_*)}{2f'(x_*)},\ \varepsilon_n = x_n - x_* \qquad (3)$$

Подчеркнем, что при построении итерационной процедуры (2) используется линейная аппроксимация зависимости $f(x)$ в малой окрестности $x_n$.

Для получения более эффективной итерационной процедуры численного решения уравнения (1) обратимся к точному представлению $f(x)$ в малой окрестности $x_n$ с использованием классической формулы Лагранжа

$$f(x_n + \delta x_n) = f(x_n) + f'(x_n + \alpha \delta x_n)\delta x_n \quad (0 < \alpha < 1) \quad (4)$$

содержащей неопределенный множитель $\alpha$. Непосредственные вычисления приводят к асимптотическому значению параметра $\alpha \approx \frac{1}{2}$, итерационной процедуре

$$x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f'\left(x_n - \frac{f(x_n)}{2f'(x_n)}\right)}, \; n = 0,1,2,\ldots \quad (5)$$

и асимптотическому представлению для скорости сходимости итерационного процесса (5)

$$\varepsilon_{n+1} = A\varepsilon_n^3, \; A = -\frac{f''(x_*)}{2f'(x_*)} \quad (6)$$

Подчеркнем, что в отличие от классической итерационной процедуры Ньютона (2) характеризуемой квадратичной сходимостью (3) итерационный процесс (5) имеет кубическую скорость сходимости (6).

**Метод деления отрезка пополам (метод дихотомии)**

Метод дихотомии является одним из самых общих методов решения трансцендентных уравнений и его важнейшим достоинством является минимальные требования к аналитическим свойствам функции $f(x)$ в уравнении $f(x) = 0$.

Пусть на концах интервала $[a_n, b_n]$ заданная функция $f(x)$ принимает значения разных знаков, т.е. $f(a_n)f(b_n) < 0$. В соответствии с методом дихотомии вычисляется значение $f(x)$ в средней точке интервала $c_n = \frac{a_n + b_n}{2}$ и в зависимости от знака $f(c_n)$ вычисления повторяются для одного из полуинтервалов $[a_n, c_n]$ или $[c_n, b_n]$. Таким образом, на каждом шаге итерационного процесса вычисляются значения $f(a_n)$ $f(b_n)$ и $f(c_n)$ однако при выборе стратегии итерационного процесса используются только знаки $f(a_n)$, $f(b_n)$, $f(c_n)$ и игнорируется важная информация о величинах этих значений. Можно надеяться, что систематическое использование этой информации приведет к улучшению сходимости обсуждаемого метода. С этой целью на каждом шаге итерационного процесса построим квадратичную функцию

$$q_n(x) = \alpha_n(x - c_n)^2 + \beta_n(x - c_n) + \gamma_n \quad (7)$$

принимающую при $x = a_n$, $x = c_n$, $x = b_n$ значения $f(a_n)$, $f(c_n)$ и $f(b_n)$, соответственно, с использованием которых вычисляются коэффициенты $\alpha_n, \beta_n, \gamma_n$.

Отметим также, что на каждом шаге итерационного процесса по построению выполняется условие $q_n(a_n)q_n(b_n) < 0.$ (8)

Таким образом, на каждом шаге итерационного процесса в интервале $[a_n, b_n]$ определена функция $q_n(x)$ (7), принимающая на концах этого интервала значения разных знаков и, следовательно, принимающая нулевое значение внутри этого интервала

$$q_n(x) = 0. \quad a_n < x < b_n \quad (9)$$

Решения уравнения (9) с учетом (8) представляются в замкнутой аналитической форме:

$$x_n = \frac{a_n + b_n}{2} - \frac{2\gamma_n}{\beta_n}\left[1 + \sqrt{1 - \frac{4\alpha_n\gamma_n}{\beta_n^2}}\right]^{-1}. \quad (10)$$

**Описание численных экспериментов**

Ниже приводится описание результатов конкретных вычислений решения нелинейного уравнения $f(x) = e^{-x} - x = 0$ с использованием приведенных выше алгоритмов. Для характеристики эффективности этих алгоритмов приведем также точное численное решение указанного уравнения $x_* = 0.567143290$ В приводимой ниже таблице при использовании итерационных процедур (2) и (5) в качестве начального приближения принималось $x_0$=1, а в методе дихотомии за начальный выбирался отрезок [0,1].

| | Метод Ньютона (2) | Метод Ньютона (5) | Метод дихотомии (10) |
|---|---|---|---|
| 1итерация | x=0.5379, f(x)=0.0461 | x=0.5681, f(x)=-0.0015 | x=0.5661, f(x)=0.0016 |
| 2итерация | x=0.5670, f(x)=0.0022 | x=0.567, f(x)=-2.25310$^{-11}$ | x=0.5671,f(x)=-7.90 10$^{-6}$ |
| 3итерация | x=0.5671, f(x)=6.93 10$^{-9}$ | $x = x_*$, f(x)=0 | x=0.567143,f(x)=2.610$^{-16}$ |
| 4итерация | x= $x_*$, f(x)=0. | | x= $x_*$, f(x)=0 |

*Autorii sunt recunoscători sprijinului oferit de Agenţia Naţională pentru Cercetare şi Dezvoltare şi Universitatea de Stat din Moldova în* ***proiectul de cercetare nr. 20.80009.7007.05.***

# METODA FOTOLUMINESCENŢEI ÎN CARACTERIZAREA FACTORILOR DE DEGRADARE VEGETATIVĂ

*Veaceslav SPRINCEAN, Mihail CARAMAN,*
*Tatiana BULIMAGA, Florentin PALADI*

**CZU: 535.37:574**

***sprincean@gmail.com*,**
***mihailcaraman@yahoo.com*,**
***tbulimaga@gmail.com*, *fpaladi@usm.md***

Metoda fotoluminescenţei stă la baza analizei calitative a substanţelor în diferite stări de agregaţie – de la atomi individuali până la substanţe macromoleculare şi solide. Una dintre caracteristicile importante ale luminescenţei constă în posibilitatea de măsurare a luminescenţei concentraţiilor foarte mici de substanţă.

Actualmente, identificarea diferitelor tipuri de vătămători în plantaţii se realizează prin înregistrări ale imaginilor (în reflexie, luminescenţă) de la distanţă cu ajutorul microspectrometrelor Fourier. Sprectrele obţinute reprezintă o însumare a spectrelor de emisie ale componentelor materialului studiat.

La metoda analizei luminescenţei deseori se apelează în scopul identificării obiectelor biologice, arheologice şi în analizele medicale, întrucât pentru efectuarea măsurărilor respective sunt necesare mici cantităi de substanţă (~$10^{-9}$-$10^{-10}$ g) [1]. De asemenea, această metodă de cercetare este eficientă în evidenţierea diverselor transformări biologice în mediul înconjurător, în particular, în plantaţiile naturale.

Pentru a stabili tipurile de afecţiuni, de obicei, spectrele integrale măsurate se descompun în spectre elementale. După cum se demonstrează în multiplele lucrări [2, 3], o astfel de descompunere este neunivocă şi depinde de anumiţi parametri, cum ar fi lungimea de undă în maximul intensităţii şi semilărgimea conturului curbei elementale. Aceşti parametri pot fi determinaţi din spectrele individuale de fotoluminescenţă (FL).

În această comunicare, sunt măsurate spectrele FL ale frunzelor unor copaci fructiferi cu anumite tipuri de defecte vizibile. De asemenea, sunt studiate spectrele FL de la bronhii, aripioare şi creieri ale peştilor întâlniţi frecvent în râurile mici din Republica Moldova şi România. Spectrele respective vor servi ca indicatori de bază în studiile factorilor de mediu.

În calitate de obiecte de studiu au fost prelevate frunze în perioada de formare a lăstarilor la pruni, meri, peri şi piersici. Măsurările sprectrelor FL au fost efectuate în timp de până la 3 ore de la momentul prelevării probelor. De asemenea, această metodă de cercetare este eficientă în evidenţierea diverselor transformări biologice în mediul înconjurător, în particular, în plantaţiile naturale. Fotoluminescenţa a fost excitată cu radiaţie cu lungimea de undă 337,4 nm (densitatea ~100 mW/cm$^2$). Spectrele FL au fost înregistrate cu o instalaţie sprectrofotometrică cu un monocromator cu putere optică înaltă de tipul *MOR-2*.

Studiile efectuate de cercetători în domeniul ecologiei demonstrează că metalele grele din componenţa unor compoziţii chimice se acumulează efectiv în vietăţile din apă, în particular, atât în elementele exterioare, cum ar fi aripioarele sau radiile de peşti, cât şi în organele interne, cum ar fi creierul. Prezenţa acestor metale poate fi identificată prin compararea spectrelor optice ale exemplarelor-etalon şi ale probelor colectate.

