



HR EXCELLENCE IN RESEARCH

UNIVERSITATEA DE STAT DIN MOLDOVA

CONFERINȚA NAȚIONALĂ CU PARTICIPARE INTERNAȚIONALĂ „INTEGRARE PRIN CERCETARE ȘI INOVARE”

Științe ale naturii și exacte

10-11 noiembrie 2022

**DEDICATĂ ZILEI
INTERNAȚIONALE
A ȘTIINȚEI PENTRU
PACE ȘI DEZVOLTARE**

Chișinău, 2022



**UNIVERSITATEA
DE STAT DIN MOLDOVA**



HR EXCELLENCE IN RESEARCH

**Conferința științifică națională
cu participare internațională
„INTEGRARE PRIN CERCETARE ȘI INOVARE”
dedicată Zilei internaționale a Științei
pentru Pace și Dezvoltare**

10-11 noiembrie 2022

Științe ale naturii și exacte

Chișinău, 2022

CZU 082=135.1=111=161.1

I-58

**Conferința științifică națională cu participare internațională
„INTEGRARE PRIN CERCETARE ȘI INOVARE”
dedicată Zilei internaționale a Științei pentru Pace și Dezvoltare
10-11 noiembrie 2022**

Responsabil de ediție:

*Aurelia HANGANU, dr. hab., conf. univ., prorector pentru activitate științifică și relații
internaționale*

DESCRIEREA CIP A CAMEREI NAȚIONALE A CĂRȚII

"Integrare prin cercetare și inovare", conferință științifică națională cu participare internațională (2022; Chișinău). Conferința științifică națională cu participare internațională "Integrare prin cercetare și inovare", dedicată Zilei internaționale a Științei pentru Pace și Dezvoltare, 10-11 noiembrie 2022 / comitetul științific: Igor Șarov [et al.]; comitetul de organizare al conferinței: Raisa Crețu [et al.]. – Chișinău: CEP USM, 2022 – . – ISBN 978-9975-152-48-8.

Științe ale naturii și exacte. – 2022. – 342 p.: fig., tab. – Antetit.: Univ. de Stat din Moldova. – Texte: lb. rom., engl., rusă. – Referințe bibliogr. la sfârșitul art. – 50 ex. – ISBN 978-9975-62-469-5.

082=135.1=111=161.1

I-58

ISBN 978-9975-62-469-5

© Universitatea de Stat din Moldova, 2022

Conferința științifică națională cu participare internațională
„INTEGRARE PRIN CERCETARE ȘI INOVARE”
dedicată Zilei internaționale a Științei pentru Pace și Dezvoltare

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. |
| Georgeta Stepanov | Universitatea de Stat din Moldova, președintele Consiliului științific, dr.hab., prof.univ. |
| Vitalie Sochircă | Universitatea de Stat din Moldova, decan al Facultății de Biologie și Pedologie, dr., conf. univ. |
| Corneliu Iașu | Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” din Iași, România, prorector, dr., prof.univ. |
| Ciprian Palaghianu | Universitatea „Ștefan cel Mare” din Suceava, România, decan, dr. ing. |
| Viorica Gladchi | Universitatea de Stat din Moldova, decan al Facultății de Chimie și Tehnologie Chimică, dr., conf. univ. |
| Serghei Brînza | Universitatea de Stat din Moldova, decan al Facultății de Drept, dr.hab., prof. univ. |
| Tudorel Toader | Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” din Iași, România, rector, dr., prof.univ. |
| Adrian Stoica-Constantin | Universitatea „Ovidius” din Constanța, România, decanul Facultății de Drept și Științe Administrative, dr., prof.univ. |
| Liliana Dmitroglu | Universitatea de Stat din Moldova, decan al Facultății de Fizică și Inginerie, dr., conf. univ. |
| Marius Ștef | Universitatea de Vest din Timișoara, România, decan al Facultății de Fizică, dr., conf.univ. |
| George Culea | Universitatea „Vasile Alecsandri” din Bacău, România, Facultatea de Inginerie, dr., prof.univ. |
| Sergiu Matveev | Universitatea de Stat din Moldova, decan al Facultății de Istorie și Filosofie, dr., conf. univ. |
| Viorel Vizureanu | Universitatea din București, România, decan al Facultății de Filosofie din București, dr., prof.univ. |
| Victoria Bulicanu | Universitatea de Stat din Moldova, decan al Facultății de Jurnalism și Științe ale Comunicării, dr., conf. univ. |
| Milena Yankova | Universitatea Neofit Rilski din Blagoevgrad, Bulgaria, dr., lector univ. |
| Ludmila Usatâi | Universitatea de Stat din Moldova, decan al Facultății de Litere, dr., conf. univ. |
| Valeriu Ungureanu | Universitatea de Stat din Moldova, decan al Facultății de Matematică și Informatică, dr., conf. univ. |
| Vladimir Guțu | Universitatea de Stat din Moldova, decan al Facultății de Psihologie, Științe ale Educației, Sociologie și Asistență Socială, dr. hab., prof. univ. |
| Iuliana Marta Vicol | Universitatea „Petre Andrei” din Iași, România, dr. |
| Valentin Cosmin Blândul | Universitatea din Oradea, România, dr., prof.univ. |
| Conțiu Tiberiu Șoitu | Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” din Iași, România, dr., prof.univ. |
| Constantin Ciorbă | Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău, dr.hab., prof.univ. |
| Alexandru Solcan | Universitatea de Stat din Moldova, decan al Facultății de Relații Internaționale, Științe Politice și Administrative, dr., conf. univ. |
| Vakhtang Maisaia | Universitatea Internațională din Caucaz, dr., prof.univ. |
| Maria Hămuraru | Universitatea de Stat din Moldova, decan al Facultății de Științe Economice, dr., conf. univ. |
| Irina Teodora Manolescu | Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” din Iași, România, dr., conf.univ. |

COMITETUL DE ORGANIZARE AL CONFERINȚEI:

| | |
|---|---|
| Raisa Crețu, șef Secție | Secția Managementul activității de cercetare și protecția elaborărilor științifice |
| Tatiana Bulimaga, șef Secție | Secția Relații internaționale |
| Marianna Savva, specialist principal | Secția Managementul activității de cercetare și protecția elaborărilor științifice |
| Lilia Dogoter | directorul Bibliotecii Centrale Universitare |
| Ghenadie Sîrbu, dr. | director Editură USM |
| Aurelia Crivoi, dr.hab., prof. univ. | responsabili Atelierul biologie și ecologie |
| Steliana Clapco, dr., conf. cercet. | |
| Ilie Boian, dr., conf. univ. | responsabil Atelierul Geoștiințe și silvicultură |
| Elena Tutovan, dr., conf.univ. | responsabili Atelierul Chimie și tehnologie chimică |
| Vladislav Blonschi, dr., lector univ. | |
| Tatiana Pașa, lector univ. | Responsabil Atelierul Matematică și informatică |
| Natalia Nedeoglo, dr., conf.univ. | Responsabil Atelierul Fizică și inginerie |
| Veaceslav Sprincean, dr., lector univ. | Responsabil Atelierul științifico-practic „Tehnologii fizice avansate cu aplicarea UVS în monitorizarea și modelarea factorilor de mediu”, Ediția a III-a |
| Dumitru Dodul, dr., conf.univ. | Responsabil Atelierul Filosofie și antropologie |
| Elena Varzari, dr., conf. univ. | Responsabili Atelierul Litere |
| Cristina Grossu-Chiriac, dr., conf. univ. | |
| Dorina Gurev, dr., conf.univ. | Responsabili Atelierul Drept penal |
| Stanislav Copețchi, dr., conf.univ. | |
| Svetlana Slusarenco, dr., conf. univ. | Responsabili Atelierul Drept public |
| Oleg Pantea, dr., conf. univ. | |
| Lilia Gribincea, dr., conf.univ. | Responsabili Atelierul Drept internațional |
| Valentin Roșca, dr., lector univ. | |
| Tatiana Tabuncic, dr., conf.univ. | Responsabili Atelierul Drept privat |
| Natalia Chibac, dr., lector univ. | |
| Elena Belei, dr., conf.univ. | Responsabili Atelierul Drept procedural |
| Igor Dolea, dr.hab., prof.univ. | |
| Galina Lușmanschi, dr., conf.univ. | Responsabil Atelierul Științe economice |
| Laura Tugarev, dr., lector univ. | Responsabil Atelierul Comunicare și teoria informării |
| Mariana Tacu, dr., conf.univ. | Responsabil Atelierul Jurnalism și procese mediatice |
| Tatiana Ciobanu, dr., conf.univ. | Responsabili Atelierul Științe politice și administrative |
| Victoria Bevziuc, dr., lector univ. | |
| Carolina Budurina-Goreacii, dr., lector univ. | Responsabil Atelierul Relații internaționale |
| Angela Potâng, dr., conf. univ. | Responsabili Atelierul Psihologie |
| Galina Pravițchi, dr., lector univ. | |
| Olga Bondarenco, dr., lector univ. | |
| Maia Șevciuc, dr, prof. univ. | Responsabili Atelierul Științe ale educației |
| Viorica Reaboi-Petrachi, dr., lector univ. | |
| Nadejda Butnari, lector univ. | |
| Vladimir Guțu, dr.hab., prof.univ. | Responsabili Atelierul Curriculumul pentru educația nonformală în dezvoltare |
| Carolina Țurcanu, dr., conf.cercet. | |
| Stela Milicenco, dr., conf. univ. | Responsabili Atelierul Sociologie și asistență socială |
| Tatiana Spataru, dr. hab., prof.univ. | |
| Nicolae Bragarenco, dr., conf.univ. | Responsabili Atelierul Educație fizică – între tradițional și modern |
| Andrei Salcoci, asist.univ. | |

**EFECTUL IMUNOMODULATOR ȘI HIPOGLICEMIANȚ
AL EXTRACTULUI DE *ALOE VERA* (*ALOE BARBADENSIS*
MILLER) PE FONDALUL DIABETULUI EXPERIMENTAL**

**IMMUNOMODULATORY AND HYPOGLYCEMIC EFFECT OF
ALOE VERA EXTRACT (*ALOE BARBADENSIS* MILLER) ON THE
BACKGROUND EXPERIMENTAL DIABETES**

Aurelia CRIVOI, ORCID: 0000-0002-1917-1278

Iurie BACALOV, ORCID: 0000-0002-1651-9056

Elena CHIRIȚA, ORCID: 0000-0002-9717-8133

Ana BÎRSAN, ORCID: 0000-0003-1696-080X

Adriana DRUȚA, ORCID: 0000-0002-5961-6518

Ana ILIEȘ, ORCID: 0000-0002-9921-0416

Lidia COJOCARI, ORCID: 0000-0001-8238-9627

Mihai BARBĂROȘ, ORCID: 0000-0003-1898-3175

Andreea REVENCO, ORCID: 0000-0002-9672-0103

Iulia POPUȘOI, ORCID: 0000-0002-8242-6974

Adelina DOBREA, ORCID: 0000-0003-1312-0872

Universitatea de Stat din Moldova

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă”

CZU: 615.322:616.379-008.64

e-mail: crivoi.aurelia@mail.ru

Actualmente, Republica Moldova dispune de un potențial considerabil de materie primă, locală necesară pentru elaborarea și implementarea noilor preparate terapeutice. Acestea sunt confirmate prin rezultatele științifice obținute în laboratoarele din cadrul Facultății de Biologie și Pedologie a Universității de Stat din Moldova pe baza utilizării materiei prime locale și a produselor fitoterapeutice.

Una din formele cele mai răspândite ale dereglărilor metabolismului în organism este diabetul zaharat. Ea este o maladie cu evoluție cronică și pe larg răspândită, în care rolul principal îl dețin tulburările secreției de insulină cu perturbări importante în organism, în special, în sectorul metabolic și vascular. Secreția hormonilor, directă sau indirectă, este determinată de produsele activității altor glande endocrine sau unor metaboliți ai altor hormoni, bazată pe principiul retroreacției. Ca rezultat al acestei acțiuni se majorează nivelul produselor finale (hormonale sau nehoronale), se inhibă funcția secretoare a glandei endocrine, devieri care stau la baza investigațiilor funcției glandelor endocrine [3, p.53-89].

Cercetările științifice efectuate denotă rolul primordial al pancreasului, care participă la activitatea fiziologică a organismului prin elaborarea și secreția hormonilor care contribuie la reglarea proceselor metabolice. Descoperite la timp, tulburările metabolice pot fi corectate, iar complicațiile multiple pot fi evitate, întârziate sau ameliorate, în funcție de comportamentul diabeticului față de patologia care afectează organismul propriu-zis.

În prezent, fitoterapia este considerată un procedeu și concepție științifică în sensul fundamentării unui nou tratament bazat pe plantele medicinale, care prin vaste tendințe de studiere multilaterală a metaboliților din plante, poate ajunge la un rezultat terapeutic eficient. Preparatele din plante medicinale reproduc efectele terapiei chimice, îmbunătățesc absorbția glucozei de către țesuturi, influențează procesul de aprovizionare a țesuturilor cu oxigen, elimină cu urina surplusul de glucoză și săruri din organism, măresc imunitatea organismului etc. Plantele bogate în microelemente (zinc, crom) stimulează procesele de sinteză a insulinei și contribuie la normalizarea interacțiunii cu receptorii țesuturilor [2, p.17-50].

Astfel, în cadrul Laboratorului de Ecofiziologie Umană și Animală al Universității de Stat din Moldova, au fost efectuate investigații experimentale privind influența fitoterapiei asupra modificărilor metabolice în corelație cu sistemul imunitar. Experiențele au fost efectuate pe șobolanii albi de laborator cu masa corporală cuprinsă între 180-250 grame, care au fost împărțiți în patru loturi: un lot de control (martor) și trei loturi experimentale. Ca material nativ pentru cercetare au fost utilizate sângele și plasma sanguină. Pentru modelarea diabetului experimental, s-a utilizat alloxanul de 5% în doză de 200 mg/kg masă corporală. Una dintre plantele medicinale cercetate este *Aloe vera* (*Aloe barbadensis* Miller), care este cunoscută datorită efectelor sale multilaterale ca: antiseptic, dezinfectant, antiinflamator, anesteziec, analgezic, antibacterian, antifungic, antibiotic, antiviral și poate chiar stimula regenerarea celulară. S-au realizat investigații științifice experimentale privind influența substanțelor bioactive din extrasul de *Aloe vera* asupra statutului leucocitar în diabetul experimental.