Dintre metodele optice care pot conţine informaţie accesibilă cel mai des se foloseşte metoda fotoluminescenţei. În Figură sunt prezentate spectrele FL de la probele colectate dintr-un bazin de apă în care, prin metoda analizei atomice emisionale, s-a pus în evidenţă prezenţa ionilor Cu, Zn şi Pb. După cum se vede din aceste prezentări, la excitare cu radiaţie cu lungimea de undă 337,4 nm (3,67 eV), are loc emisia luminescentă a unei benzi în intervalul spectral de la 380 nm până la 700 nm.

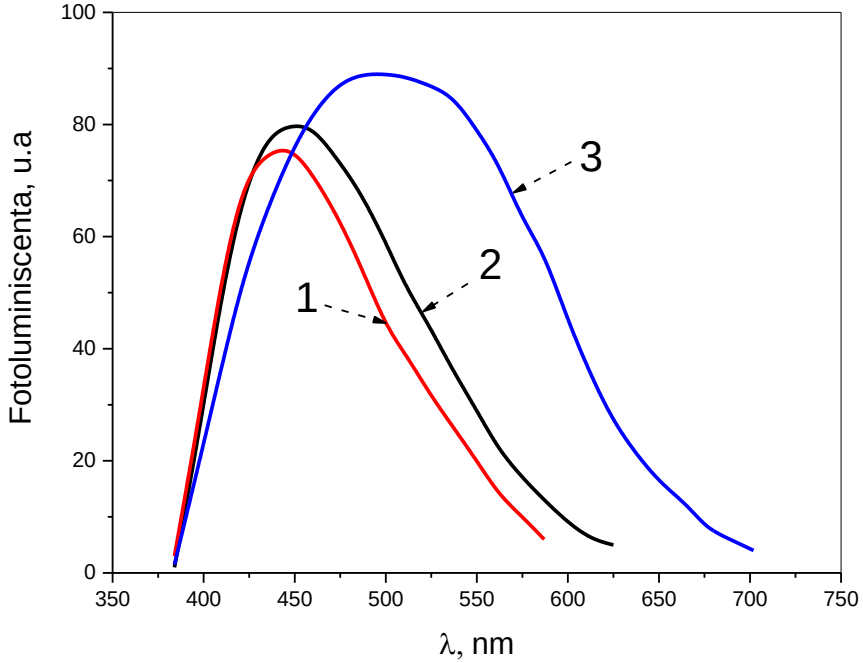



Fig. Spectrul FL de la ramificaţiile peştelui Clean: 1 – radii, 2 –solzi, 3 – creeri

Poziţia maximului benzilor, dar şi intensitatea FL, şi semilărgimea acestei benzi depind de tipul probei studiate. Poziţia în lungimi de undă a maximului şi semilărgimea benzii sunt cei doi parametri necesari pentru descompunerea spectrelor FL integrale în componentele caracteristice anumitor probe. Studii analogice au fost efectuate cu probe din frunze de pomi fructiferi (piersic, măr, vişin, păr). Caracteristicile benzilor FL ale probelor sutidate sunt incluse în Tabel.

*Tabel*

Caracteristicile benzilor de FL

| Proba | $\lambda_{max}$, nm | $\Delta\lambda$, nm |
|---|---|---|
| **1. Peşti** – radie | 448 | 380-620 |
| – aripioare | 448 | 380-587 |
| – creer | 490 | 380-700 |
| **2. Frunze:** | | |
| **Vişin** – fără defecte vizibile | 460 | 410-575 |
| – atacate de vătămători | 440 | 390-575 |
| **Păr** – fără defecte vizibile | 460 | 410-560 |
| – atacate de insecte | 450 | 385-640 |
| **Piersic** – fără defecte vizibile | 460 | 410-560 |
| – atacate de insecte | 450 | 385-640 |
| – atacate de mucegai | 445 | 400-575 |
| **Măr** – faţă | 460/537 | 397-510 : 520-640 |
| – verso | 460/537 | 410-485 : 490-640 |

După cum remarcăm din Tabel, spectrele FL pot servi drept criteriu de identificare atât pentru tipul probei, cât şi pentru prezenţa anumitor defecte.

**În concluzie**, metoda fotoluminescenţei poate fi utilizată pe larg la monitorizarea factorilor de mediu, iar aplicată în tandem cu diverse metode moderne de captare a probelor în regim real, ar putea fi utilizată în diverse domenii ale economiei.

***Referinţe:***

1. LAKOWICZ, Joseph R. *Principles of fluorescence spectroscopy*. Springer science & business media, 2013.
2. MADDAMS, W.F. The scope and limitations of curve fitting. In: *Applied Spectroscopy*, 1980, vol. 34, no. 3, pp. 245-267.
3. PROCTOR, Andrew, SHERWOOD, Peter M.A. Data analysis techniques in x-ray photoelectron spectroscopy. In: *Analytical Chemistry*, 1982, vol. 54, no. 1, pp. 13-19.

*Autorii sunt recunoscători sprijinului oferit de Agenţia Naţională pentru Cercetare şi Dezvoltare şi Universitatea de Stat din Moldova în* ***Proiectul de cercetare 20.80009.7007.05.***

# CERCETAREA ARHEOLOGICĂ AERIANĂ CU UAV A SITURILOR EPOCII FIERULUI DIN REGIUNEA NISTRULUI MIJLOCIU

*Mihail BĂŢ, Veaceslav SPRINCEAN, Aurel ZANOCI*
**CZU: 528.7/.8:902.3** mb_usm@yahoo.com, sprincean@gmail.com, azanoci@gmail.com

În bazinul Nistrului de Mijloc, între localitățile Japca (r-nul Florești) și Țipova (r-nul Rezina) sunt cunoscute până în prezent cca 177 de situri arheologice atribuite epocii fierului, descoperite începând cu anii ’40 ai secolului trecut. Cercetările arheologice au evidențiat patru orizonturi de locuire din intervalul cronologic cuprins între sfârșitul sec. XII a. Chr. și sfârșitul sec. III a. Chr.: cultura Holercani-Hansca (6 situri), cultura Cozia-Saharna (61 de situri), cultura Basarabi-Șoldănești (13 situri) și cultura getică (97 de situri). Documentarea siturilor arheologice din zona de studiu marchează o nouă fază a cercetării, începând cu anul 2006, când au devenit accesibile primele imagini satelitare, oferite de aplicația Google Earth. Ulterior, cercetarea prin tehnici de teledecție a continuat cu măsurători geofizice la siturile din microzonele Saharna și Horodiște-Țipova, iar mai recent, începând cu anul 2018, au fost realizate primele fotografii aeriene cu drona[1] la 19 obiective din regiune (Tab.) [1]. Acestea din urmă se înscriu în procesul de generalizare a investigațiilor noninvazive în abordarea siturilor arheologice, dronele devenind un instrument util și accesibil pentru cercetarea modernă [2; 3, p. 119-156].

*Tabel*

Cercetări prin teledecție a siturilor arheologice din epoca fierului în bazinul Nistrului de Mijloc (până în septembrie 2021)

| Nr. | Nume sit | Tip sit | Tip cercetare | Nr. | Nume sit | Tip sit | Tip cercetare |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Buciușca III | ■ | FO, FV | 11. | Saharna „La Șanț” I | ■ | FO |
| 2. | Buciușca IV | O | FO, FV, MG | 12. | Saharna „La Șanț” II | ■ | FO |
| 3. | Buciușca V | O | FO, FV, MG | 13. | Saharna „La Vile” | ■ | FO |
| 4. | Cogâlniceni „Cetate” | ■ | FO, FV, MD, MG | 14. | Saharna „Rude” | ■O | FO, FV, MF, MG |
| 5. | Cogâlniceni I | O | FO, FV, MD | 15. | Saharna „Țiglău” | ■O | FO, FV, MG, DF |
| 6. | Horodiște „La Cot” | ■ | FO, FV, MF, MG, DF | 16. | Saharna Mare „Dealul Mănăstirii” | ■O | FO, FV, MF, MG, DF |
| 7. | Horodiște „La Șanț” | ■ | FO, FV, MF, MG | 17. | Saharna Mică | ■O | FO |
| 8. | Horodiște II | ■ | FO | 18. | Țahnăuți | ■O | FO, FV, MF, MG |
| 9. | Saharna „Dealul Grimidon” | ■ | FO | 19 | Țipova III | ■ | FO, FV, |

[1] În procesul de achiziție a fotografiilor aeriene au fost utilizate platforme UAV de tip DJI Phantom I, DJI Phantom IV Pro și un model cu aripă fixă.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 10. | Saharna „La Șanț” | ■ | FO, FV, MG | → |

*Abrevierile și semnele convenționale corespund denumirilor: FO – fotografii oblice cu drona; FV – fotografii verticale cu drona; MF – modelări fotogrametrice ale suprafeței terestre; MG – măsurători geofizice; DF – documentare fotografică de șantier; ■ – așezare fortificată; O – așezare rurală.*

Achiziția de fotografii aeriene oblice și verticale cu drona oferă posibilitatea de a cerceta complexitatea peisajului arheologic din perioada epocii fierului. În acest context, cercetarea modului de exploatare și organizare a teritoriului de către comunitățile preistorice reprezintă un obiectiv central al arheologiei aeriene cu drona. Un exemplu în acest sens este confirmarea poziției strategice a porții de nord în cadrul sistemului de fortificație de la Saharna Mare. Astfel, pe fotografiile aeriene am observat că, în partea de nord a promontoriului, există o pantă lină ce coboară spre nord-est spre râulețul Saharna, afluent de dreapta al Nistrului. Prin urmare, coroborând observațiile de teren cu cele oferite de imaginile aeriene, a fost confirmată ipoteza existenței unei căi de acces ce coboară spre apă (Fig. 1). Se remarcă în mod deosebit și fotografiile aeriene, în care se disting elementele defensive ale fortificațiilor, precum cele de la Saharna „Rude”, Horodiște „La Șanț”, Horodiște „La Cot”, Cogâlniceni „Cetate” ș.a.

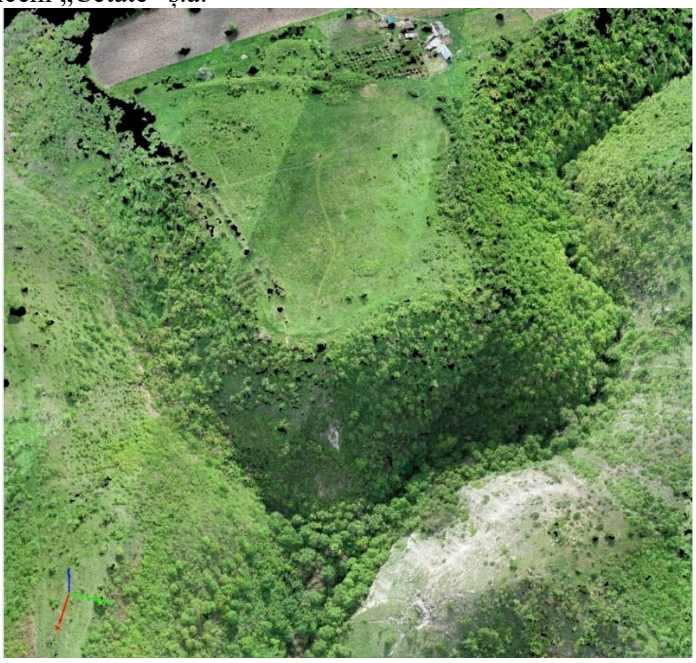


Fig.1. Saharna Mare. Modelul tridimensional al terenului, imagine V. Sprincean [4, Fig. 1]

Prelucrarea fotogramemtrică a imaginilor aeriene în baza tehnicii *Structure for Motion* a oferit noi posibilități de cercetare. Aici putem aminti, în primul rând, modelele digitale ale terenului (DEM) și ale suprafeței terestre (DSM), care constituie suportul cartografic principal pentru analizele spațiale [3, p. 87-92; 5].

Platformele UAV s-au dovedit utile și la documentarea stratigrafiei generale a sectorului cercetat. În acest sens, exemple de bune practici provin din timpul săpăturilor arheologice din anul 2021 de la siturile Saharna „Țiglău” și Horodiște „La Cot”. În ambele cazuri, planificarea și stabilirea modului de abordare a săpăturii, dar și înregistrarea datelor stratigrafice, a fost înlesnită de fotografierea aeriană în timp real (Fig. 2).



Fig. 2. Saharna „Țiglău”. Fotografie aeriană asupra secțiunii 5/2021
(foto M. Băț, iulie 2021)

***Referințe:***

1. ZANOCI, A. et al. Prospecțiuni magnetometrice, imagini aeriene (UAV) și foraje la siturile din epoca fierului în microzona Horodiște-Țipova, raionul Rezina. În: *Sesiunea Națională de Rapoarte „Cercetări arheologice în Republica Moldova (campania 2019) (18 aprilie 2020, Chișinău), Program. Rezumatele comunicărilor*, Chișinău, pp.56-59. ISBN: 978-9975-87-670-4.
2. FERNÁNDEZ-HERNANDEZ, J. et al. *Image-Based Modelling from Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Photogrammetry: An Effective, Low-Cost Tool for Archaeological Applications*, Archaeometry, 2015, 57, pp. 128-145. ISSN: 1475-4754.
3. ASĂNDULESEI, A, *GIS (Geographic Information System), fotogrametrie și geofizică în arheologie. Investigații non-invazive în așezări Cucuteni din România*. Iași, 2015. ISBN 978-606-714-215-0.
4. ZANOCI, A., SPRINCEAN, V. Prospecțiuni aeriene la siturile arheologice din regiunea Nistrului Mijlociu. În: *Conferința științifică internațională „Arheologie interdisciplinară. Metode, studii, rezultate”* (Orheiul Vechi-Climăuții de Jos, 14-17 august 2021). Chișinău, 2021, pp. 61-62. ISBN 978-9975-87-838-8.

5. BĂȚ, M., ASĂNDULESEI, A. Siturile din epoca fierului din microzona Saharna: GIS și analiză spațială / Iron Age sites in the Saharna microzone: GIS and Spatial Analysis. În: (Eds. A. ZANOCI, M. BĂȚ, S.-C. AILINCĂI) *Cercetări interdisciplinare la siturile din epoca fierului în spațiul tiso-nistrean. Materialele colloquium-ului de vară de la Saharna / Interdisciplinary research at Iron Age sites in the Tisa-Dniester space. Proceedings of Saharna Summer Colloquium (Saharna, 13-16 iulie 2017)*. Cluj-Napoca, pp. 21-43. ISBN 978-606-020-010-9.

# MATEMATICĂ ȘI INFORMATICĂ

## CASE STUDY METHODOLOGY IN TEACHING HIGHER MATHEMATICS

*Lilia SOLOVEI*

**CZU: 378.147:51** soloveililia@gmail.com

It is an open secret that practically all engineering and technical majors in universities require good or at least satisfactory mastery of the apparatus of higher mathematics. The ability to quickly learn and comprehend new information and then apply the acquired knowledge to solving various practical problems becomes a key requirement. When teaching Higher Mathematics, it is necessary to keep in mind the specifics of this discipline. Therefore, to make the learning process more efficient and to provide the possibility of an in-depth study of each new area of mathematics, it is necessary that students remember well and be comfortable with the previously covered topics. If students use only rote learning, the transfer of knowledge from one area of mathematics to another will be insufficient and this will complicate the comprehension of the following topics. As a result, it becomes necessary to develop students' memory, built on the separation and memorization of a logical-semantic connection between the studied elements. To achieve this goal, one needs to try to put the gained knowledge to good use: for example, to apply it for solving professionally oriented and practical problems. Thus, the students will be aware of the applicability of the acquired information in their activities, and this will enhance the effect of memorization. Consequently, it becomes necessary to apply effective teaching methods to achieve new results.

One of the leading methods used for solving this problem is the case study methodology, which is most widespread in foreign pedagogy. This approach focuses on the analysis of a situation, a particular case [1, p.14]. The case study methodology is a methodology of active problem and situation analysis based on learning by solving specific case problems. The distinguishing feature of the case study methodology is the combination of theory and practice. It is intended for teaching to analyze various types of information, to systematize information, to solve problems according to the restrictions and requirements imposed by the case task [2, p.8].

The main goal of this methodology is to analyze the proposed case by joint efforts of a group of students. Specific case studies are specially developed based on factual material. They are subsequently used for analysis in training sessions. When considering the proposed cases, the students learn to work as a team, to analyze and make decisions. The case study methodology allows students to be ready to make practical use of the studied theoretical material [3]. The difficulty in using this technique in practical classes of Higher Mathematics is that the content of the case necessary for the formation of mathematical concepts and skills applicable to professional activities, should take into account the major of a particular group of students.