Unul din simptomele primare ale diabetului zaharat este hiperglicemia, care apare ca rezultat al dereglărilor metabolismului glucidic. La bolnavii cu diabet zaharat decompensat glicemia poate atinge valoarea de 30,6 mmol/l, în urma căruia apar numeroase simptome: poliurie, polidipsie, scădere în greutate și tulburări de vedere. Însă pentru prevenirea complicațiilor este necesară menținerea glicemiei în limite fiziologice. Astfel, eficiente în menținerea normoglicemiei se consideră acele plante medicinale la care, experimental, a fost demonstrat efectul hipoglicemiant.

Studiul experimental al analizelor hematologice a evidențiat instalarea diabetului ca urmare a creșterii nivelului de glucoză până la $10,09 \pm 0,43$ mmol/l, precum și apariția ei în urină la șobolanii albi de laborator, fapt corelat cu procesul de hipoinsulinemie ($1,16 \pm 0,44$ pmol/l). Ca urmare a acestor rezultate, putem presupune că scăderea nivelului de insulină în plasmă se află în strânsă dependență de schimbările degenerativ-necrotice în cadrul celulelor β ale pancreasului endocrin. O ameliorare s-a evidențiat la lotul mixt, la care a fost administrat extractul din *Aloe vera* pe fondalul diabetului

experimental, astfel la majoritatea animalelor supuse cercetării s-a înregistrat o ameliorare semnificativă: nivelul de glucoză atingând valoarea de $6,87 \pm 0,34$ mmol/l, iar nivelul de insulină – $1,84 \pm 0,37$ pmol/l, ceea ce denotă efectul hipoglicemiant și insulinotrop al extractului.

Actualmente, tot mai des se vorbește despre rolul imunității celulare în patogeneza diabetului zaharat. Modificările imunității celulare pot fi în strânsă legătură cu anumite modificări metabolice, ceea ce a servit ca bază pentru cercetarea statutului leucocitar al organismului. Cercetările în cauză au determinat modificări în numărul de leucocite la lotul cu diabet aloxanic acesta majorându-se până la $12,87 \pm 0,56 \cdot 10^9$ /l, în raport cu martorul – $7,45 \pm 0,38 \cdot 10^9$ /l, iar în lotul mixt se observă o tendință de normalizare – $9,53 \pm 0,49 \cdot 10^9$ /l, ca rezultat al efectului protector și adaptogen al extractului de aloe evidențiat de studiul experimental.

Astfel, fitoterapia se folosește cu scopul de a activa procesele reparative în aparatul beta-celular al pancreasului, pentru stimularea imunității și în calitate de mijloc pentru a mări bazacitatea în organismul predispus spre acidoză, cel din urmă efect poate fi folosit și la bolnavii cu diabet zaharat de tip 1. Considerăm că acțiunea hipoglicemică a extractului de aloe are loc datorită principiilor biologice active, precum: aminoacidul cisteina, microelementele ca: Ca, Mg, Mn, Fe, K, Cr, Zn, vitaminele (A, B₆, B₉, B₁₂, C și E) etc. [1, p.53-62; 4, p.21-26], deoarece acestea participă în reglarea metabolismului glucidic.

Concluzii: Studiul dat a demonstrat eficacitatea biopreparatului din *Aloe vera* prin elucidarea efectului hipoglicemiant, insulinotrop și imunomodulator. De asemenea, prezintă o reactivitate rapidă și eficace fără reacții adverse pentru organism, reglând procesele metabolice și normalizând parametrii homeostaziei.

Referințe:

1. CHOI, S., CHUNG, Mh. A review on the relationship between *Aloe vera* components and their biologic effects. In: *Seminars in Integrative Medicine*, 2003, vol 1, No 1 (March), pp. 53-62.
2. CRIVOI, A., ș.a. *Modularea statusului imunitar cu ajutorul principiilor bioactive naturale pentru prevenirea și profilaxia infecțiilor acute în contextul pandemiei COVID-19*: Material științifico-didactic. Chișinău: CEP USM, 2021. 148 p.
3. CRIVOI, A., ș.a. *Substanțe biologice active ca bază a valorificării biotehnologiilor moderne în modularea și adaptarea proceselor metabolice ale organismelor vii*: Material didactic. Chișinău: CEP USM, 2019. 200 p.
4. MAHARJAN, H.R., NAMPOOTHIRI, P.L. Evaluation of biological properties and clinical effectiveness of *Aloe vera*: A systematic review. In: *Journal of Traditional and Complementary Medicine*. 2015, Jan; 5(1), pp. 21-26.

INTERPOPULATION RELATEDNESS OF *O. CUMANA* BELONGING TO DIFFERENT COUNTRIES

INTERRELAȚII DINTRE POPULAȚII DE *O. CUMANA* DIN DIFERITE ȚĂRI

Maria DUCA, ORCID: 0000-0002-5855-5194

Ana MUTU, ORCID: 0000-0001-8603-142X

Steliana CLAPCO, ORCID: 0000-0001-7147-2740

Moldova State University

UDC: 581.15:582.998.2

e-mail: mduca2000@yahoo.com

Orobanche cumana is an obligate root parasite that causes serious losses in sunflower production in many parts of the world. Host–parasite coevolution involves a continuous escalation of parasite virulence to overcome potential host resistance. Thus, eight races (races A to H) of broomrape were identified until now, the most virulent biotypes being spread especially in the Black sea region (Romania, Turkey, Ukraine and Bulgaria) [1]. A better understanding of population genetic mechanisms can provide useful insights into parasite evolution and enable the development of new control strategies of weeds. In this context, cluster analysis of interpopulation relatedness of *Orobanche cumana* from different sunflower growing countries was performed.

Thirty-three broomrape populations belonging to different sunflower producing countries (Moldova, Romania, Bulgaria, Serbia, China and Turkey) and races (E, G, H) were included in a comparative study of genetic diversity. The fresh tissue of 10-15 individual plants from each population, grown on sunflower genotypes in green house spot experiments, was collected and stored at -80°C until DNA extraction. The total genomic DNA was isolated from frozen material using *GeneJET Plant Genomic DNA Purification Mini Kit #K0791* according to the manufacturer’s protocol (*Thermo Fisher Scientific*, USA). SSR amplifications were carried out employing a total of 14 primers, in a thermocycler Veriti-96Well (*Applied Biosystems*) according to the standard procedure [2]. Ward’s hierarchical agglomerative clustering method with squared Euclidean distance was performed using a program package (XLSTAT, version 2014).

Cluster analysis, with a high cophenetic correlation coefficients (0.86, $p < 0.01$), revealed three well differentiated groups (Figure 1). The largest cluster I grouped most of the populations from Eastern and Southeast Europe (Moldova, Romania and Bulgaria). The populations from Turkey and China formed two separate subcluster in second group and all Serbian broomrape populations were included in the 3rd cluster.

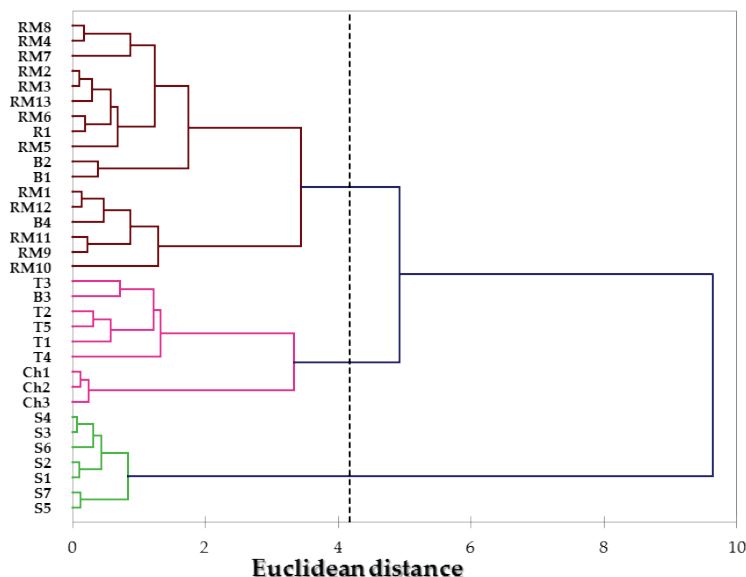


Fig. 1. Ward's method dendrogram based on Euclidean distances between 33 populations of *Orobanche cumana* belonging to the Republic of Moldova (RM1-RM13), Romania (R1), Turkey (T1-T5), Bulgaria (B1-B4), Serbia (S1-S7) and China (Ch1-Ch3) using SSR markers

The exception was second cluster resulting from the Ward analysis of the SSR data set, which supplementary included one population from Bulgaria (B3) clustering together with Turkish *O. cumana*. It has to be noted that this population, comparative to other Bulgarian samples collected especially from the regions closed to Romania, belonging to a location (Radnevo) situated in the proximity of Bulgarian-Turkish border. B3 is located in the same subcluster with T3 originated from Edirne (Turkey), which is placed at around 100 km distance.

A distribution of populations according to their geographical origin was observed inclusive in the case of Moldovan broomrape populations. Thus, *O. cumana* collected from the North (RM4 - Soroca, RM7 - Balti and RM7 – Prepelita) and South (RM2 – Svetlai, RM3 – Taraclia, RM13 – Comrat, RM5 – Alexanderfield) were clustered in two separate subclusters, while the populations from the Center and South-Est (RM1 – Izbiste, RM12 – Cazanesti, RM11 – Chisinau, RM9 – Grigorievca and RM9 – Popeasca) fell together into another subcluster. In this context, an unexpected result was the classification of geographically distant populations from China closer to Turkish broomrape.

Clustering was not influenced by the racial status of broomrape, the populations from different races (Tab. 1) being grouped together, similarly to the results reported by other researchers [3].

Table

Origin and racial status of *O. cumana* populations

| Country | Collecting site | Population | Race | Country | Collecting site | Population | Race | |
|---------------------|--------------------------|------------|------|------------------------|-----------------|---------------|------|---|
| Republic of Moldova | Izbiște | RM1 | H | Serbia | ORSR 04 | S1 | ≤E | |
| | Svetlii | RM2 | H | | ORSR 07 | S2 | ≤E | |
| | Taraclia | RM3 | H | | ORSR 11 | S3 | ≤E | |
| | Soroca | RM4 | H | | ORSR 14 | S4 | ≤E | |
| | Alexanderfield | RM5 | H | | ORSR 24 | S5 | ≤E | |
| | Balți | RM6 | H | | ORSR 25 | S6 | ≤E | |
| | Balți | RM7 | H | | ORSR 43 | S7 | ≤E | |
| | Prepelita | RM8 | H | Bulgaria | Debovo | B1 | G | |
| | Grigorievca | RM9 | H | | Silanovtsi | B2 | G | |
| | Popeasca | RM10 | G | | Radnevo | B3 | H | |
| | Chisinau | RM11 | G | | Rosenova | B4 | H | |
| | Cazanesti | RM12 | ≤E | | Turkey | Edirne, Keşan | T1 | H |
| | Comrat | RM13 | ≤E | | | Adana | T2 | H |
| China | Inner Mongolia, Bayanuur | Ch1 | G | Edirne, Merker | T3 | H | | |
| | Inner Mongolia, Hohhot | Ch2 | H | Kirklareli, Luleburgaz | T4 | H | | |
| | Hebei | Ch3 | G | Trakia | T5 | G | | |

The cluster analysis of the SSR data set indicate the correspondence between clustering pattern and geographical origin of the populations, suggesting that the populations from closer regions may derive from the same introduction events. Clustering of populations was not associated with racial status of *O. cumana*.

References:

1. MOLINERO-RUIZ, L., DELAVAUULT, Ph., PÉREZ-VICH, B. et al. History of the race structure of *Orobanche cumana* and the breeding of sunflower for resistance to this parasitic weed: A review. In: *Spanish Journal of Agricultural Research*. 13: e10R01.
2. SAMBROOK, J., RUSSELL, D. *Molecular cloning. A laboratory manual*. New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press, 2001, vol. I-III. 1885 p.
3. PINEDA-MARTOS, R., VELASCO, L., FERNANDEZ-ESCOBAR, J. et al. Genetic diversity of *Orobanche cumana* populations from Spain assessed using SSR markers. In: *Weed Research*. 2013, no. 53, pp. 279–289

This study was supported by the research Project 20.80009.5107.01 „Genetico-molecular and biotechnological studies of the sunflower in the context of sustainable management of agricultural ecosystems”, funded by the NARD.

STUDIAREA ASPECTELOR DE ETICĂ ȘI COMUNICARE DINTRE ANTRENOR ȘI SPORTIVI ÎN PERIOADA COMPETIȚIONALĂ

THE STUDY OF ETHICAL AND COMMUNICATIONAL ASPECTS BETWEEN THE COACH AND SPORTSMEN DURING THE CONTEST PERIOD

Aurelia CRIVOI, ORCID: 0000-0002-1917-1278

Inga DELEU, ORCID: 0000-0002-1063-422

Irina DELIPOVICI, ORCID: 0000-0002-1409-9318

Universitatea de Stat din Moldova

Universitatea de Stat de Educație Fizică și Sport

CZU: 159.923.2:005.57:796.01

e-mail: crivoi.aurelia@mail.ru

e-mail: deleu.i@mail.ru

e-mail: delipovici.irina@mail.ru

This work relates about the study of ethical and communicational aspects between the trainer and performance swimmers. After questioning the swimmers, there was estimated the importance of verbal and non-verbal communication between the coach and sportsmen, as well as the impact of the communicational style, the particularity of the trainer's voice during the swimming test. It was also evaluated the importance of encouraging the swimmers by the trainer just before the competition.

Actualitate. Etica profesională reliefează principiile sale prin toate domeniile existente, iar scopul ramurii menționate constituie creșterea moralității și astfel pregătirea profesională a personalității, direcționarea individului spre valori și virtuți, adică spre fapte bune, dar și acumularea unui anumit bagaj de cunoștințe [1, 2, 3]. Educarea și formarea unui profesionist, în cazul nostru în sport, poate fi realizată doar prin integrarea ramurii comunicative și celei etice, grație cărora se pot expune sau interpreta idei, gânduri, emoții sau sentimente, atât verbal, non-verbal, cât și în scris, se pot explica anumite fapte. Grație comunicării efective, un specialist (în cazul nostru antrenor competent) percepe, analizează, sintetizează anumite lucruri, de altfel, poate ușor să convingă că este bine pregătit și poate promova atât produsul său, cât și pe sine însuși [6].