Typically, a case contains a description of a real event, graphs, diagrams, digital data, images, actions, and facts. The case description can be supplemented by audio

and video materials, photographs, drawings, materials on electronic media. The case captures the dynamics of the process, the situation in a specific time frame, enables students to identify the problem, to choose ways and methods to solve this problem, and update the experience necessary to solve it. The case does not offer an explicit formulation of the problem – students need to identify, separate, state it. As a rule, the problem does not have a black-and-white solution, it allows a range of alternative solutions, from the set of which students must independently choose the most suitable one, having developed a set of criteria to defend their choice.

A case shall include:

- a description of a real-life situation;
- a conceptual rationale (if necessary);
- an indication of the context (a timeframe and a place, possible participants, and conditions/specificities of the situation);
- author's comments on the presented situation;
- sets of questions and tasks for the case;
- methodological recommendations applicable to the case;
- goals to be achieved when solving the case;
- intended audience;
- required applications [4, p.51].

It is recommended that students solve the case following five main steps:

Step 1 – assesment of the situation and its context;

Step 2 – identification of the main problem/group of problems;

Step 3 – recommendation of a strategy or suggestion of ideas for brainstorming;

Step 4 – analysis of the impact of taking either decision;

Step 5 – proposal of one or more action plans suitable to solve the case, considering potential risks & limitations and the ways these risks and limitations could be avoided or reduced.

Teacher's actions in the case study methodology are as follows:

- creation of a case or making use of an existing one;
- distribution of students into small groups and organization of work in those groups, identification of students accountable for reporting the deliverables of each group;
- familiarization of students with the case, the evaluation system used to rate their solutions, the deadlines;
- organization of solutions' presentations in small groups;
- organization of a general discussion of the case;
- holding of teacher's summarizing presentation of the case and his/her analysis of the situation;
- final assessment of students' work [5, p.221].

The case study methodology is much more effective than traditional teaching methods. This is due to the application of the following principles:

- the principle of partnership, based on interaction, collective discussion of the case, and on the recognition of students as partners in the educational process;
- the principle of shifting teacher's role from being a simple knowledge transmitter to an organizer of the process of knowledge acquisition, thus increasing his/her role as an expert and consultant that helps the student navigate the torrent of scientific information;
- the principle of pragmatism, aiming to help in the identification of the possibilities of the case, in the planning of the learning outcomes needed to develop students' skills of situation analysis and, thus, acquire appropriate algorithms of behavior.

Based on the above a set of cases was developed for the course *Mathematics 1* of the Faculty of Physics and Engineering, major in Information Technologies.

Thus, using the case study method in the Higher Mathematics course facilitates the understanding of abstract mathematical material in students majoring in engineering and, thus, increases the effectiveness of their mastering of the basics of Higher Mathematics.

***References:***

1. VINEVSKAYA, A. *Case methodology applied to pedagogy*. Rostov-on-Don: Fenix, 2015. 141 p. ISBN: 978-5-222-22946-0.*
2. TRAPEZNIKOVA, T. Newest pedagogic technologies: case methodology (situation analysis methodology). In: *Science theory*. 2015, no.5, pp. 52-59.*
3. BEKIROV, I. *Learning: case methodology (a methodology of precise situations).* 2016. Available: https://nsportal.ru/npo-spo/obrazovanie-i-pedagogika/library/2016/12/13/obuchenie-keys-metod-metod-konkretnyh-situatsiy. *
4. FASTOVA, E., IVANOVA, O. *Innovative pedagogic technologies*. Volgograd: The Teacher, 2016. 79 p. ISBN: 978-5-7057-4203-5. *
5. GALIULINA, G., PARANINA, E. *Application of case methodology in mathematics classes.* Available : https://core.ac.uk/download/pdf/197422812.pdf .*

**Reference names' translation is done by the author of the article.*

# MODELUL FUNCȚIONAL AL SISTEMULUI SUPORT PENTRU DECIZII DESTINAT ADAPTĂRII DATELOR PRIVIND ACCIDENTELE RUTIERE LA FORMATUL CADaS AL UE

*Viorel BULIMAGA*
**CZU: 004.89:005:656.1.08** *viorel.bulimaga@ani.md*

**Introducere.** În studiile anterioare [1], a fost studiată aplicabilitatea sistemelor suport pentru decizii (SSD) în domeniul managementului siguranţei rutiere pentru a fundamenta deciziile manageriale, în vederea optimizării raportului cost-eficienţă pe următoarele segmente: (1) Identificarea şi clasificarea sectoarelor periculoase pe arterele rutiere, determinând modul şi termenele de intervenţie în proiectarea infrastructurii rutiere pentru a reduce pericolul acestor sectoare; (2) Sprijinirea în timp real a deciziilor conducătorului de vehicul, în baza informaţiilor interne (parametrii vehiculului) şi externe (mesaje privind infrastructura rutieră) pentru a oferi avertismente sau recomandări utile cu privire la pericolele potenţiale ale mediului de conducere; (3) Evaluarea amplorii şi clasificarea situaţiilor de urgenţă în cazul accidentelor de circulaţie, pentru implicarea forţei de muncă şi a resurselor serviciilor de salvare.

În consecinţă, a fost dedusă utilitatea aplicării unui Sistem suport pentru decizii privind exportul datelor din Sistemul informaţional automatizat „Registrul de stat al accidentelor rutiere” (SIA RAR) [2] în formatul CADaS al Uniunii Europene [3].

Astfel, pentru anumite tabele de date din SIA RAR, a fost constatată corespondenţa, parţială sau totală, a seturilor de variabile şi/sau valori, cu cele conţinute în tabelele de date CADaS, fiind posibilă elaborarea unor algoritmi, bazaţi pe logica matematică, pentru organizarea exportului de date SIA RAR – CADaS (probleme structurate).

În alte cazuri, clasificarea seturilor de date din tabelele SIA RAR nu îşi regăseşte o corespondenţă univocă cu seturile similare de date din CADaS, elaborarea unor asemenea algoritmi pentru organizarea exportului de date fiind irealizabilă (probleme nestructurate).

Scopul SSD studiat este soluţionarea problemei privind realizarea exportului de date din SIA RAR naţional în formatul agreat de către Baza de Date Comunitară a Accidentelor Rutiere – CARE, precum şi identificarea automatizată în acest proces a corespunderilor structurilor şi semnificaţiilor seturilor de date naţionale cu structurile şi definiţiile modelului comunitar CADaS.

**Metode de cercetare.** Studiile actuale denotă diverse modele de SSD utilizate în domeniul managementului siguranţei rutiere [1], o abordare relevantă cazului studiat fiind aplicată pentru soluţionarea problemei privind luarea deciziilor manageriale calitative în cazul accidentelor de circulaţie clasificate ca şi situaţii de urgenţă [4].

Obiectivul unui SSD inteligent este de a îmbunătăţi calitatea deciziilor manageriale. În cazul evaluării situaţiilor de urgenţă în transporturi pentru formularea

răspunsului de intervenţie, factorul de decizie evaluează amploarea şi prezice scenarii posibile. Apoi deciziile manageriale privind utilizarea forţei de muncă şi a resurselor serviciilor de salvare sunt luate pe baza unei astfel de evaluări, conform modelului prezentat în Fig. 1:

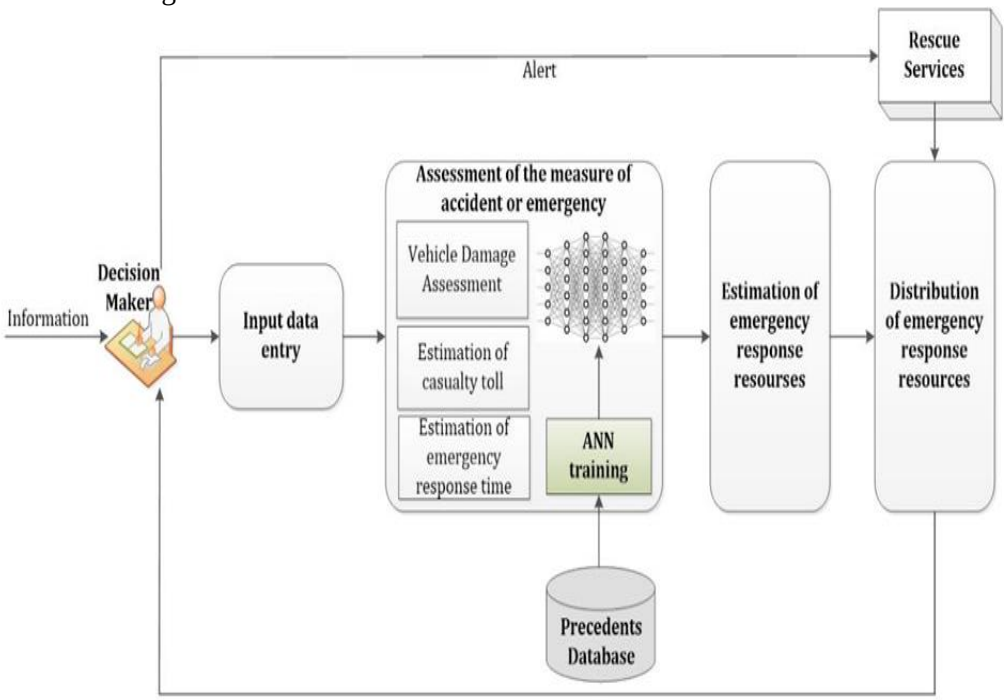



Fig. 1. Model funcţional al unui SSD inteligent
pentru situaţii de urgenţă în transporturi

Modelul de SSD recomandat este bazat pe cunoştinţe de specialitate şi analiza datelor din mai multe cazuri precedente. Se sugerează utilizarea unei reţele neuronale artificiale care ar rezolva problema clasificării în evaluarea amplorii unui accident sau a unei urgenţe. Decizia cu privire la numărul forţei de muncă şi resursele de intervenţie în caz de urgenţă, şi distribuţia acestora pentru accident sau intervenţie de urgenţă se ia pe baza unei astfel de evaluări.

**Rezultate.** Un SSD inteligent reprezintă un sistem deductiv, capabil să construiască automat, în baza cunoştinţelor incorporate sau furnizate din exterior, algoritmii de soluţionare a problemelor formulate de către utilizatorul final. Un sistem inteligent este dotat cu: un motor inferenţial, o bază de cunoştinţe, o bază de date, o interfaţă inteligentă om-calculator, un modul explicativ ş.a.

SSD sutidat operează cu trei tabele de date – sursă, furnizate de Sistemul informaţional automatizat „Registrul de stat al accidentelor rutiere” (SIA RAR): Acciden-

tul (AR.RAR), Vehiculul (Veh.RAR) şi Persoana (Pers.RAR). Datele din tabelele-sursă urmează a fi exportate în patru tabele de date ale modelului comunitar CADaS: Accidentul (A.CAD); Drumul (R.CAD); Unitatea de trafic (U.CAD); Persoana (P.CAD).

Datele din fiecare tabel al SIA RAR îşi regăsesc datele corespondente în unul sau două tabele din Setul comun de date CADaS, conform următorului tabel:

*Tabel*

Corespondenţa seturilor de date ale tabelelor SIA RAR şi CADaS

| **Tabelul-sursă din SIA RAR** | **Tabelul-destinaţie CADaS** |
|---|---|
| Accidentul (AR.RAR) | Accidentul (A.CAD)<br>Drumul (R.CAD) |
| Vehiculul (Veh.RAR) | Unitatea de trafic (U.CAD) |
| Persoana (Pers.RAR) | Unitatea de trafic (U.CAD)<br>Persoana (P.CAD) |

Drept urmare a ajustării corespunzătoare a modelului de luare a deciziilor propus pentru situaţii de urgenţă (Fig.1), la condiţiile cazului studiat, poate fi proiectat următorul model funcţional pentru un SSD destinat exportului de date din SIA RAR naţional în formatul comunitar CADaS (Fig.2).

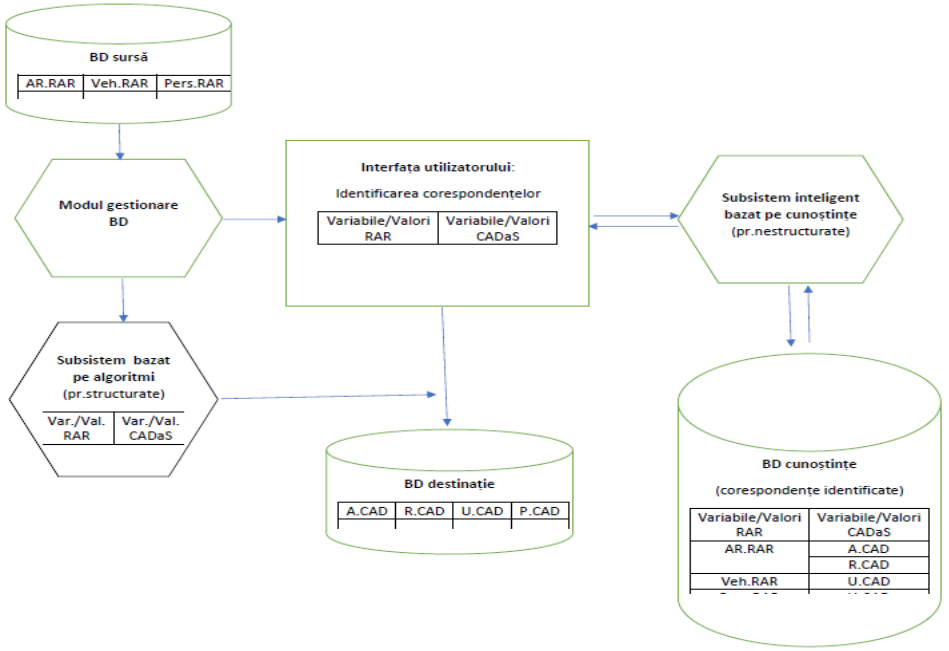



Fig.2. Model funcţional pentru un SSD destinat exportului de date din SIA RAR în formatul comunitar CADaS

**Concluzii.** Au fost studiate şi luate în considerare metodele de cercetare în care, pentru evaluarea amplorii şi clasificarea situaţiilor de urgenţă în transporturi, este aplicat un SSD inteligent bazat pe cunoştinţe de specialitate şi utilizarea unei reţele neuronale artificiale pentru analiza datelor din mai multe cazuri precedente.

Drept rezultat al studierii lucrărilor relevante cu privire la subiectul modelelor funcţionale ale SSD aplicabile în domeniul managementului situaţiilor de urgenţă în transporturi, a fost identificat şi construit modelul funcţional al unui Sistem suport pentru decizii, destinat exportului de date din Sistemul informaţional automatizat „Registrul de stat al accidentelor rutiere" (SIA RAR) în formatul CADaS al Uniunii Europene.

SSD proiectat reprezintă o tehnologie informaţională inteligentă, destinată să asiste specialistul responsabil de evaluarea evenimentelor rutiere în funcţie de factorii condiţionali, pentru identificarea soluţiilor de prevenire a acestora şi a resurselor necesare.

Scopul practic al modelului funcţional construit constă în elaborarea SSD inteligente pentru susţinerea computaţională a proceselor decizionale în domeniile de uniformizare şi export de date din/în formate diferite.

***Referinţe:***

1. BULIMAGA, Viorel. Sisteme suport pentru decizii aplicate în gestionarea siguranţei rutiere. În: *Studia Universitatis Moldaviae. Seria „Ştiinţe exacte şi economice"*, în curs de apariţie.
2. Hotărârea Guvernului nr. 693 din 21.06.2007 cu privire la aprobarea Concepţiei Sistemului informaţional automatizat „Registrul de stat al accidentelor rutiere". În: *Monitorul Oficial al Republicii Moldova*, 2007, nr.90-93, art. 729.
3. VERMA, S. and oth. CARE DATABASE CADaS – Common Accident Data Set. In: *Directorate-General for Mobility and Transport, European Commission*. (https://ec.-europa.eu/transport/road_safety/sites/roadsafety/files/cadas_glossary_v_3_6.pdf)
4. MATVEEV, A. et al. Intelligent decision support system for transportation emergency response. In: *Transportation Research Procedia*, 2020, no.50, pp. 444-450. (http://www.sciencedirect.com)

# ROBOȚI LEGO ȘI MICRO:BIT CONTROLAȚI CU GESTURI

*Lehel István KOVÁCS*
*Universitatea Sapientia, Tg. Mureș*
**CZU: 004.896** klehel@ms.sapientia.ro

În această lucrare, dorim să împărtășim experiența noastră de cercetare acumulată prin proiectele ce implică construirea unui braț robot LEGO MINDSTORMS EV3 care imită mișcarea brațului uman, precum și controlarea roboților micro:bit. În primul proiect, am folosit trei cărămizi LEGO MINDSTORMS EV3 interconectate pentru a ajunge la gradul de libertate dorit. În al doilea proiect, am folosit o mașină controlată prin BBC micro:bit. Folosind un senzor Kinect, sistemul detectează mișcarea brațului utilizatorului uman și creează imaginea scheletului brațului. Formule geometrice și diferite metode de aproximare sunt utilizate pentru a calcula unghiurile dintre oasele care leagă articulațiile. În proiectul nostru folosim cinematica inversă pentru a determina parametrii oaselor care asigură o poziție dorită pentru fiecare dintre efectorii finali ai robotului. Mișcarea combinată a motoarelor LEGO MINDSTORMS EV3, precum și a motoarelor micro:bit are ca rezultat o mișcare completă a brațului robotic sau a mașinii, care este o mimică a mișcării brațului uman.