După părerea, care a fost și demonstrată de către *Vlăduțescu* – comunicarea este o construcție în sine, prin care gândim asupra realității [6]. Iar după afirmația înaintată de către *Ilie Pârvu*: „Comunicarea a devenit în ultima vreme mediul însuși sau temeiul din care unele filosofii își extrag structurile determinative, universale” [5, p. 15].

Atingerea scopurilor, realizarea intereselor actorilor sociali implică o complexă strategie a cooperării, a asocierii înțelegere–acțiune, împărtășirea de sensuri comune, obținerea unui acord. Calea majoră, în această privință, o constituie dialogul: „o deschidere la toate nivelurile”, străpungere a obstacolelor, negare a zidurilor, depășire a

opacităților, abolirea distanței, atitudine de comprehensiune, pe fondul unor valori umane, care indică încrederea în celălalt. Printr-un efect de feed-back inductiv, această încredere generează la rândul ei încredere” [4, p. 242].

Specificul comunicativ, identificat de către aceste personalități remarcabile din domeniul comunicării, trasează un fir roșu și pentru domeniul sportiv, care este mai puțin cercetat, în ceea ce privește caracterul etico-comunicativ. În urma examinării minuțioase a componentei funcționale, și anume, a specificului morfologic, fiziologic și biochimic al organismului sportivilor înotători, am identificat necesitatea cercetării aspectelor etico-comunicative dintre antrenor și sportivii înotători.

Scopul acestei cercetări constă în studierea profilului etic și de comunicare dintre antrenor și sportivii înotători de performanță în vederea valorificării relației antrenor-sportivi, precum și a optimizării performanței sportive a înotătorilor.

Obiectivele cercetării sunt următoarele:

- estimarea profilului comunicativ și etic în etapa competițională;
- propunerea unor recomandări, care ar valorifica statutul comunicativ și etic dintre antrenor și sportivii înotători de performanță.

Materiale și metode de cercetare: Cercetarea este bazată pe elaborarea și testarea unui program particular de studiere a profilului comunicativ și etic – **program de chestionare a sportivilor înotători de performanță**. Programul include un set de întrebări adresate sportivilor înotători în etapa competițională, în scopul estimării relațiilor de etică și comunicare dintre antrenor și sportivii înotători de performanță.

În calitate de obiect de cercetare au servit 16 sportivi (fete și băieți) de performanță, cu vârsta cuprinsă între 14-18 ani, specializați în probele nautice, care practică înotul în medie 8-10 ani. În ceea ce privește calificarea sportivă a înotătorilor, participanții la cercetare sunt candidați în maeștri în sport și maeștri în sport. Sportivilor înotători li s-a propus să răspundă la zece întrebări de tip închis (cu variante de răspuns), înregistrate în carnetul de anchetare, în scopul de a acumula informații veridice, exacte și individualizate privitor la relația de comunicare dintre antrenor și sportivii înotători de performanță.

Studiul științific s-a realizat în perioada aprilie-iunie 2022, în incinta bazinului de înot al Universității de Stat de Educație Fizică și Sport, a Școlii Sportive specializate în înot și tenis de masă nr. 8, sectorul Buiucani, și în incinta bazinului de înot al Școlii Sportive specializate în înot și fotbal nr. 11, sectorul Ciocana.

Rezultatele cercetărilor efectuate și discuțiilor. Etapa competițională reprezintă cea mai importantă perioadă a evoluției sportivilor înotători, în care antrenorul și înotătorii impun toată sursa lor funcțională, energetică, dar și emoțională, în scopul valorificării sau optimizării performanței sportive. Deci, să vizualizăm care sunt răspunsurile la întrebările propuse sportivilor înotători în perioada competițională.

La prima întrebare oferită sportivilor: „**Cât de importantă este comunicarea verbală dintre antrenor și sportivii înotători în perioada competițională?**” înotătorii au răspuns în raport de 93% – *varianta a* (comunicarea verbală este foarte importantă) și 7% – *variant b* (comunicarea verbală este suficient de importantă), iar *varianta c* (comunicarea verbală nu este importantă) nu a fost aleasă (Fig. 1).

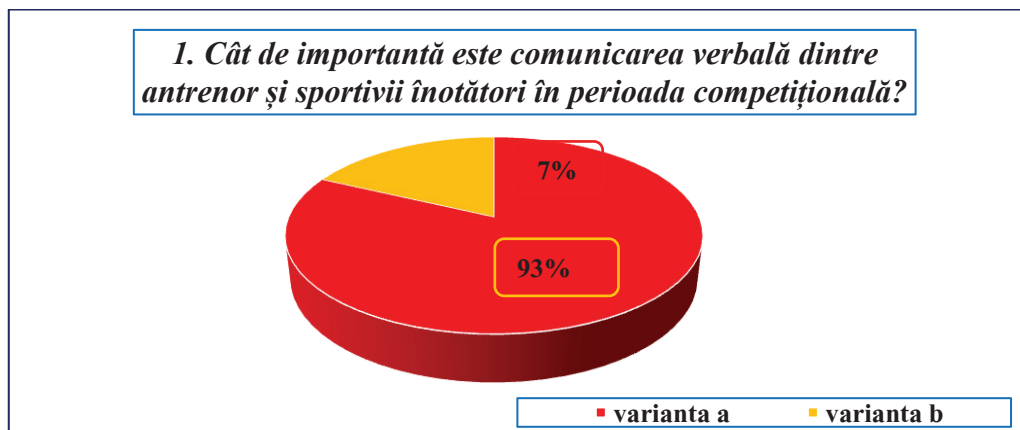


Fig. 1. Importanța comunicării verbale între antrenor și înotători în perioada competițională

Deci, în urma obținerii răspunsurilor, putem conchide că importanța comunicării verbale în relația antrenor – sportive înotători în perioada competițională este considerabilă sau chiar hotărâtoare și poate influența rezultatul obținut în urma parcurgerii distanței de înot.

La întrebarea următoare (a 2-a): „**Cât de importantă este comunicarea nonverbală dintre antrenor și sportivii înotători în timpul parcurgerii distanței de înot în perioada competițională?**” sportivii au răspuns în raport de: 97% – *varianta a* (comunicarea nonverbală în timpul înotului este foarte importantă); 3% – *varianta b* (comunicarea nonverbală în timpul înotului este suficient de importantă), *varianta c* (comunicarea nonverbală nu este importantă) nu a fost aleasă (Fig. 2).

Deci, reiese că rolul comunicării nonverbale, și anume, gesturile, expresii faciale, postura corpului, care transmit informații codate este impunător.

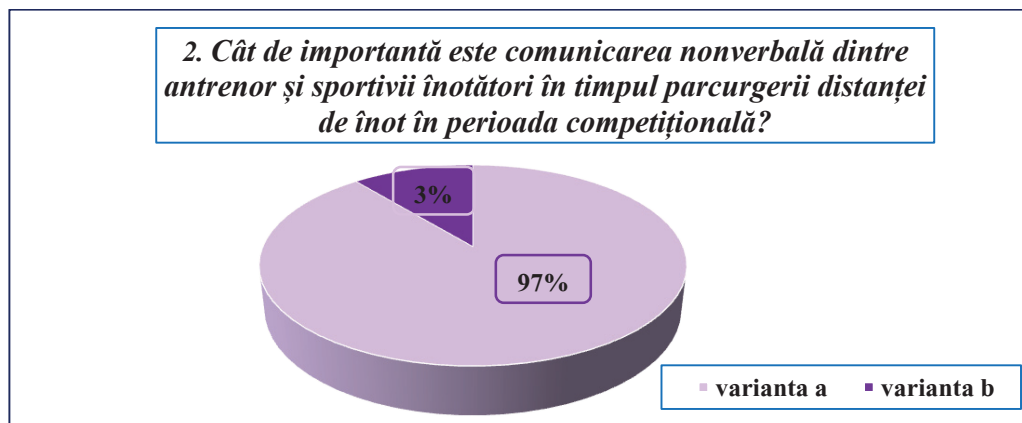


Fig. 2. Importanța comunicării nonverbale dintre antrenor și înotători în timpul parcurgerii distanței de înot în perioada competițională

„În echipa dumneavoastră (antrenor–sportivi înotători) în perioada competițională considerați că este destulă comunicare?” este următoarea întrebare (întrebarea a treia) și înotătorii au răspuns astfel: *varianta a* (suficientă comunicare a) – 84%; *varianta b* (insuficientă comunicare) – 16%.

Întrebarea a 4-a oferită înotătorilor este: „*Considerați că este necesar de a atenționa sau repeta regulile de parcurgere a distanței de înot de către antrenor în perioada competițională?*” La această întrebare sportivii au răspuns în următoarea ordine: *varianta a* (foarte necesar) – 80%; *varianta b* (suficient de necesar) – 16%; *varianta c* (necesar) – 3%; *varianta d* (nu este necesară) – 1% (Fig. 3).

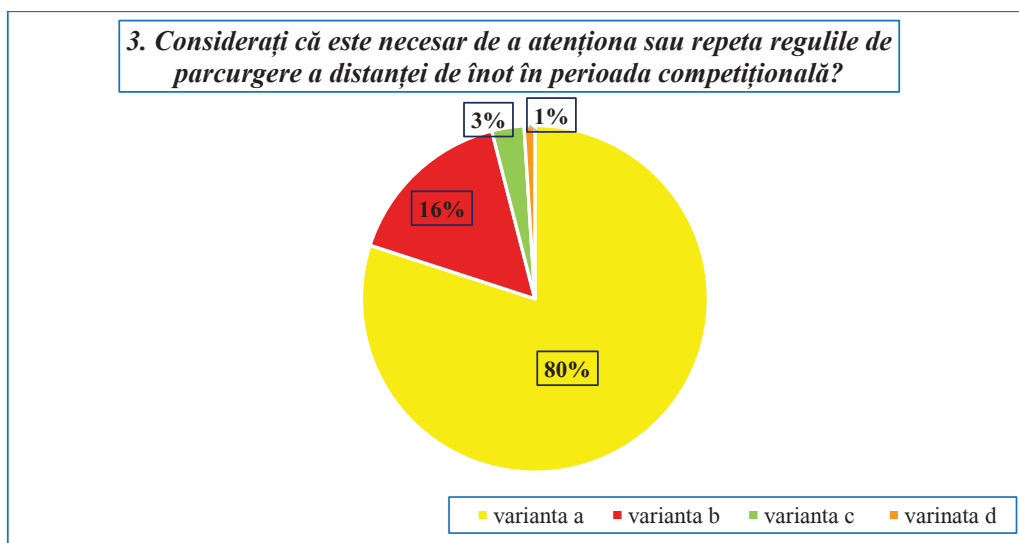


Fig. 3. Reiterarea regulilor de înot în perioada competițională

Așadar, marea majoritate au răspuns *variantele a și b* (foarte necesar și suficient de necesar), astfel, antrenorul este în mare măsură obligat cu o tonalitate joasă, viteză lentă și sigur pe sine, să amintească regulile de înot înaintea efectuării efortului fizic. Acest moment poate fi explicat prin prevalarea emoțiilor la sportivi în perioada competițională, și astfel necesitatea repetării regulilor de înot de către antrenor.

Întrebarea a 5-a din chestionar sună în felul următor: „*Care ar fi stilul de comunicare potrivit pentru dumneavoastră în relația antrenor – sportive înotători în perioada competițională?*”. Variantele de răspuns sunt următoarele: *varianta a* – stilul pasiv nu a fost ales (0%); *varianta b* – stilul asertiv (87%) și *varianta c* – stilul agresiv (13%).

Întrebarea a 6-a ține de semnificația elementelor de paralimbaj: „*Cum apreciați particularitățile vocii antrenorului nemijlocit înainte de competiții, dar și în timpul competițiilor?*” Variantele de răspuns sunt următoarele: *varianta a* – voce cu înălțime joasă, volum tare și tempo lent (90%); *varianta b* – voce cu înălțime ridicată, volum încet

și tempo în viteză (10%) și *varianta c* – particularitățile vocii nu au însemnătate (nu a fost aleasă). Rezultă că, în perioada competițională, majoritatea sportivilor înotători au ales *varianta a*, adică elementele vocale ale antrenorului sunt importante și chiar într-o oarecare măsură pot influența rezultatul competițional.

Întrebarea a 7-a este: „*Ați avut vreodată situații de conflict cu antrenorul?*”, iar variantele de răspuns sunt: *varianta a* – da (5%); *varianta b* – nu (95%). Dacă ați răspuns afirmativ, atunci subîntrebarea este: „*Cât de repede s-a rezolvat situația de conflict și care a fost impactul comunicării în atenuarea neînțelegerii?*” Variantele de răspuns: *varianta a* – conflictul s-a rezolvat repede și rolul comunicării verbale a fost decisiv (85%); *varianta b* – conflictul s-a rezolvat mai anevoios din cauza lipsei comunicării eficiente (2%); *varianta c* – conflictul s-a rezolvat ușor prin intermediul comunicării nonverbale (13%).

Întrebarea a 8-a sună în felul următor: „*Cât de oportun este un mesaj de încurajare din partea antrenorului către înotători înainte de competiții?*”, iar variantele de răspuns sunt următoarele: *varianta a* – da, este foarte oportun (93%), *varianta b* – nu în toate cazurile este nevoie de mesaj de încurajare – 5%; *varianta c* – nu am nevoie de mesaj de încurajare – 2%.

Următoarea întrebare (a 9-a) din chestionar este: „*Comunicarea dintre antrenor și înotători poate avantaja evoluția sportivului pe plan profesional?*” Variantele de răspuns sunt: *varianta a* – da, comunicarea efectivă este foarte importantă și avantajează sportivii în dezvoltarea lor profesională (93%); *varianta b* – comunicarea este suficient de importantă în progresarea sportivilor pe plan profesional (7%); *varianta c* – comunicarea nu joacă un rol în evoluția sportivilor pe scara profesională – nu a fost aleasă. Importanța comunicării efective și a transmiterii mesajelor de îndemnare din partea antrenorului în perioada competițională (ca fiind cea mai importantă perioadă) este decisivă, după părerea a 93% dintre sportivii înotători chestionați, adică a mării majorități.