LEGO MINDSTORMS EV3 este a treia generație de kit de robotică din linia Lego's Mindstorms. Setul EV3 conține o cărămidă programabilă, 2 motoare mari, 1 motor mediu, 1 senzor tactil, 1 senzor de culoare, 1 senzor cu infraroșu, 1 telecomandă, cabluri, cablu USB și 585 de elemente LEGO TEHNIC. Există multe competiții care folosesc setul vizat. Printre acestea se numără FIRST LEGO League Challenge și World Robot Olympiad, sponsorizate de Lego.

BBC micro:bit este un sistem încorporat hardware cu sursă deschisă bazat pe ARM proiectat de BBC pentru utilizare în educație. Dispozitivul este descris ca jumătate din mărimea unui card de credit și are un procesor ARM Cortex-M0, senzori de accelerometru și magnetometru, conectivitate Bluetooth și USB, un afișaj format din 25 de LED-uri, două butoane programabile și poate fi alimentat fie de USB, fie de un acumulator extern. Intrările și ieșirile dispozitivului sunt realizate prin cinci conectori inelari care fac parte dintr-un conector de margine mai mare cu 25 de pini.

Kinect este un dispozitiv periferic, care le permite utilizatorilor să se folosească de consola Xbox 360 sau de calculator fără ajutorul unui controller fizic, ci doar folosind gesturi ale corpului şi comenzi vocale.

Animația complexă presupune un sistem os/articulație [1]. Atribuim un model os/articulație corpului pe care dorim să-l animăm pe baza topologiei sale (Fig. 1). Creăm oase și articulațiile care le leagă și mișcă suprafețele ca un adevărat schelet. Articulațiile leagă oasele, oasele se învârt în jurul articulațiilor într-o anumită rază de unghiuri.

Este important ca lungimea oaselor să nu se schimbe în timpul mișcării.

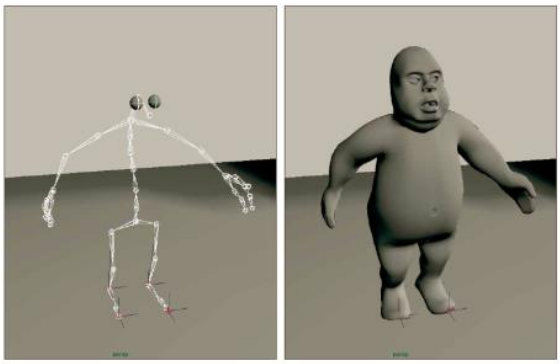


Fig. 1. Un sistem os/articulație

Cinematica directă înseamnă mișcarea „tradițională” a figurilor, adică mai întâi reglăm articulațiile superioare ale brațelor și picioarelor și ne deplasăm una câte una spre ultimele articulații ale sistemului osos: degetele.

Cinematica inversă este mult mai convenabilă și mai eficientă decât cea directă.

Animatorul nu are altă sarcină decât să mute ultimul os al sistemului osos, restul fiind mișcat de computer. În practică, acest lucru înseamnă că este suficient să mișcăm mâna figurii, mișcarea cotului și a umărului este dedusă de program.

Mișcări complexe pot fi făcute aproape numai cu această tehnică.

Matematic, sistemul cinematicii inverse este complex. Există o metodă exactă doar pentru două oase, mai multe dintre ele devin foarte complicate, deci este necesară o soluție iterativă, optimizare neliniară [2, 3].

Pentru experimentul nostru, am construit robotul LEGO prezentat în Figura 2. Poate merge înainte și înapoi pe șenile, are un braț rotativ, ridicabil. Pentru a obține gradul de libertate dorit, mai multe cărămizi EV3 au fost conectate împreună. Mișcările umane sunt detectate de un Kinect, computerul efectuează transformările dintre diferitele sisteme de coordonate, calculează ecuațiile de mișcare ale cinematicii inverse și transmite datele prin Bluetooth către cărămida EV3, care va controla robotul.

Figura 3 prezintă un sistem os/articulație simplificat pentru această aplicație. Nu avem nevoie de corp și de cap, deoarece controlăm robotul doar cu picioarele și mâinile.

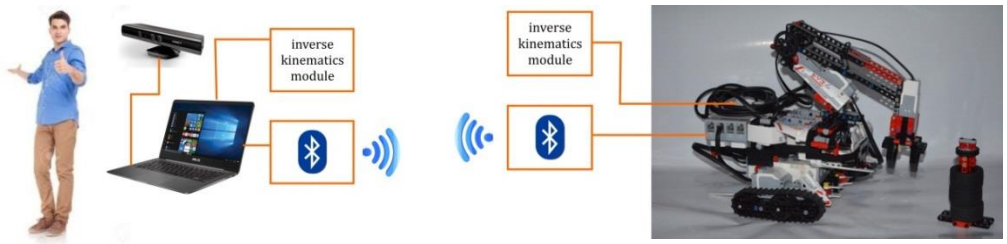



Fig. 2. Robotul LEGO EV3 și sistemul

O sarcină specială este recunoașterea gesturilor [4]. Putem deduce comenzile din mișcarea scheletului, din schimbarea coordonatelor *x*, *y*, *z*. De asemenea, recunoaștem rotirea mâinilor, ridicarea sau gesturile de prindere. Din mișcările picioarelor putem deduce direcțiile de deplasare înainte sau înapoi.

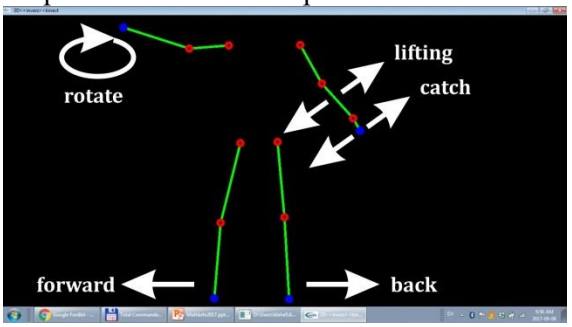



Fig. 3. Controlul

Am testat sistemul și pe un robot-mașină controlat de BBC micro:bit.

***Referințe:***

1. SZIRMAY-KALOS, L., ANTAL, Gy., CSONKA, F. *Háromdimenziós grafika, animáció és játékfejlesztés*. Budapest: ComputerBooks, 2006. ISBN 963-618-303-1.
2. BUSS, S.R. Introduction to Inverse Kinematics with Jacobian Transpose, Pseudoinverse and Damped Least Squares methods. In: *IEEE Transactions on Robotics and Automation.* 2004, no. 17 (1), ISSN 1042-296X.
3. WRIGHT, S. J. Coordinate Descent Algorithms. In: *Mathematical Programming.* 2015, nr. 151, pp. 3-34. ISSN 0025-5610.
4. BOBOC, R.G. *Interacțiunea naturală om-robot pentru aplicații de robotică asistivă*: Teză de doctorat. Brașov: Universitatea Transilvania din Brașov, 2015.

**CUPRINS**

**BIOLOGIE ŞI PEDOLOGIE**


***Aurelia CRIVOI, Iurie BACALOV, Elena CHIRIŢA, Ana BÎRSAN, Adriana DRUŢA, Iulian PARA, Lidia COJOCARI, Victor CIOCÎRLAN, Luminiţa SUVEICĂ, Ana ILIEŞ, Elena GANJA***
Impactul principiilor bioactive naturale asupra proceselor metabolice pe fundalul diabetului experimental ***3***

***Ana LEORDA, Vladimir ȘEPTIȚCHI***
Rolul unor micronutrienți naturali în fertilitatea masculină ***6***

***Vladimir ȘEPTIȚCHI, Ana LEORDA***
Rolul fiziologic al unor antioxidanţi alimentari naturali în spermatogeneză ***9***

***Corneliu NĂSTASE, Ion MEREUȚĂ, Vasile FEDAȘ***
Dietoterapia și tratamentul nemedicamentos al sindromului metabolic ***12***

***Ion BALAN, Nicolae ROŞCA, Vladimir BUZAN, Sergiu BALACCI, Vasile HAREA, Galina OSIPCIUC, Gheorghii BACU, Irina BLÎNDU, Roman CREŢU, Vlad TEMCIUC***
Influenţa factorilor intrin- şi extrinseci asupra gametogenezei masculine ***15***

***Anatolie BACIU, Lyudmila LISTOPADOVA, Vasile FEDAS***
The necessity for modernization of the adaptogenic concept on the basis of combining the application of adaptogens with the optimization of the lifestyle ***18***

***Victoria BOGDAN, Mariana CIOCHINĂ, Lilia POLEACOVA***
Acţiunea modului de colonizare a tubului digestiv cu streptococi intestinali asupra procesului de menţinere al nivelului lor optim ***21***

***Dumitru BRÎNZA***
Carcinom cu celule scuamoase ale capului şi gâtului $HPV^+$ şi $HPV^-$ prin analiza micromediului tumoral
Strategii de reducere a daunei ***24***

***Anghela CEBOTARI***
Ultrasonografia glandei tiroide – una din metodele de profilaxie în depistarea osteoporozei ***28***

***Inga DELEU, Ecaterina ERHAN, Irina DELIPOVICI***
Evaluarea parametrilor biochimici la înotătorii de performanță în timpul parcurgerii distanței de înot ***31***

***Eugeniu DUDNIC, Natalia DUDNIC***
Stresul psihic şi activitatea sportivă ***35***

***Lilia POLEACOVA, Mariana CIOCHINĂ, Victoria BOGDAN***
Specificul modificării indicilor metabolismului azotat și al produselor finale în serul șobolanilor maturi alimentaţi cu diferite raţii în asociere cu efort fizic forţat ***38***

***Ion MEREUȚĂ, Anghela CEBOTARI***
Dinamica indicatorilor peroxidării lipidice și a sistemului antioxidant la subiecții cu schimbări ecomorfologice ale glandei tiroide în perioada post-COVID-19 ***41***

***Vlada-Tatiana DUMBRAVA, Alexandru ZNAGOVAN, Iulianna LUPAŞCO, Inna VENGHER***
Medicamentele şi formele lor farmaceutice obţinute din cătină utilizate în gastroenterologie ***44***

***Dorin DUMBRĂVEANU, Vadim RUSU, Iuri NEDBALIUC, Igor PÎRŢU***
Selectarea și creșterea eficacității medicamentelor veterinare cu adăugarea de dimetilsulfoxid pentru combaterea protozoozelor la pești ***47***

***Iulianna LUPAŞCO, Vlada-Tatiana DUMBRAVA, Anatol GRIBINIUC, Daniella LUPAŞCO***
Alimentaţia ca factor de risc în hepatitele cronice virale de etiologia HCV ***50***

***Valentina BULIMAGA, Liliana ZOSIM, Alina TROFIM, Daniela ELENCIUC***
Cyanobacterium *Spirulina (ARTHROSPIRA) Platensis* as valuable source of anti-viral agents ***53***

***Valentina CIOCHINĂ, Ion BALAN, Vlada FURDUI, Nicolae ROȘCA***
Funcționalitatea sistemului reproductiv al bărbaților infectați cu virusul SARS-COV-2 ***57***

***Vadim RUSU, Iuri NEDBALIUC, Ion CROITORU***
Perspective și tehnologie de cultivare a hranei vii de start pentru Pești pe exemplul policulturii de *Aulophorus furcatus* (Oken, 1815) și *Parамecium caudatum* (Ehrenberg, 1833) ***60***

***Tamara SIRBU, Ion TIMUŞ***
Acțiunea mediilor de rehidratare în baza nanoparticulelor asupra viabilităţii micromicetelor liofilizate ***63***

***Vasile MACARI, Gheorghe PISTOL, Ana ROTARU, Victor PUTIN, Liliana ROTARI, Natalia PAVLICENCO, Iurie CHIȘLARI***
Impactul remediului ZooBioR din spirulină asupra stării funcționale a ficatului la găini în prima perioadă de ouat ***66***

***Laurenţia ARTIOMOV***
Microbiomul solului: efectele practicilor agricole ***69***

***Natalia CIUBUC***
Potenţialul ornamental şi utilitar al grădinilor mănăstireşti ***72***

***Mihail COȘCODAN, Serghei CORCIMARU***
Biodegradarea materialelor plastice în prezența degradanților microbieni fitoremediatori ***75***

***Tatiana DUDNICENCO***
Problemele ecologice ale urboecosistemului Chișinău și soluționarea lor ***77***

***Mihail COȘCODAN***
Biopreparats microbiennes et leur utilisation en biotechnologie agricole ***80***

***Anatolie GANEA***
Evaluation of cornelian cherry in natural ecosystems of Republic of Moldova ***82***
***Gheorghe JIGĂU, Sergiu DOBROJAN,***
***Galina DOBROJAN, Boris TURCHIN, Nina PLĂCINTĂ,***
***Eugen SPRÂNCEAN, Angela STADNIC***
Preparatele algale ca element al tehnologiilor agricole pedoregenerative ***85***
***Nina FRUNZE***
Studiul metagenomic al microbiomilor cernoziomului tipic ***88***
***Angela STADNIC***
Bolovanirea structurii agregatice a cernoziomurilor arabile:
mecanisme, criterii de diagnosticare ***91***
***Gheorghe JIGĂU, Boris TURCHIN, Nina PLĂCINTĂ,***
***Angela STADNIC, Natalia BORȘ, Eugen SPRÂNCEAN***
Procese elementare de metamorfizare a structurii agregatice
și de aridizare a stratului agrogen al cernoziomurilor arabile ***94***
***Tatiana NAGACEVSCHI, Stela CURCUBĂT***
Nicolae Dimo – eminent savant şi pedagog al şcolii superioare ***97***
***Gheorghe JIGĂU***
Analiza factorial-procesuală a aridizării
cernoziomurilor arabile din spațiul pridanubian ***100***
***Vitalie SOCHIRCĂ, Tatiana NAGACEVSCHI***
Modificări antropice în profilurile de sol
din situl arheologic Saharna-Țiglău ***104***
***Vasile TODIRAȘ, Serghei CORCIMARU,***
***Svetlana PRISACARI, Angela LUNGU, Ina RASTEMIȘINA***
Testarea bacteriilor simbiotrof fixatoare de azot *Rhizobium japonicum* RD2 și
nanoparticulelor de cobalt asupra creșterii
plantelor de soia în solul poluat cu polietilenă de densitate scăzută ***107***
***Natalia MUNTEANU-MOLOTIEVSKIY, Anna MOLDOVAN***
Diversity of ground beetles in steppe ecosystems
of the Republic of Moldova ***109***
***Valerina SLANINA, Nina BOGDAN***
Studierea bacteriilor izolate din namolul
lacurilor parcului „La Izvor” ***112***
***Александр КОРЛЭТЯНУ***
Особенности биоэлектрической активности головного мозга при
информационном стрессе у испытуемых с различным уровнем тревожности ***115***
***Надежда ЕФРЕМОВА, Алина БЕШЛИУ, Наталья КИСЕЛИЦА,***
***Олег КИСЕЛИЦА, Елена ТОФАН, Анна ЛОЗАН***
Обработка проростков семян пшеницы биологическими
препаратами на основе осадочных пивных дрожжей ***118***
***Людмила ГОЛОВАТЮК, Юлиана ЛУПАШКО,***
***Елена БЕРЕЗОВСКАЯ***
Лабораторные индикаторы белкового статуса
и их значение в нутритивной диагностике ***121***

*Людмила КОРЛЭТЯНУ, Анатолий ГАНЯ, Сергей МАСЛОБРОД*
Влияние миллиметрового излучения на жизнеспособность
семян сафлора красильного (*Carthamus tinctorius* L.)
при консервации *ex situ* ***125***

## CHIMIE ȘI TEHNOLOGIE CHIMICĂ

***E.H. СИМОНЕЦ***
Практические аспекты влияния курения и альтернативных
продуктов на дыхательную систему.
Анализ результатов наблюдений за пациентами ***129***

***Vasile GUŢANU, Maria BOTNARU, Natalia BAERLE***
Sorbţia vitaminei C pe cărbuni activi ***135***

***Veronica PORUBIN-SCHIMBĂTOR, Maria GONȚA, Larisa MOCANU***
Oxidarea catalitică cu reagentul Fenton
a surfactantului anionic 2-etil-hexil sulfat de sodiu ***136***