La întrebarea a 10-a „*Împărtășiți cu antrenorul idei, păreri, emoții, care nu sunt legate de sport?*” Au fost notate următoarele răspunsuri: *varianta a* – da, antrenorul este o persoană apropiată și pot împărtăși multe lucruri care nu au tangență cu sportul – 96%; *varianta b* – discut cu antrenorul doar lucruri legate de viața profesională – 4%.

Concluzii: În urma chestionării sportivilor înotători de performanță în perioada competițională, putem marca următoarele concluzii:

- comunicarea verbală și nonverbală efectivă joacă un rol major în atingerea rezultatelor scontate în perioada competițională;
- în etapa competițională este importantă reiterarea regulilor de înot după părerea mării majorități ai sportivilor chestionați;
- în cazul alegerii stilului de comunicare dintre antrenor și sportivi, înotătorii susțin cel mai mult stilul asertiv, dar totuși 13% dintre persoanele chestionate au ales stilul agresiv de comunicare;
- analizând elementele de paralimbaj al antrenorului în etapa competițională, urmărind alegerea preponderentă a aspectelor vocale cu înălțime joasă, volum tare și tempo lent, și anume, 90% dintre sportivi au selectat această variantă de răspuns.

Referințe:

1. CEPRAGA, L. *etică și comunicare*. UPSC, 2020. 99 p.
2. CIOLACU, L. Conceptul de comunicare. În: *Materialele Colocviului Comemorativ Internațional „Tradiție și modernitate în abordarea limbajului”*, consacrat aniversării a 65-a de la nașterea profesorului Mircea Ioniță. Bălți, 2006. pp. 198-199.
3. MOVILEANU, P. *Psihologia comunicării*. Chișinău: Editura UASM, 2009. 184 p.
4. MUCCHIELLI, A. *Arta de a comunica. Metode, forme și psihologia situațiilor de comunicare*. Iași: Polirom, 2003. p. 245.
5. PÂRVU, I. *Filosofia comunicării*. București: Editura București, 2000. 200 p.
6. VLĂDUȚESCU, Șt. *Concepte și noțiuni de comunicare și teoria mesajului*. Craiova: Sitech, 2009.

ACTINOBACTERII DE INTERES BIOTEHNOLOGIC ÎN CERNOZIOMUL TIPIC

ACTINOBACTERIA OF BIOTECHNOLOGICAL INTEREST IN TYPICAL CHERNOZEMS

Laurenția ARTIOMOV, ORCID: 0000-0002-4478-4375
Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 631.461:631.445.4

e-mail: lara_09@rambler.ru

Actinobacteriota este unul dintre cele mai mari filumuri din domeniul *Bacteria*, răspândit într-o gamă largă de ecosisteme terestre și acvatică. Reprezentanții filumului *Actinobacteriota* sunt bacterii filamentoase gram-pozitive ce conțin peste 50% de guanină și citozină (G + C) în ADN-ul lor. Filumul *Actinobacteriota* reprezintă cel mai recunoscut grup de microorganisme cu capacitatea de a produce compuși bioactivi. Astfel, multe specii ale acestui filum au diverse aplicații în farmaceutică, biotehnologii, industria alimentară, agricultura și în industria enzimelor. Diverse specii de *Actinobacteriota* sunt utilizate pentru depoluarea mediului, bioremedierea solului și oferă o metodă biologică economică și sigură pentru îndepărtarea contaminanților, deoarece pot metaboliza contaminanții pentru creșterea lor [1, p. 277].

Scopul cercetării a fost studierea prin metode metagenomice a structurii comunității procariotelor de interes biotehlogic a filumului *Actinobacteriota* din cernoziomul tipic.

Cercetarea a fost realizată în cadrul experimentului de lungă durată la Stația Experimentală „Biotron” a Academiei de Științe a Moldovei în două rotații de culturi (cu lucernă și fără lucernă). Caracterizarea diversității microbiomului solului a fost realizată prin secvențierea ampliconilor ARNr 16S (Centrul Științific „Genomic Technologies, Proteomics and Cell Biology” al FSBSI ARRIAM, St. Petersburg, RF).

Investigațiile metagenomice au demonstrat prezența reprezentanților a patru clase ale filumului *Actinobacteriota*: *Actinobacteria*, *Rubrobacteria*, *Thermoleophilia* și *Acidimicrobiia*. Clasa *Actinobacteria* a avut cea mai mare abundență relativă (8,2%) față de celelalte trei clase ale filumului *Actinobacteriota*, identificate în solul Bazei Experimentale „Biotron” (Chișinău). Actinobacteriile sunt considerate bacterii valoroase din punct de vedere biotehlogic și sunt exploatate pentru producerea de metaboliți secundari. Aproximativ 45% din toți metaboliții microbieni bioactivi descoperiți sunt produși de reprezentanții clasei *Actinobacteria*.

Actinobacteriile au avut cea mai mare abundență relativă în variantele *Fertilizare minerală* și *Control* ale ambelor rotații de culturi, iar cea mai mică abundență a fost în varianta *Fertilizare organică* (postacțiune). Clasa a fost reprezentată de 10 ordine de bacterii. Ordinele *Propionibacteriales* (2,5%), *Micrococcales* (2,3%) și *Frankiales*

– (1,2%) au avut cea mai mare abundență relativă. Ordinul *Propionibacteriales* a fost mai abundent în variantele cu *Fertilizare minerală* a asolamentelor și în solul *Fâșiei forestiere*, ordinul *Micrococcales* – în variantele *Control* și *Fâșia forestieră*, ordinul *Frankiales* – în variantele *Control* ale ambelor asolamente și *Fertilizare minerală* a rotației culturilor fără lucernă. Ordinele mai rare cu abundență $\leq 0,1$ au fost *Corynebacteriales*, *Kineosporiales*, *Streptosporangiales*. Abundența maximă a acestor ordine rare a fost observată în diferite variante: *Corynebacteriales* – *Fâșia forestieră*, *Kineosporiales* – în *Controlul* ambelor rotații de culturi și *Streptosporangiales* – solul cu *Fertilizare minerală* a asolamentului cu lucernă. Remarcăm că ordinul *Streptosporangiales* a avut cea mai mică abundență în solul *Fâșiei forestiere* ($<0,01\%$). Ordinele au inclus 20 de familii, iar acestea 34 de genuri. Majoritatea genurilor (7) au fost identificate în familia *Pseudonocardiaceae*. Cele mai abundente genuri au fost: *Micrococcus* – 1,5% (familia *Propionibacteriaceae*), *Blastococcus* – 0,9% (*Geodermatophilaceae*), *Agromyces* – 0,5% (*Microbacteriaceae*), *Pseudonocardia* – 0,4%, (*Pseudonocardiaceae*), *Streptomyces* – 0,4% (*Streptomycetaceae*). Genul *Micrococcus* a fost prezent în toate variantele experimentului cu o abundență $> 1\%$, include 25 de specii de bacterii aerobe, chimio-organotrofice, unele specii pot oxida nitrații în condiții anaerobe și pot acumula fosfați. Genul *Blastococcus* (12 specii) a avut cea mai mică abundență pe terenul necultivat al *Fâșiei forestiere*, iar cea mai mare abundență a fost determinată în variantele *Control* și *Fertilizare minerală* ale ambelor rotații de culturi. Genul *Agromyces* (45 de specii), considerat un indicator al solului sănătos, a atins o abundență maximă în solul necultivat al *fâșiei forestiere* și cel nefertilizat al variantelor *control* al ambelor asolamente. Membrii genurilor *Streptomyces* și *Pseudonocardia* au potențial de producere a metaboliților secundari, dintre care unii au efecte antibacteriene, antifungice și antitumorale. Reprezentanți ai genului *Pseudonocardia* degradează hidrocarburile policiclice aromatice, au potențial de utilizare în bioremedierea solurilor. Genul *Pseudonocardia* aparține unui grup de *Actinobacteria* și este membru al familiei *Pseudonocardiaceae*. Membrii acestui gen sunt bacterii aerobe, gram-pozitive, nemotile, care se găsesc în mod obișnuit în sol, plante și mediu. Recent, aceste actinobacterii au suscit o atenție considerabilă datorită efectelor și aplicațiilor lor unice în biotehnologie, farmaceutică, agricultură, remedierea mediului și metaboliți secundari bioactivi, cum ar fi antibioticele și factorii de modulare a imunității [2, p.891].

Genul *Cellulomonas*, care include bacterii ce produc celuloze și hemiceluloze [3, p. 316], a avut o abundență relativă mare de 0,6% în solul fâșiei forestiere, dar a fost în cantități nesemnificative ($<0,1\%$). Genul *Rubrobacter* al clasei *Rubrobacteria* a avut o abundență relativă medie 1,4%, cea mai mare cotă-parte a fost determinată în solul *Fâșiei forestiere* (1,8%) și în variantele *Control* ale ambelor asolamente. Bacteriile genului *Rubrobacter* au activitate metabolică înaltă în solurile poluate cu metale grele [4, p.897]. Aplicarea metodelor metagenomice în studiul microbiomului solului Stației Experimentale „Biotron” a permis identificarea procariotelor care promovează creșterea plantelor. De exemplu, genurile *Streptomyces*, *Micrococcus*, *Microbacterium*, *Kocuria*, *Corynebacterium* și *Arthrobacter*. produc compuși chelați ai Fe, care îmbunătățesc

creșterea plantelor (5, p. 152). Există numeroase studii despre implicarea *Actinobacteriilor* în fixarea azotului (N), cum ar fi membrii genului *Frankia*, care sunt *Actinobacterii* endofitice larg răspândite, asociate simbiotic cu rădăcinile plantelor și fixează N atmosferic pentru plantele gazdă. Asociațiile simbiotice cu specii de *Actinobacteria* determină culturile de leguminoase să realizeze fixarea biologică a azotului și să își asigure propriile necesități, fără a depinde de surse externe. În solul fâșiei forestiere sunt prezente genurile *Rhodococcus*, *Williamsia*, *Nakamurella*, *Actinomycetospora* ce au un înalt potențial biotehologic, tolerează mediile nefavorabile și contaminate și produc compuși valoroși: biosurfactanți, biofloculanți, carotenoizi, triacilgliceroli, siderofori, substanțe antimicrobiene [6, p.8568].

În concluzie, menționăm că cercetările metagenomice ale cernoziomului tipic au demonstrat prezența unei mari diversități de *Actinobacteria* cu potențial biotehologic atât în solurile câmpurilor agricole, cât și în solul necultivat al fâșiei forestiere. Corelațiile dintre practicile agricole aplicate și diversitatea actinobacteriilor necesită un studiu mai detaliat pe mai mulți ani.

Referințe:

1. CHATURVEDI, S., KHURANA, S.M. Importance of actinobacteria for bioremediation. In: *Plant biotechnology: Progress in genomic era*. 2019, pp. 277-307. Springer, Singapore.
2. RIAHI, H. S., HEIDARIEH, P., & FATAHI-BAFGHI, M. Genus *Pseudonocardia*: What we know about its biological properties, abilities and current application in biotechnology. In: *Journal of Applied Microbiology*, 2022, 132(2), pp. 90-906.<https://doi.org/10.1111/jam.15271>.
3. CHAUDHARY, P. The glucanases of *Cellulomonas*. In: *Biotechnology advances*, 1997, 15(2), p. 315.
4. GREMION, F. et al. Comparative 16S rDNA and 16S rRNA sequence analysis indicates that Actinobacteria might be a dominant part of the metabolically active bacteria in heavy metal-contaminated bulk and rhizosphere soil. In: *Environmental Microbiology*, 2003, 5(10), pp.896-907.<https://doi.org/10.1046/j.1462-2920.2003.00484.x>.
5. MITRA, D et al. Actinobacteria-enhanced plant growth, nutrient acquisition, and crop protection: Advances in soil, plant, and microbial multifactorial interactions. In: *Pedosphere*, 2022, 32(1), pp.149-170.[http://dx.doi.org/10.1016/S1002-0160\(21\)60042-5](http://dx.doi.org/10.1016/S1002-0160(21)60042-5).
6. CAPPELLETTI, M et al. Biotechnology of *Rhodococcus* for the production of valuable compounds. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 104(20), 8567-8594.<https://doi.org/10.1007/s00253-020-10861-z>.

Această cercetare a fost realizată în cadrul Proiectului Program de Stat 20.80009.5107 (2020-2023), finanțat de ANCD.

DIVERSITATEA COLEOPTERELOR (*CARABIDAE*, *SILPHIDAE*, *SCARABAEIDAE*, *LUCANIDAE*) DIN PĂDUREA DE GORUN CU AMESTEC DE FRASIN ȘI TEI

THE DIVERSITY OF BEETLES (*CARABIDAE*, *SILPHIDAE*, *SCARABAEIDAE*, *LUCANIDAE*) IN OAK FOREST WITH ASH AND LIME MIXTURE

Elena BABAN, ORCID: 0000-0002-7587-0401
Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 595.76:574.2(478)

e-mail: baban.elenav@gmail.com

Introducere. Pădurile cu esențe foioase din zona Podișului Moldovei Centrale sunt considerate drept hotarul de est al arealului de răspândire a pădurilor cu esențe foioase ale Europei Centrale.

Pădurea de gorun cu amestec de frasin și tei (Rezervația științifică „Codrii”) este destinsă pe suprafețe mici ca niște fâșii în partea mijlocie a pantelor est și vest, pe solurile cenușii de pădure, în care predomină stratul de arbori cu speciile de *Quercus petraea*, *Fraxinus excelsior*, *Tilia tomentosa* și stratul de arbuști constituit din *Crataegus monogyna* și *Swida sanguinea*. Această biocenoză se caracterizează printr-o diversitate mare a florei și faunei [1, 2, p. 243-247].

Material și metode. Cercetările științifice au fost efectuate în perioada de vegetație a anului 2017. Coleopterele investigate au fost colectate prin intermediul capcanei de sol tip Barber. Au fost efectuate șase extrageri a câte 10 probe pentru fiecare ecosistem cercetat. În total, au fost analizate 854 de exemplare de coleoptere edafice.

Determinarea coleopterelor forestiere s-a realizat în baza determinatoarelor și surselor bibliografice de specialitate [5]. Analiza sinecologică s-a bazat prin estimarea parametrilor ecologici: abundență (A), dominanță (D), constanță (C) și indicele de semnificație ecologică (W) [3, 4].

Rezultate și discuții. Ca rezultat al cercetărilor efectuate în pădurea de gorun cu amestec de frasin și tei, prin metoda Barber, au fost colectate 28 de specii de coleoptere ce se atribuie la 13 genuri și 4 familii. Cea mai numeroasă din punct de vedere specific a fost familia *Carabidae* cu 13 specii din 5 genuri, urmată de familia *Scarabaeidae* cu 8 specii din 4 genuri, familia *Silphidae* a fost reprezentată prin 6 specii din 3 genuri, iar familia *Lucanidae* cu o singură specie.

În urma analizei parametrilor ecologici ai speciilor de coleoptere colectate în pădurea de gorun cu amestec de frasin și tei se constată următoarele: speciile de coleoptere deosebit de abundente și dominante s-au dovedit a fi: *Carabus excellens* Kr. (174 de indivizi, 16,76%), *Harpalus rufipes* (De Geer) (113 indivizi, 16,02%) și *Abax parallelopi-pedus* (Pill.) (89 indivizi, 12,16%) – specii eudominante (D_5) și *Amara ovata* (F.) (73 de

indivizi, 9,95%), *Nicrophorus vespilloides* Hbst. (48 de exemplare, 7,37%), *Pterostichus melas* (Creutz.) (41 de indivizi, 6,81%), *Carabus convexus* F. (35 de indivizi, 5,34%) – dominante (D₄). Totodată, au fost înregistrate 5 specii subdominante (D₃), 5 specii re- cedente (D₂) și 12 specii subrecedente (D₁), fiind prezente în probe prin 2-3 exemplare, dominanța înregistrând valoarea între 0,19-0,56% (Tab.).

Tabel

Analiza sinecologică a speciilor de coleoptere din pădurea de gorun cu amestec de tei-frasin (Rezervația științifică „Codrii”, anul 2017)

| Nr. | Specia | A | D | | C | | W | |
|-----|---|-----|-------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|
| | | | % | Clasa | % | Clasa | % | Clasa |
| 1 | <i>Carabus excellens</i> Kr. | 174 | 16,76 | D ₅ | 37,04 | C ₂ | 6,21 | W ₄ |
| 2 | <i>Harpalus rufipes</i> (De Geer) | 113 | 16,02 | D ₅ | 33,33 | C ₂ | 5,34 | W ₄ |
| 3 | <i>Abax paralellopedus</i> (Pill.) | 89 | 12,16 | D ₅ | 38,27 | C ₂ | 4,65 | W ₃ |
| 4 | <i>Amara ovata</i> (F.) | 73 | 9,95 | D ₄ | 22,22 | C ₁ | 2,21 | W ₃ |
| 5 | <i>Nicrophorus vespilloides</i> Hbs. | 48 | 7,37 | D ₄ | 9,88 | C ₁ | 0,73 | W ₂ |
| 6 | <i>Pterostichus melas</i> (Creutz.) | 41 | 6,81 | D ₄ | 30,87 | C ₂ | 2,10 | W ₃ |
| 7 | <i>Carabus convexus</i> F. | 35 | 5,34 | D ₄ | 16,05 | C ₁ | 0,86 | W ₂ |
| 8 | <i>Brachinus crepitans</i> (L.) | 28 | 3,68 | D ₃ | 14,82 | C ₁ | 0,55 | W ₂ |
| 9 | <i>Molops piceus</i> (Pz.) | 23 | 3,50 | D ₃ | 12,35 | C ₁ | 0,43 | W ₂ |
| 10 | <i>Abax carinatus</i> (Duft.) | 19 | 2,95 | D ₃ | 14,82 | C ₁ | 0,44 | W ₂ |
| 11 | <i>Carabus coriaceus</i> Kr. | 15 | 2,58 | D ₃ | 16,05 | C ₁ | 0,42 | W ₂ |
| 12 | <i>Abax parallelus</i> (Duft.) | 13 | 2,21 | D ₃ | 8,64 | C ₁ | 0,14 | W ₂ |
| 13 | <i>Ophonus gammeli</i> (Shaub.) | 10 | 1,66 | D ₂ | 12,35 | C ₁ | 0,27 | W ₂ |
| 14 | <i>Nicrophorus investigator</i> (Zett.) | 10 | 1,66 | D ₂ | 1,24 | C ₁ | 0,02 | W ₁ |
| 15 | <i>Carabus cancellatus</i> Ill. | 8 | 1,29 | D ₂ | 3,70 | C ₁ | 0,05 | W ₁ |
| 16 | <i>Harpalus latus</i> (L.) | 7 | 1,11 | D ₂ | 8,64 | C ₁ | 0,1 | W ₂ |
| 17 | <i>Harpalus tardus</i> (Pz.) | 7 | 1,11 | D ₂ | 6,17 | C ₁ | 0,07 | W ₁ |
| 18 | <i>Platynus assimile</i> (Payk.) | 5 | 0,74 | D ₁ | 2,47 | C ₁ | 0,02 | W ₁ |
| 19 | <i>Carabus arcensis</i> Hbst. | 4 | 0,56 | D ₁ | 2,47 | C ₁ | 0,01 | W ₁ |
| 20 | <i>Carabus ullrichi</i> Germ. | 4 | 0,56 | D ₁ | 2,47 | C ₁ | 0,01 | W ₁ |
| 21 | <i>Pterostichus melanarius</i> (Ill.) | 4 | 0,56 | D ₁ | 3,70 | C ₁ | 0,02 | W ₁ |
| 22 | <i>Pterostichus hungaricus</i> Dej. | 3 | 0,37 | D ₁ | 2,47 | C ₁ | 0,009 | W ₁ |
| 23 | <i>Harpalus atratus</i> Latr. | 3 | 0,37 | D ₁ | 2,47 | C ₁ | 0,009 | W ₁ |
| 24 | <i>Harpalus tenebrosus</i> Dej. | 3 | 0,37 | D ₁ | 2,47 | C ₁ | 0,009 | W ₁ |
| 25 | <i>Ophonus rufibarbis</i> (F.) | 3 | 0,37 | D ₁ | 1,24 | C ₁ | 0,004 | W ₁ |
| 26 | <i>Cychrus caraboides</i> (L.) | 2 | 0,19 | D ₁ | 1,24 | C ₁ | 0,002 | W ₁ |
| 27 | <i>Stenolophus discophorus</i> F.W. | 2 | 0,19 | D ₁ | 1,24 | C ₁ | 0,002 | W ₁ |
| 28 | <i>Lucanus cervus</i> L. | 2 | 0,19 | D ₁ | 1,24 | C ₁ | 0,002 | W ₁ |
| 29 | <i>Silpha carinata</i> Hbst. | 2 | 0,19 | D ₁ | 1,24 | C ₁ | 0,002 | W ₁ |

* Numerotarea speciilor din tabel este efectuată în ordinea descrescândă a abundenței

Constanța (C) a înregistrat valori mai ridicate la următoarele specii: *Carabus excellens* Kr. (37,04%), *Harpalus rufipes* (De Geer) (33,33%), *Abax parallellopedus* (Pill.) (38,27%) și *Pterostichus melas* (Creutz.) (30,87%) – specii accesorii (C₂), restul speciilor fiind accidentale (C₁).

Indicele de semnificație ecologică (W) a scos în evidență speciile edificatoare: *Carabus excellens* Kr. (6,21%) și *Harpalus rufipes* (De Geer) (5,34%), alte 12 specii fiind însoțitoare (W₂-W₃) și 13 specii – accidentale (W₁) (Tab.).

După regimul trofic preferențial, putem menționa că fauna de coleoptere din ecosistemul forestier investigat a fost compusă din patru grupe trofice: zoofagi – 12 specii; urmate de coprofagi – 7 specii; necroface – 6 specii; fitofage și saprofage – cu câte 2 specii.

Concluzii. Fauna de coleoptere (*Insecta, Coleoptera*) identificate în pădurea de gorun cu amestec de frasin și tei din Rezervația științifică „Codrii”, include 28 de specii, cu un total de 854 de exemplare ce aparțin la 13 genuri și 4 familii (*Carabidae, Scarabaeidae, Silphidae* și *Lucanidae*). Analiza efectuată conform tipului de nutriție al speciilor semnalate a demonstrat dominanța speciilor zoofage, urmate de cele coprofage și necrofage, cele mai puține au fost speciile fitofage și saprofage. Ca rezultat al analizei parametrilor ecologici asupra coleopterelor colectate din pădurea de gorun cu amestec de tei-frasin, s-au evidențiat două specii (*Carabus excellens* și *Harpalus rufipes*) adunente, eudominante și caracteristice ecosistemului.

Referințe:

1. Conspectul diversității biologice. Rezervația „Codrii”. Chișinău: Știința, 2011. 327 p.
2. POSTOLACHE, Gh. *Vegetația Republicii Moldova*. Chișinău, 1995. 220 p.
3. SIMIONESCU, V. *Lucrări practice de ecologie*. Iași: Universitatea „Al. I. Cuza”, 1983, pp. 174-190.
4. STAN, G. Metode statistice cu aplicații în cercetări entomologice. În: *Bul. de informare*, 1995, nr. 5(2), pp. 113-126.
5. КРЫЖАНОВСКИЙ, О. *Семья Carabidae – жужелицы*. (Family *Carabidae* – ground beetle) В: *Определитель насекомых европейской части СССР*. (Keys to the insects of the European part of the USSR). Москва, 1965. Том. II: сс. 29-77.

Lucrare elaborată în cadrul Proiectului: „Schimbări evolutive ale faunei terestre economic importante, ale speciilor rare și protejate în condițiile modificărilor antropice și climatice”. Cifrul: 20.800009.7007.02.

ACTIVITATEA PROTEAZELOR ÎN TRACTUL GASTROINTESTINAL AL ANIMALELOR MENȚINUTE CU RAȚII ALIMENTARE CU DIFERITĂ STRUCTURĂ CALORICĂ

PROTEASE ACTIVITY IN THE GASTROINTESTINAL TRACT OF ANIMALS MAINTAINED WITH DIET RATIONS WITH DIFFERENT CALORIC STRUCTURE

Anastasia BABILEVA, ORCID: 0000-0002-1126-172X
Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 599.323:591.133

e-mail: anastasia.babileva@gmail.com

Dezvoltarea sistemelor de nutriție individualizate este relevantă pentru medicina personalizată a viitorului. Lucrarea prezintă principiile fundamentale ale nutriției sanogenice în funcție de tipul de constituție (tipul astenic al constituției), care a fost folosit ca criteriu de individualizare. Persoanele tipului astenic se caracterizează, în primul rând, printr-un nivel ridicat al proceselor metabolice, care își pune amprenta asupra caracteristicilor alimentației lor. Pentru menținerea durabilă și sănătoasă a metabolismului și funcționării morfofiziologice, alimentația persoanelor tipului astenic și structurii calorice a dietei lor ar trebui să fie orientate doar la menținerea unui nivel ridicat al metabolismului. În dieta tipului astenic prevalează produsele care mențin un metabolism sporit, dar care nu este stimulat (care este deja ridicat la astenici), și anume – cu conținut ridicat al unor produse energetice, cum ar fi glucidele și lipidele, precum și o cantitate minimă de proteine.

Metode și echipament preconizate spre utilizare în cercetare. Pentru determinarea tipului de constituție al animalelor experimentale, a fost elucidat nivelul reactivității nespecifice generale a organismului animalelor, nivelul de stresoreactivitate a lor cu ajutorul unora dintre cele mai simple și adecvate modele, care dau o evaluare obiectivă – modelul „înotului forțat” și „insula de apă” [3, 4]. Pentru determinarea activității enzimelor digestive ale organelor digestive (stomac, intestin subțire, pancreas), au fost utilizate următoarele metode chirurgicale, fiziologice și biochimice: determinarea activității proteolitice a sucului gastric prin metoda perfuziei stomacului izolat în experimente acute *in situ* [5], izolarea segmentului intestinului subțire în experimentele *in vivo* și *in situ* [1, 2], determinarea enzimelor intestinului subțire și pancreasului *in vitro* în omogeneatele tisulare [5, 6].

Experimentele au fost efectuate pe animalele de laborator (șobolani albi linia Vistar) selectate pe baza tipului reactiv al organismului (analog tipului astenic). Pentru alegerea selectivă a animalelor experimentale, cu activitate nespecifică generală a organismului și cu nivel de stresoreactivitate erau utilizate metodele de „înot forțat” și „labirintul ridicat sub formă de cruce”. Din animalele cu tipul reactiv al organismului au fost formate

conform principiului analogic (masă corporală, vârsta, sex) patru grupe experimentale de animale, a câte 4-5 indivizi în fiecare, care erau menținute în aceleași condiții cu un regim alimentar analog. Diferența constă în faptul că fiecare grupă de animale primea rația alimentară care se deosebea după structura calorică. Structura calorică a rațiilor alimentare este reprezentată în Tabel. Durata experimentului este de două luni.

Tabel

Structura calorică a rațiilor alimentare conform grupelor experimentale (%)

| | 1 grupa (control) | 2 grupa | 3 grupa | 4 grupa |
|----------|----------------------|------------|------------|------------|
| Proteine | 8 | 11 | 12 | 14 |
| Lipide | 35 | 29 | 27 | 25 |
| Glucide | 57 | 60 | 61 | 61 |

Rezultatele cercetărilor:

1) Activitatea proteazelor în chimul gastric al animalelor menținute cu rații alimentare cu diferită structură calorică

Studierea influenței rațiilor asupra activității totale a proteazelor (pepsina A, pepsina B (gelatinaza), gastrina, chimozina) chimului stomacului șobolanilor albi cu tipul astenic de constituție a arătat că activitatea enzimelor proteolitice ale sucului gastric indică o tendință spre ridicare la animalele care au fost menținute cu rații cu un conținut ridicat de proteine (la animalele grupelor experimentale 3 și 4), deosebiri convingătoare au fost identificate doar între animalele grupelor experimentale 3 și 1. Este interesant faptul că la animalele grupei a 3-a activitatea peptazelor este ușor mai mare decât la animalele din grupa a 4-a, în ciuda conținutului ridicat de proteine în rația animalelor acestei grupe.