***Elena BUNDUCHI, Ruslan BORODAEV, Angela LIS***
Dinamica capacităţii de autopurificare
a apelor lacului Dănceni în prezenţa glutationului ***140***

***Angela LIS, Viorica GLADCHI, Gheorghe DUCA***
Influența substanțelor humice asupra fotolizei cisteinei
și glutationului în sisteme acvatice ***143***

***Ion BULIMESTRU, Nelea POPA, Ştefan ROBU,***
***Pavel ŢIULEANU, Ion LUNGU, Tamara POTLOG***
Sisteme polimerice din metaloftalocianină de zinc
cu chitosan pentru terapia fotodinamică ***146***

***Irina USATAIA, Vasilii GRAUR, Aurelian GULEA***
Some 3D metal coordination compounds with 2-formylpyridine
4-allyl-s-methylisothiosemicarbazone and its derivatives:
synthesis, characterization, biological activity ***149***

***Maxim CISTEACOV, Vladislav BLONSCHI, Viorica GLADCHI***
Monitoringul conţinutului substanţelor tiolice
în apele râurilor Răut și Ichel în perioada anilor 2015-2020 ***152***

***Larisa MOCANU, Maria GONȚA, Veronica PORUBIN-SCHIMBĂTOR***
Oxidarea cefalexinei prin fotoliză directă și indusă ***155***

***Elena NEGUŢA, Ion BULIMESTRU***
Combinaţii coordinative ale Cu(II) şi Bi(III) cu liganzi
aminopolicarboxilat şi tiosemicarbazone ale 2-benzoilpiridinei ***159***

***Anna RUSNAC, Alexandrina CARPINSCHI,***
***Maria BÎRCĂ, Aurelian GULEA***
Sinteza unor noi tiosemicarbazone ale 2-formil (2-acetil ŞI 2-benzoil) piridinei ***162***

***Vladislav BLONSCHI, Maxim CISTEACOV,***
***Viorica GLADCHI, Elena BUNDUCHI***
Evaluarea impactului compuşilor tiolici asupra stării redox
a apelor fluviului Nistru în perioada anilor 2015-2019 ***166***

***Roman RUSNAC, Greta BALAN, Aurelian GULEA***
Compuşii coordinativi ai Cu(II) în baza
tiosemicarbazonelor 2-acetilpiridinei *N*(4)-substituite ***170***
***Татьяна ГУЦУЛ, Петр БУЛМАГА***
Вклад кафедры аналитической химии
Госуниверситета Молдовы в разработку
методов синтеза и изучение гетерополикислот ***173***
***Янина УЛЬКИНА***
Синтез, противомикробная и противогрибковая активности
смешаннолигандных координационных соединений меди(II)
с 4-аллилтиосемикарбазонами замещенных салицилового альдегида ***176***
***Елена ТУТОВАН, Татьяна ИСАК-ГУЦУЛ***
Адсорбция метиленового синего на трепеле ***179***

## FIZICĂ ŞI TEHNOLOGII INFORMAȚIONALE

***Владимир БРЫНЗАРЬ, Юлия БОРИС,***
***Михаил ИВАНОВ, Ион ДАМАСКИН***
Состояния хемосорбированного кислорода
на поверхности оксида индия в присутствии озона ***183***
***Alexandr COCEMASOV, Vladimir BRINZARI, Denis NIKA***
Phonon transport in gallium-doped indium tin oxide ***186***
***Vadim P. SIRKELI, Natalia D. NEDEOGLO, Dmitrii D. NEDEOGLO,***
***Oktay YILMAZOGLU, Ahid S. HAJO, Sascha PREU,***
***Franko KÜPPERS, and Hans L. HARTNAGEL***
ZnSe-based ultraviolet photodetectors
with hybrid Ag-nanowire and Ni/Au contacts ***190***
***Калина ИСАКОВА, Александр КОЧЕМАСОВ, Денис НИКА***
Фононная инженерия в нанонитях и нанотрубках на основе кремния ***194***
***Леонид КОНОПКО, Альбина НИКОЛАЕВА,***
***Тито ХУБЕР, Ана КОБЫЛЯНСКАЯ, Денис НИКА***
Анизотропный термоэлемент на основе
монокристаллических проволок и пленок висмута ***197***
***Victor SUMAN, Emil RUSU, Victor ZALAMAI,***
***Veceslav URSACHI, Lidia GHIMPU***
Proprietăți optice ale filmelor ito:$GA_2O_3$ obținute
prin pulverizare magnetron ***199***
***Альбина НИКОЛАЕВА, Леонид КОНОПКО, Тито ХУБЕР,***
***Игорь ГЕРГИШАН, Георгий ПАРА, Денис НИКА***
Миниатюрное охлаждающее устройство на основе
монокристаллических слоев топологических изоляторов $Bi_2Te_3$ ***202***
***Alexei BOTEZ***
Prehensoare industriale: prezent și perspectivă ***204***
***Александр КЛЮКАНОВ, Денис НИКА,* Серджиу ВАТАВУ**
Нелинейное уравнение шредингера статистической физики ***207***

***Геннадий КОРОТЧЕНКОВ, Михаил ИВАНОВ***
Влияние поверхностного модифицирования
родием на сенсорный ответ к озону пленок
$In_2O_3$ И $SnO_2$: роль размерного эффекта ***210***
***Simion RAEVSCHI, Leonid GORCEAC, Vasile BOTNARIUC,***
***Petru CHETRUȘ, Petru GAUGAȘ and Sergiu VATAVU***
Preparation of ZnO/Si structures by hydrothermal method
for photovoltaic and highpower electronics applications ***214***

**ATELIERUL ȘTIINȚIFICO-PRACTIC**
**„TEHNOLOGII FIZICE AVANSATE CU APLICAREA UVS ÎN MONITORIZAREA ȘI MODELAREA FACTORILOR DE MEDIU”**

***Alexandr BARSUC, Florentin PALADI***
Contribuții la problema brahistocronă ***215***
***Viorica GLADCHI***
Poluarea aerului atmosferic de la sursele mobile
pe teritoriul Republicii Moldova în anii 2015-2019 ***218***
***Александр БАРСУК, Флорентин ПАЛАДИ***
Построение эффективных алгоритмов численного
решения трансцендентных уравнений ***221***
***Veaceslav SPRINCEAN, Mihail CARAMAN,***
***Tatiana BULIMAGA, Florentin PALADI***
Metoda fotoluminescenţei în caracterizarea
factorilor de degradare vegetativă ***224***
***Mihail BĂȚ, Veaceslav SPRINCEAN, Aurel ZANOCI***
Cercetarea arheologică aeriană cu UAV a siturilor
epocii fierului din regiunea Nistrului Mijlociu ***227***

**MATEMATICĂ ȘI INFORMATICĂ**

***Lilia SOLOVEI***
Case study methodology in teaching higher mathematics ***231***
***Viorel BULIMAGA***
Modelul funcţional al sistemului suport pentru decizii destinat adaptării datelor
privind accidentele rutiere la formatul CADaS al UE ***234***
***Lehel István KOVÁCS***
Roboți lego și micro:bit controlați cu gesturi ***238***

**Conferinţa ştiinţifică**
**naţională cu participare internaţională**
**dedicată aniversării a 75-a a Universităţii de Stat din Moldova**
***„Integrare prin cercetare şi inovare”***
***10-11 noiembrie 2021***

**Ştiinţe ale naturii şi exacte**

**Responsabil de ediţie: Tatiana Bulimaga**

Redactori literari: *Antonina Dembiţchi*
*Valentina Mladina*

*Procesare computerizată: Tatiana Bulimaga*
*Marianna Savva*
*Violeta Macovei*
*Margareta Prohin*

**"Integrare prin cercetare și inovare", conferință științifică națională cu participare internațională (2021 ; Chișinău).** Conferința științifică națională cu participare internațională "Integrare prin cercetare și inovare", 10-11 noiembrie 2021 / comitetul științific: Igor Şarov [et al.]. – Chişinău : CEP USM, 2021 – . – ISBN 978-9975-152-48-8.

Ştiinţe ale naturii şi exacte. – 2021. – 248 p. : fig. color, tab. – Antetit.: Univ. de Stat din Moldova. – Texte : lb. rom., engl., rusă. – Referinţe bibliogr. la sfârşitul art. – 30 ex. – ISBN 978-9975-158-60-2.

082=135=111=161.1
I-58

Semnat pentru tipar 24.10.2021

Formatul 70x100/16.

Coli editoriale 19,76.

Comanda 148. Tirajul 30 ex. Centrul Editorial-Poligrafic al USM
str. Al.Mateevici, 60, Chişinău, MD 2009