2) Impactul rațiilor alimentare în raport cu tipul astenic de constituție asupra activității fermenților proteolitici ai intestinului subțire și pancreasului

Conform datelor obținute, activitatea enzimelor proteolitice ale mucoasei intestinului subțire (activitatea totală a tripsinei, chimotripsinei, elactazei, carboxipeptidazelor A și B, a enzimelor intestinului subțire – enteropeptidazelor (enteropeptinaze, CE 3.4.21.9), aminopeptidazelor M (CE 3.4.11.2), aminopeptidazelor A (CE 3.4.11.7), endopeptidazelor 24.11 (CE 3.4.24.11), grupelor dipeptidazelor absorbite de pancreas) nu se deosebesc veridic între grupele animalelor experimentale cu constituție astenică 1 ($3,21 \pm 0,44 \mu\text{mol/g}\cdot\text{min}$) și 2 ($3,92 \pm 0,84 \mu\text{mol/g}\cdot\text{min}$), de asemenea, între grupele 2 și 3 ($4,22 \pm 0,60 \mu\text{mol/g}\cdot\text{min}$).

În același timp, activitatea proteazelor mucoasei intestinului subțire este un pic mai mare la animalele din grupa a 3-a, comparativ cu animalele grupei 1. Cea mai mare activitate a proteazelor a fost identificată în grupa a 4-a ($6,58 \pm 0,76 \mu\text{mol/g}\cdot\text{min}$), animalele căreia se aflau la dietă cu cantitatea maximă de proteine și conținutul minim de lipide (practic de 2 ori mai mare decât la animalele din grupele 1 și 2 și de circa 1,5 ori mai mare decât la animalele din grupa a 3-a), ceea ce demonstrează rolul important

al substratului digestiv în reglarea activității enzimelor intestinului subțire implicate în separarea sa.

Conform datelor obținute, activitatea enzimelor proteolitice ale pancreasului (activitatea totală a tripsinogenului, chimotripsinogenului, elastazei, carboxipeptidazelor A și B) nu se deosebește semnificativ la grupele experimentale de animale 1 ($5,52 \pm 0,20 \mu\text{mol/g}\cdot\text{min}$); 2 ($5,82 \pm 0,58 \mu\text{mol/g}\cdot\text{min}$); 3 ($6,08 \pm 0,44 \mu\text{mol/g}\cdot\text{min}$) și 4 ($5,82 \pm 0,71 \mu\text{mol/g}\cdot\text{min}$). A fost identificată doar o tendință de creștere a activității proteazelor la animalele din grupa a 3-a experimentală.

Concluzie. Structura optimă a rației cu nutrienții generatori de energie pentru tipul astenic al constituției ar trebui să fie considerată structura variantei a 3-a a rației ce include: proteine – 12%, lipide – 27%, glucide – 61% din necesarul zilnic total de calorii. Structura nutrienților în proporțiile menționate mai sus, în comparație cu alte variante ale structurii, a asigurat o creștere mai intensă a microflorei obligatorii și inhibarea celei facultative; o activitate mai sporită a enzimelor studiate în stomac, mucoasa intestinului subțire și a pancreasului, care a asigurat condiții optime pentru procesul de digestie. Datele obținute au confirmat relevanța și oportunitatea formării dietelor, ținând cont de caracteristicile individuale ale reactivității la stres și de activitatea metabolică constituțională a organismului.

Referințe:

1. KELLETT, G.L., HELLIWELL, P.A. The diffusive component of intestinal glucose absorption is mediated by the glucose-induced recruitment of GLUT2 to the brush-border membrane. In: *Biochem. J.*, 2000, no. 3, pp. 155-162.
2. LEE, J., LEE, J., SHIN, H., KIM, K.-S. Suggestion of new possibilities in approaching individual variability in appetite through constitutional typology: a pilot study. In: *BMC Complement Altern. Med.*, 2012, no. 12, pp. 122.
3. PELLOW, S., CHOPIN, P., FILE, S.E., BRILEY, M. Validation of open: closed arm entries in an elevated plus-maze as a measure of anxiety in the rat. In: *J. Neurosci. Methods*, 1985, vol. 14, pp. 149-167.
4. SHIRAZI-BEECHEY, S.P. et al. Glucose sensing and signalling; regulation of intestinal glucose transport. In: *Proc. Nutr. Soc.*, 2011, vol. 70, no. 2, pp. 185-193.
5. КОРОТЬКО, Г.Ф., ВОСКАНЯН, С.Э. Регуляция и саморегуляция секреции поджелудочной железы. В: *Успехи физиологических наук*, 2001, т. 32, №4, сс. 36-59.
6. УГОЛЕВ, А.М., ИЕЗУИТОВА, Н.Н., ЦВЕТКОВА, В.А. *Мембранный гидролиз и транспорт*. Л.: Наука, 1986.

EVOLUȚIA TEHNICILOR DE EVALUARE ALE MATERIALULUI SEMINAL ÎN DETERMINAREA FERTILITĂȚII MASCULINE

THE EVOLUTION OF SEMEN EVALUATION TECHNIQUES IN THE DETERMINATION OF MALE FERTILITY

Ion BALAN, ORCID: 0000-0002-5431-6057
Sergiu BALACCI, ORCID: 0000-0001-9961-6806
Nicolae ROȘCA, ORCID: 0000-0003-4705-5618
Vladimir BUZAN, ORCID: 0000-0002-4982-1315
Vlada FURDUI, ORCID: 0000-0002-2232-3236
Ion MEREUȚĂ, ORCID: 0000-0002-9711-5351
Vasile HAREA, ORCID: 0000-0003-1278-1089
Alexei HANȚAȚUC, ORCID: 0000-0002-2223-3265
Ecaterina VÎHRIST, ORCID: 0000-0002-2217-8331
Vlad TEMCIUC, ORCID: 0000-0002-0478-0409
Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 612.61:616.699

e-mail: balanion@rambler.ru

Aprecierea fertilității masculine, care definește rata de reproducere, se bazează pe metode caracteristice pentru evaluarea materialului seminal, iar evaluarea spermei include diverși parametri de calitate ai celulelor reproductive ca indicatori de fertilitate.

Prin urmare, acest articol prevede o trecere în revistă a evoluțiilor metodelor actuale de analiză ale materialului seminal și a cunoștințelor obținute prin determinarea fertilității spermei. Ne-am propus să examinăm unele aspecte ale progresului în tehnicile de evaluare ale materialului seminal și să facem unele constatări asupra progreselor recente privind evaluarea materialului seminal în scopul elucidării performanțelor și limitărilor analizei spermei pentru succesul fertilității.

Evaluarea de laborator a calității spermei este o procedură esențială în multe aspecte ale reproducerii asistate la mamifere. Determinarea parametrilor adecvați prin metodele existente reproductibile, rapide și sensibile este din ce în ce mai îngrijorătoare, deoarece este evident că parametrii standard ai materialului seminal, precum mobilitatea, morfologia și concentrația spermatozoizilor sunt uneori insuficienți, nu numai pentru a presupune fertilitatea, dar chiar și pentru a identifica indivizii subfertili. Mai mult, succesul fertilizării nu poate fi atribuit numai numărului absolut de spermatozoizi vitali, mobili, normali din punct de vedere morfologic, dar mai ales proprietăților funcționale ale lor. Funcționalitatea celulelor reproductive este esențială în fertilitate și fecunditate prin obținerea numărului de descendenți și a potențialului biologic al acestora pe parcursul vieții. Ambele procese sunt determinate de buna funcționare a sistemului reproducător,

de anatomia și fiziologia organelor, glandelor, canalelor, testiculelor și materialului seminal. Analiza materialului seminal este avansată, dar fiabilitatea și validitatea determinării fertilității la oameni și diferite specii de animale sunt larg controversate în literatură.

Materialul spermatic este reprezentat de două componente principale: spermatozoizii produși în tubii seminiferi ai testiculelor și fluidele seminale – în glandele sexuale accesorii și ductele secundare. Ambele componente sunt examinate în analiză după numărul de spermatozoizi și volumul de spermă. Analiza materialului seminal oferă informații privind funcționarea normală a structurilor testiculare în producerea spermatozoizilor și a părții fluide. Analiza spermei include examinarea caracteristicilor fizice ale spermei (culoare, miros, pH, vâscozitate și lichefiere), volum, concentrație, morfologie, mobilitate și progres a spermei, efectuate în mod repetat la diferite intervale de timp. La animalele domestice, determinarea fertilității este foarte importantă, în special la indivizii utilizați în scopuri de reproducere intensivă și de inseminare artificială a efectivelor de femel. Infertilitatea asociată cu dereglările spermatice afectează negativ rezultatele de reproducere a efectivelor de animale.

Până în prezent analiza de laborator a spermei este considerată a fi cel mai important test de laborator pentru evaluarea fertilității masculine, iar în același timp, rămâne totuși destul de complicată și dificilă de standardizat. Unii factori de confuzie provoacă impedimente asupra obiectivelor de evaluare a principiilor greu realizabile, cum ar fi incapacitatea de a monitoriza strict calitatea pentru a obține rezultate semnificative, variabilitatea și incapacitatea de a respecta procedurile standard pentru a realiza interpretări corecte ale rezultatelor obținute. Estimările structurale ale spermatozoizilor se bazează pe aspectul, morfologia, concentrația, integritatea membranei plasmatică și integritatea cromatinei, în timp ce evaluarea funcțională se bazează pe mobilitatea, capacitatea și reacția acrozomală a gametului. Progresele tehnologice performante actuale permit evaluarea structurii și a funcției spermatozoizilor, cum ar fi membrana plasmatică și constituenții genomici, precum și acordă posibilități de determinare a potențialului de fertilitate a spermei. Integritatea membranei plasmatică este esențială pentru funcționarea și fertilitatea corespunzătoare a spermatozoizilor, deoarece joacă un rol important în diferite evenimente fiziologice, cum ar fi menținerea homeostaziei, capacitatea, reacția acrozomală și interacțiunile cu alte celule și mediul înconjurător. Referitor la constituenții genomici, expresia genică a spermatozoizilor, în ceea ce privește indicatorii definiți de fertilitate, s-a dovedit a fi un indicator important al fertilității. Transcriptele spermatozoizilor au evidențiat mii de transcrieri genetice asociate cu evenimentele de spermatogeneză. Avantajele examinării calității genei transcriptomice sunt capacitatea sa de a prevedea semnificația calității spermei, deoarece conține informații despre spermatogeneză, funcția spermatozoizilor și rolurile paterne în evenimentele postfertilizare.

Structura spermatozoizilor este particulară și funcționează întru deplasarea gameților și transferul informației genetice prin intermediul flagelului care asigură mișcarea rectilinie. În același timp, spermii sunt lipsiți de organele principale citoplasmice, precum sunt ribozomii, aparatul Golgi și reticulul endoplasmatic. Pe de altă parte, spermatozoizii conțin mai multe mitocondrii, plasate strategic, care asigură sursa de energie pentru

mobilitate. Din punct de vedere structural, chiar dacă are o singură membrană celulară, conține două distincte componente morfologic și funcțional, flagelul pentru mișcare și capul care conține materialul genetic. Spre deosebire de alte celule, ADN-ul gametului este împachetat compact, iar integritatea sa servește ca baza pentru atingerea fertilității necesare. La nivelul capului spermatozoidului, se localizează nucleul celular, care conține informația genetică și jumătate din numărul de cromozomi. Are formă sferică alungită și prezintă în capătul anterior acrozomul ce conține enzime hidrolitice care facilitează pătrunderea în stratul exterior al ovulului printr-o reacție acrozomală.

Actualmente, pentru determinarea caracteristicilor materialului seminal și indicilor morfofuncționali ai spermatozoizilor, în general, se utilizează metodele tradiționale general acceptate organoleptice și microscopice. Concomitent, există și analizoare de spermă asistate de programe computerizate, fiind considerate a fi o metodă mai bună de evaluare a calității spermei, nu numai ca măsură mai rapidă, dar și în ceea ce privește precizia și capacitatea de a preconiza mai multe aspecte ale ulterioarei fertilități ale spermei. Criteriile de selectare a materialului seminal în scopuri de conservare sau reproducere se bazează pe concentrația, mobilitatea și morfologia celulelor reproductive, care variază în funcție de un șir de factori interni și externi. În plus, nu există nicio îndoială că sunt necesare criterii și metode mai stricte pentru evaluarea optimă a materialului seminal.

La animalele domestice, indicatorii de fertilitate ai materialului seminal sunt influențați de mai mulți factori, printre care mediul și factorii nutriționali. Evaluarea spermei poate fi efectuată la diferite niveluri, adică spermă și spermatozoizi, sau prin evaluarea caracteristicilor mecanice, fizice, structurale sau funcționale ale spermei, care influențează direct sau indirect calitatea specifică a spermatozoizilor referitoare la obținerea fertilității. Pentru comoditatea evaluării, se începe cu parametrii spermei legați de fertilitate și se precaută posibile metode și progresele lor. Mai mult, se analizează valorile indicatorilor studiați, avantajele și dezavantajele metodelor specifice la diferite specii de animale domestice, deoarece caracteristicile materialului seminal sunt variabile.

Astfel, analiza spermei rămâne singura opțiune pentru preconizarea obiectivă a fertilității masculine. Progresul în metodele de evaluare a materialului seminal necesită mai multă perfecționare, standardizări specifice speciei și control al calității. Pronosticarea fertilității speciilor printr-o singură metodă analitică nu este încă posibilă din cauza complexității diferitelor tehnici cu propriile deficiențe și posibilitatea de variabilitate. Prin urmare, este necesară o combinație de teste pentru a obține corelații mari ale rezultatelor analizelor cu fertilitatea. Analizatorul de spermă asistat de computer evaluează în principal caracteristicile mobilității, morfologice și concentrația spermatozoizilor, dar, în același timp, este imposibil să se evalueze toți parametrii de calitate ai spermei pentru speciile cu dimensiunea relativ mică a capului. Mai mult, problema majoră cu sistemul analizatorului este incapacitatea de a diferenția spermatozoizii de celule, picături citoplasmice și resturi celulare de dimensiuni similare. În cele din urmă, baza principală a evaluării materialului seminal necesită supraveghere vizuală constantă, calibrare de către personal instruit și evaluare obiectivă.

ОСОБЕННОСТИ МЕТАБОЛИЗМА АСПАРТАТА, ГЛУТАМАТА, ГЛИЦИНА И ГАММА-АМИНОМАСЛЯНОЙ КИСЛОТЫ У ПАЦИЕНТОВ ГЕПАТОПАТИЯМИ

FEATURES OF THE METABOLISM OF ASPARTATE, GLUTAMATE, GLYCINE AND GAMMA-AMINOBUTYRIC ACID IN PATIENTS WITH HEPATOPATIES

Елена БЕРЕЗОВСКАЯ, ORCID: 0000-0003-0360-745X

Юлиана ЛУПАШКО, ORCID: 0000-0002-1282-5080

Влада-Татьяна ДУМБРАВА, ORCID: 0000-0002-6866-1070

Светлана ГАРАЕВА, ORCID: 0000-0002-9257-5818

Галина ПОСТОЛАТИ, ORCID: 0000-0001-8634-4856

Инна ВЕНГЕР, ORCID: 0000-0001-9702-1059

*Государственный университет медицины и фармации им. Николае Тестемицану,
лаборатория Гастроэнтерологии, Кишинэу
Институт физиологии и санокреатологии, Кишинэу*

CZU: 616.36-002

e-mail: elenaberezovskaia69@gmail.com

Введение. Хронические заболевания печени представляет одну из острейших проблем современной медицины. Гепатопатии, в том числе и обусловленные воздействием хронической вирусной инфекции и неалкогольной жировой болезнью печени, сопровождаются многочисленными метаболическими нарушениями, что, в свою очередь, влияет на дисбаланс аминокислот в организме.

Цель исследования. Изучить содержание аспартата, глутамата, глицина и гамма-аминомасляной кислоты в сыворотке крови пациентов с гепатопатиями вирусной и метаболической этиологии.

Материалы и методы. Было обследовано 24 пациента с гепатопатиями, из которых 13 пациентов с хроническими гепатитами HBV и HCV этиологии (группа ХВГ) и 11 пациентов с неалкогольной жировой болезнью печени (группа НАЖБП), группу контроля (ГК) составили 11 практически здоровых лиц. В исследуемых и контрольной группах было выявлено содержание аспартата (Asp), глутамата (Glu), глицина (Gly) и гамма-аминомасляной кислоты (ГАВА) в сыворотке крови. Количественное определение содержания аминокислот проводилось с помощью жидкостной хроматографии [1, с. 456-458]. Полученные данные были представлены в формате $M \pm m$ ммоль/л, где M – среднее арифметическое, m – стандартная ошибка среднего арифметического. Данные были проанализированы с помощью пакета «Описательная статистика» надстройки «Анализ данных» Excel – 2016. Для определения уровня статистической значимости различий (p) использовался непараметрический статистический критерий Манна-Уитни (односторонний), для двух несвязных выборок.

Результаты. В ходе проведенного исследования было установлено, что уровень Asp в обеих группах пациентов достоверно выше, чем в ГК ($p < 0,01$ для обеих групп) и составил $0,074 \pm 0,031$ мМоль/лв группе ХВГ и $0,069 \pm 0,009$ мМоль/л в группе НАЖБП, против $0,029 \pm 0,005$ мМоль/л в ГК. Нужно отметить также и значимую достоверность различий между экспериментальными группами: $p < 0,05$, таким образом, наиболее высокие показатели Asp наблюдались в группе ХВГ. Уровень же Glu в обеих группах пациентов достоверно ниже, чем в ГК и составил $0,058 \pm 0,006$ мМоль/л ($p < 0,005$) в группе ХВГ и $0,064 \pm 0,007$ мМоль/л ($p < 0,05$) в группе НАЖБП, против $0,110 \pm 0,015$ мМоль/л в ГК. Вместе с тем, необходимо отметить, что, несмотря на то, что наиболее низкие показатели Glu наблюдаются в группе пациентов с ХВГ, достоверность различий между экспериментальными группами была статистически незначима ($p > 0,05$). Наиболее низкое содержание Gly ($0,179 \pm 0,013$ мМоль/л) так же наблюдалось в группе пациентов с ХВГ, как против пациентов с НАЖБП, где этот показатель составил $0,223 \pm 0,009$ мМоль/л ($p < 0,05$), так и против ГК, где содержание Gly было $0,235 \pm 0,023$ мМоль/л ($p < 0,05$). Достоверность различий между группой НАЖБП и ГК была статистически незначима ($p > 0,05$). Уровень GABA в обеих группах пациентов с гепатопатиями достоверно выше, чем в ГК и составил, соответственно $0,008 \pm 0,001$ мМоль/л ($p < 0,005$) в группе ХВГ и $0,008 \pm 0,0004$ мМоль/л ($p < 0,001$) в группе НАЖБП, против $0,005 \pm 0,001$ мМоль/л в ГК. Достоверность различий между экспериментальными группами была статистически незначима ($p > 0,05$).

Дискуссия. Аспарат (аспарагиновая кислота), глутамат (глутаминовая кислота) и глицин (аминоуксусная кислота) относятся к алифатическим заменимым протеиногенным аминокислотам, участвующим в белковом обмене веществ [1, с.15, 20-21]. Гамма-аминомасляная кислота (ГАМК, GABA) – непротеиногенная аминокислота. Помимо этого, аспарат, глутамат и глицин относятся к гликогенным аминокислотам, которые участвуют в глюконеогенезе [1, с. 24-25]. Многие авторы указывают, что изучаемые нами аминокислоты являются нейромедиаторами, и их пониженное или повышенное содержание в сыворотке крови связывают с проявлением нарушений психического здоровья пациентов [2– 4]. Glu и Asp относятся к возбуждающим нейротрансмиттерам, GABA и Glyк тормозным [1, 5, 6]. Некоторые авторы указывают, что изменения в системе нейротрансмиттерных путей связанным с Glu, Asp, GABA и Gly, могут сделать мозг более уязвимым к различным стрессовым событиям, а также способствуют возникновению когнитивных нарушений и поведенческих изменений [3, 5, 7, 8, 9]

Выводы. Исходя из полученных данных, можно заключить, что аспарат повышается при гепатопатиях, наиболее интенсивно у пациентов с хроническими вирусными гепатитами, глутамат, напротив, понижается при гепатопатиях, глицин понижается у пациентов с хроническими вирусными гепатитами, а ГАМК повышается при гепатопатиях. Следовательно, наблюдается дисбаланс, как у возбуждающих, так и тормозных нейротрансмиттеров. Таким образом, у пациентов

с гепатопатиями наблюдаются изменения метаболизма ряда аминокислот, что, в свою очередь, может указывать как на нарушение белкового обмена, так и на нарушение функционального состояния печени и ментального здоровья. Полученные данные необходимо продолжить изучать на более многочисленных группах.

Литература:

1. ГАРАЕВА, С. et al. *Аминокислоты в живом организме*. Тир. АȘМю Chișinău: АНМ, Институт Физиологии и Санокреатологии, 2009. 552 с.
2. SWOBODA, K. J., WALKER, M. A. Neurotransmitter-Related Disorders. In *Swaiman's Pediatric Neurology: Principles and Practice: Sixth Edition*. Elsevier, 2017, pp. 355-361.
3. BAO, A. M. et al. Neurotransmitter and neuropeptides in depression. In *Handbook of Clinical Neurology*, vol. 106, Elsevier, 2012, pp. 107-136.
4. ERECIŃSKA, M. et al. Neurotransmitter amino acids in the CNS. I. Regional change in amino acid levels in rat brain during ischemia and reperfusion. In *Brain Res.*, vol. 304, no. 1, pp. 9-22, Jun. 1984, doi: 10.1016/0006-8993(84)90857-6.
5. PITTENGER, C., BLOCH, M.H., WILLIAMS, K. Glutamate abnormalities in obsessive compulsive disorder: Neurobiology, pathophysiology, and treatment. In *Pharmacol. Ther.*, vol. 132, no. 3, pp. 314-332, Dec. 2011, doi: 10.1016/J.PHARMTHERA.2011.09.006.
6. BRIGUGLIO, M. et al. Dietary Neurotransmitters: A Narrative Review on Current Knowledge. In *Nutr. 2018*, vol. 10, no. 5, p. 591, May 2018, doi: 10.3390/NU10050591.
7. LIN, C.H., LANE, H.Y. The role of N-methyl-D-aspartate receptor neurotransmission and precision medicine in behavioral and psychological symptoms of dementia. In *Front. Pharmacol.*, vol. 10, no. May, p. 540, 2019, doi: 10.3389/FPHAR.2019.00540/XML/NLM.
8. UNO, Y., COYLE, J. T. Glutamate hypothesis in schizophrenia. In *Psychiatry Clin. Neurosci.*, vol. 73, no. 5, pp. 204-215, May 2019, doi: 10.1111/PCN.12823.
9. PEARL, P. L. et al. Inherited disorders of neurotransmitters in children and adults. In *Clin. Biochem.*, vol. 38, no. 12, pp. 1051-1058, Dec. 2005, doi: 10.1016/J.CLINBIOCHEM.2005.09.012.

Работа была выполнена в рамках проекта: 20.80009.8007.37 „Bolile cronice hepatice și pancreatice: aspecte nutriționale și chirurgicale”.

INFLUENȚA FACTORILOR DE STRES ASUPRA FERTILITĂȚII MASCULINE

THE INFLUENCE OF STRESS FACTORS ON MALE FERTILITY

Olga BULAT, ORCID: 0000-0002-9667-6747
Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 159.944.4:616.699

e-mail: bulatolga@mail.ru

Problema fertilității este una majoră a științei și a medicinei contemporane. Incidența cuplurilor infertile în rândul populației variază de la 8 la 15%, peste 50% îi revin infertilității masculine.

Fertilitatea masculină la etapa contemporană a societății a scăzut considerabil, urmată de consecințe sociale și economice imprevizibile pentru societate. Astfel, sterilitatea masculină cu o frecvență sporită a început să devină cauza principală a infertilizațiilor existente, atât în societate, cât și în sectorul economiei reale, iar ameliorarea fertilității masculine a fost și rămâne în centrul cercetărilor științifice majore din domeniul biologiei reproducerii. Ultima include, în primul rând, biologia derulării procesului de spermatogeneză și de formare a gameților masculini apți pentru reproducere. Aceste celule reproductive dispun de proprietăți unice de a transmite generațiilor ulterioare informația cu privire la programul genetic de autodezvoltare a lor înseși și a dezvoltării organismului nou după fecundare prin două modalități: genetice și epigenetice. Transmiterea informației genetice se realizează prin intermediul conținutului codului ADN, transmiterea informației epigenetice se desfășoară prin mecanismele implicate în ontogeneză prin funcțiile cu implicarea nemijlocită a ADN-ului, cromatinei, complexelor proteice asociate cu ADN și alți compuși. Adică, paralel cu factorii genetici determinați există și o serie de factori epigenetici cu un rol semnificativ în reglarea procesului de spermatogeneză, care prevăd anumite modificări ale secvenței ADN-ului [1].

O atenție deosebită la problema infertilității masculine se alocă stresului, ca factor sociogen independent, care are un impact negativ asupra funcției reproductive [2].

Se știe că procesul de spermatogeneză este reglat de un complex de efecte neuroendocrine complexe. Rolul principal în acest proces este atribuit sistemului *cortexului cerebral – hipotalamus – glanda pituitară – testicule*. Hipotalamusul este o formațiune foarte sensibilă la acțiunea oricăror, chiar și a celor mai nesemnificativi agenți stresogeni. Sistemul vegetativ participă la reglarea spermatogenezei, precum și la potența sexuală în general [3].

Ca urmare a situațiilor stresante, au loc dezechilibrări în activitatea sistemului: *cortexul cerebral – hipotalamus – glanda pituitară – glandele suprarenale – testicule* [4], ce se manifestă prin scăderea nivelului de testosteron și dehidroepiandrosteron și creșterea concentrației corticosteroidilor [5].

Creșterea nivelului de glucocorticosteroizii, la rândul lor, duc la scăderea activității secretorii a celulelor Leydig, printr-o creștere a activității căii hipotalamo – suprarenale și ca urmare, sunt responsabili de scăderea producției de testosteron. Expunerea prelungită la factorii de stres, potrivit studiilor, poate duce la atrofia completă a celulelor Leydig [4].

Ca răspuns la acțiunea factorilor de stres, au loc dereglări ale sistemului digestiv, ceea ce, la rândul său, duce la tulburarea procesului de asimilare de către organism a antioxidanților, ce provoacă stresul oxidativ și ca urmare – dezvoltarea infertilității masculine idiopatice [6].

La fel stresul matern, în perioada de 20-32 de săptămâni, de dezvoltare a fătului, când are loc procesul de omisiune a testiculelor, poate provoca diverse forme de criptorhidie și ectopie testiculară. Eliberarea adrenalinei pe perioada stresului matern este un factor teratogen [5].

Stresul de orice natură și în orice perioadă de dezvoltare a organismului masculin poate conduce la sterilitate.

Referințe:

1. BALAN, I., BORONCIUC, G., ROȘCA, N. ș.a. *Evenimente epigenetice în procesul spermatogenezei și infertilității masculine*. Disponibil: https://zoology.md/sites/default/files/2021-04/Culegere%20cu%20coperta%20Simpozion%202018%20Toderas%20I._0.pdf
2. FALDICOVA, L. et al. *Effects of nutrition, social factors and chronic stress on the mouse Leydig cell testosterone production*. Disponibil: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=CZ2001001306>
3. HOLSTEIN, A.F., SCHULZE, W., DAVIDOFF, M. *Understanding spermatogenesis is a prerequisite for treatment*. Disponibil: <https://rbej.biomedcentral.com/articles/10.1186/1477-7827-1-107>
4. КУЗНЕЦОВ, С.Л., КАПИТОНОВА, М.Ю., ДЕГТЯРЬ, Ю.В. и др. *Нейроэндокринология стресса в раннем постнатальном онтогенезе*. Москва; Ульяновск: УлГУ, 2009. 171 с.
5. ГОРПИНЧЕНКО, И.И., СТУСЬ, В.П., МАЛЫШКИН, Д.И., ПОЛИОН, Н.Ю. *Мужское бесплодие: этиология, патогенез, классификация, диагностика и методы лечения*: Монография. Днепр: ООО «Акцент ПП», 2016. 344 с.
6. ABAD, C. *Effects of oral antioxidant treatment upon the dynamics of human sperm DNA fragmentation and subpopulations of sperm with highly degraded DNA*. Disponibil: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22943406/>

Articol elaborat în cadrul Proiectului: „Metode și procedee de menținere și conservare a biodiversității în funcție de integritatea gametogenezei și variabilitatea alimentară”. Cifrul: 20.80009.7007.25.

STAREA IHTIOFAUNEI LACULUI MUNICIPAL DIN VALEA MORILOR ȘI RECOMANDĂRI DE AMELIORARE

STATUS OF THE ICHTHIOFAUNA OF THE MUNICIPAL LAKE MILLS VALLEY AND RECOMMENDATIONS FOR IMPROVEMENT

Denis BULAT, ORCID: 0000-0003-0591-3960
Laurenția UNGUREANU, ORCID: 0000-0003-4576-2810
Elena ZUBCOV, ORCID: 0000-0002-8437-8195
Dumitru BULAT, ORCID: 0000-0003-1134-7176
Ion GOLOGAN, ORCID: 0000-0002-8463-2093
Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 597.2/.5:591.5(478)

e-mail: bulat.denis@gmail.com
e-mail: ungur02laura@yahoo.com
e-mail: elzubcov@mail.ru
e-mail: bulatdm@yahoo.com
e-mail: gologanionel@gmail.com

Introducere. Construcția lacurilor municipale urmărește diverse scopuri ecologice, estetice și de agrement, însă impactul în timp, exprimat prin poluările frecvente în mediul urban afectează semnificativ toate nivelele de organizare a biotei acvatice.

Scopul lucrării este de a releva diversitatea ihtiofaunistică și starea structural-funcțională a ihtiocenozelor lacului municipal din Valea Morilor, care va servi drept model-pilot pentru studiul altor ecosisteme acvatice municipale, și ca finalitate se vor obține informații importante pentru întocmirea cadastrului lumii animale și vegetale din fondul spațiilor verzi ale municipiului Chișinău.

Material și metode. Au fost prelevate cinci probe cu ajutorul năvodului pentru puiet (lungimea 10 m, dimensiunile laturii ochiului 6x6 mm) în zona accesibilă pentru pescuit (plaja lacului) în vara anului 2022. Determinarea și analiza materialului ihtiologic și parazitologic s-a efectuat prin utilizarea metodelor clasice ecologice, ihtiologice și parazitologice [1, 2, 3, 4]. Valorile indicilor ecologici analitici și sintetici exprimă următoarele semnificații: **D** – dominanța, **C** – constanța, **W** – indicele de semnificație ecologică.

Rezultate și discuții. Astfel, în urma pescuiturilor științifice în ecosistemul menționat au fost capturate 121 de exemplare de pește, aparținând la 10 specii (Tab. 1). Din speciile atestate în capturi sunt considerate alogene invazive următoarele: soretele – *Lepomis gibbosus* (Linnaeus, 1758), murgoiul bălțat – *Pseudorasbora parva* (Temminck et Schlegel, 1842) și carasul argintiu – *Carassius auratus*. Nu au fost identificate specii de pești cu statute de raritate naționale și internaționale. Majoritatea speciilor capturate, cu excepția murgoiului bălțat, poate prezenta un interes semnificativ în pescuitul recreativ/sportiv ale populației din municipiu.

Tabelul 1

Efectivul și valorile indicilor ecologici analitici ai capturilor de pește din lacul municipal din Valea Morilor

| Nr. | Specia | D (%) | C (%) | W (%) |
|-----|---|-------|-------|-------|
| 1 | <i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758) | 14,1 | 40 | 5,63 |
| 2 | <i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758) | 21,9 | 40 | 8,75 |
| 3 | <i>Abramis brama</i> (Linnaeus, 1758) | 5,5 | 20 | 1,09 |
| 4 | <i>Scardinius erythrophthalmus</i> (Linnaeus, 1758) | 11,7 | 60 | 7,03 |
| 5 | <i>Carassius auratus sensu lato</i> | 2,3 | 20 | 0,47 |
| 6 | <i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck et Schlegel, 1842) | 7,0 | 40 | 2,81 |
| 7 | <i>Lepomis gibbosus</i> (Linnaeus, 1758) | 1,6 | 20 | 0,31 |
| 8 | <i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758) | 3,1 | 20 | 0,63 |
| 9 | <i>Perca fluviatilis</i> (Linnaeus, 1758) | 25,0 | 100 | 25,00 |
| 10 | <i>Neogobius gymnotrachelus</i> (Kessler, 1857) | 2,3 | 20 | 0,47 |

Indicii ecologici sintetici sunt reprezentați prin următoarele valori: indicele de diversitate Shannon ($H_s=2,82$); indicele Simpson ($I_s=0,17$); echitabilitatea ($e=0,85$) (Tab. 2).

Parametri cantitativi în zona de litoral a lacului din Valea Morilor demonstrează o densitate numerică de 2420 exp./ha și o biomasă de 40,16 kg/ha.

Tabelul 2

Valorile indicilor calitativi și cantitativi determinați în baza pescuitului științific efectuat în lacul din Valea Morilor

| Indicator | | Valorile |
|-----------|---|--------------|
| 1 | Numărul de specii | 10 |
| 2 | Indicele de diversitate Shannon (H_s) | 2,82 |
| 3 | Echitabilitatea (e) | 0,85 |
| 4 | Indicele Simpson (I_s) | 0,17 |
| 5 | Densitatea (exp./ha) | 2420 exp./ha |
| 6 | Biomasă (kg/ha) | 40,16 kg/ha |

În capturi nu au fost identificate unele specii economic valoroase care, conform afirmațiilor reprezentanților ÎS „Spații Verzi”, anterior au fost populate în lac (*sânger*, *novac*, *cosaș*, *crap*, *știucă*, *somn*) și care probabil au fost pescuite activ de pescarii municipali, iar în prezent se găsesc într-un număr foarte mic sau au dispărut.

La capitoul ihtioparazitologic menționăm că au fost examinate 31 de specimene de pești din lac, și anume: biban comun – 10 specimene; babușcă – 18 specimene; murgoi bălțat – 1 specimen; caras argintiu – 2 specimene. Gradul infestării cu paraziți era

următorul: biban comun – neinfestat; babușcă – *Dactylogyrus* sp. (EI-5,5%, II-1 ex.), *Diplostomum spathaceum* (EI-16,6%, II-3-4 ex.), *Ergasilus* sp. (EI-22%, II-1-5 ex.); murgoi bălțat – neinfestat; caras argintiu – *Dactylogyrus* sp. (un specimen depistat la caras) (Fig.).



Sinergasilus sp.



Dactylogyrus sp.



Diplostomum spathaceum

Fig. Unele specii de paraziți depistate la examinarea materialului ihtiologic din lacul municipal din Valea Morilor

Concluzii și recomandări. În baza analizei expuse la compartimentul ihtiologic, recomandăm popularea sistematică cu specii economic valoroase și ameliorative de pești (*sânger, novac, cosaș, crap, somn, șalău, știucă, plătică*) cu vârsta de două veri (din cauza *bibanului* abundent, nu recomandăm popularea cu larve, alevini și puiet de o vară) în cantități recomandate ce vor fi calculate în baza stării resurselor furajere naturale existente și a stării ecologice generale a lacului.

În baza ofertei materialului piscicol pentru populare pe piața internă a republicii, lucrările de populare a lacului din Valea Morilor se poate efectua cu următoarele specii ameliorative și economic valoroase de pești, și în cantitățile indicate (Tab. 3):

Tabelul 3

Norma de populare a speciilor ameliorative de pești (la 1 ha luciu de apă)
pentru lacul municipal din Valea Morilor

| Specia (puiet) | Grupa de vârstă a puietului | Greutatea medie a unui exemplar (kg/exp.) | Cantitatea (exp./ha) | Greutatea totală (kg/ha) |
|------------------------------|-----------------------------|---|----------------------|--------------------------|
| Crap | 1 + (subdimensionat) | 0,25 | 50 | 12,5 |
| Sânger și novac ¹ | 1 + (subdimensionat) | 0,25 | 40 | 10 |

| | | | | |
|--|-------------------------|------------|------------|-------------|
| Cosaș | 1 + (subdimensionat) | 0,25 | 10 | 2,5 |
| Sp. ihtiofage (șalău, somn, știucă) | 0+/1 an | 0,05 | 30 | 1,5 |
| Total | | 0,8 | 130 | 26,5 |

Notă: raportul cantitativ între *sânger* și *novac* este de **80-90% sânger/10-20% novac**.

Norma de populare anuală pentru **suprafața lacului de 34 ha este de 900 kg puiet de pește**, dintre care speciile pacifiste vor constitui aprox. 850 kg, cu vârsta 2 veri și greutatea medie de 250 g (puiet subdimensionat), iar speciile răpitoare se vor popula în cantitate de 50 kg pește, având vârsta o vară și greutatea medie de 50 g.

Această cantitate modestă este calculată cu rezerva neafectării structurii ihtiocenozei, a posibilelor salturi periculoase a gradientilor de mediu și a pescuitului amatoristic de intensitate moderată.

Transportarea materialului piscicol se va realiza cu mașini speciale echipate cu hidrobioane. Cantitatea de puiet transportat depinde de specia transportată, distanța parcursă, temperatura apei, dimensiunile indivizilor, prezența instalațiilor de aerare sau nu etc. (de regulă, raportul dintre cantitatea de apă și material piscicol trebuie să fie de 4:1). Speciile răpitoare de vârsta 0+ vor fi transportate în mod separat de cele pacifiste.

Tratarea lacului cu reagenți se face în funcție de valorile gradientilor de mediu (pH, O₂, T (°C), CCO, CBO₅, duritatea, mineralizarea etc.).

Referințe:

1. *Guidance on the monitoring of water quality and assessment of the ecological status of aquatic ecosystems*. Chișinău: Tipografia Centrală, 2021. ISBN 978-9975-157-05-6.
2. *Ghid metodologic pentru piscicultori/Programul Operațional Comun România-Republica Moldova 2014-2020*, Institutul de Zoologie, Universitatea de Științele Vieții „Ion Ionescu de Brad” din Iași; editori: Elena ZUBCOV, Liviu-Dan MIRON. Chișinău: S. n., 2022 (F.E.-P. „Tipografia Centrală”). 93 p. ISBN 978-5-88554-098-8.
3. KOTTELAT, M., FREYHOF, J. *Handbook of European Freshwater Fishes*. Ed. Delemont, Switzerland, 2007. 646 p. ISBN: 9782839902984.
4. Fish Base. A Global Information System on Fishes. <http://www.fishbase.org/search.php>

МИЛЛИМЕТРОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ СЕМЯН ОГУРЦА В УСЛОВИЯХ КОНСЕРВАЦИИ *EX SITU*

MILLIMETRIC RADIATION AS FACTOR OF INCREASING VIABILITY CUCUMBER SEEDS UNDER CONSERVATION *EX SITU*

Людмила КОПЛЭТЯНУ, ORCID: 0000-0002-1018-1832

Анатолие ГАНЯ, ORCID: 0000-0002-8658-6879,

Сергей МАСЛОБРОД, ORCID: 0000-0002-2678-7847

Институт генетики, физиологии и защиты растений

Молдавский государственный университет

CZU: 631.53.027:635.63

e-mail: lcorlateanu@yahoo.com

В результате длительного хранения коллекционных образцов различных сельскохозяйственных растений в генетических банках происходят физиолого-биохимические процессы старения семян, в результате чего снижается их всхожесть и устойчивость к абиотическим и биотическим факторам среды, а также возрастает число хромосомных aberrаций. Иногда это семена редкого и охраняемого вида, которых осталось очень мало и их необходимо сохранить. Поэтому в генетических банках растений актуальна не только проверка всхожести образцов, но и разработка методов повышения жизнеспособности ценного семенного материала. Одним из физических факторов является миллиметровое излучение (ММИ) [1,2], которое оказывает регуляторное действие на живой объект уже на начальных этапах онтогенеза, повышает энергию прорастания и всхожесть семян, ускоряет рост проростков, т.е. способствует повышению его жизнеспособности. Предпосевная обработка старых семян положительно сказывается на продуктивности растений в полевых условиях [3,4]. Известно, что ММИ повышает иммунитет растений, их устойчивость к абиотическим и биотическим факторам [3].

Цель экспериментов – провести оценку жизнеспособности коллекционных образцов огурца (*Cucumis Sativus* L.) с длительным сроком хранения по морфофизиологическим и биохимическим параметрам семян и проростков при действии на семена двух физических факторов: миллиметрового излучения и пониженной температуры (ПТ).

Объект исследований – семена огурца сорта Конкурент, хранившиеся 12 лет. Семена облучали ММИ с длиной волны 5,6 мм, плотностью мощности 6,6 мВт/см², экспозициями облучения 2, 8 и 30 мин. В экспериментах использовали пониженную температуру (2-4°C), экспозиция 6 часов. Физические факторы применялись как раздельно, так и в комбинациях с целью обнаружения протек-

торного (защитного) и репарационного (восстановительного) эффектов ММИ. Затем семена проращивались в чашках Петри в термостате при температуре 25°C, каждый вариант – 200 семян. Учет морфофизиологических параметров: энергии прорастания (ЭП) и всхожести (В) семян, длины корешков (ДК), сырой биомассы проростков (БП) проводили согласно общепринятым Международным правилам ISTA [5]. Активность фермента пероксидазы (ПО) в корешках проростков определяли по [6].

Обнаружено, что облучение семян ММИ при экспозициях 2,8 и 30 мин приводило к стимуляции различных параметров семян и проростков (табл.). Максимальная стимуляция по ЭП семян обнаружена при экспозиции ММИ 8 мин и составила 11,4% по отношению к контролю, при действии на семена ПТ этот параметр был на уровне контроля. По длине корешков проростков также наблюдалась стимуляция от применения ММИ при всех экспозициях облучения, максимальное значение ДК

Таблица

Физиолого-биохимические параметры семян огурца при действии на семена ММИ и ПТ

| Варианты | ЭП, % | В, % | ДК, мм | БП сыр., г | ПО, у.е. |
|--------------|-----------|-----------|-----------|------------|----------|
| Контроль | 62,5±3,2 | 68,4±3,5 | 24,3±1,7 | 1,25±0,12 | 0,059 |
| ММИ 2' | 65,6±2,3 | 72,2±4,2* | 27,8±1,5* | 1,19±0,09* | 0,130* |
| ММИ 8' | 71,2±2,6* | 75,0±2,7* | 26,2±1,5 | 1,39±0,09 | 0,098* |
| ММИ 30' | 66,3±4,0 | 77,6±3,2* | 26,5±1,3 | 1,45±0,08* | 0,089* |
| ПТ | 63,4±3,1 | 72,1±1,6* | 24,0±1,7 | 0,98±0,07* | 0,097* |
| ММИ 2' + ПТ | 61,0±3,6 | 72,9±3,8 | 23,3±1,8 | 1,10±0,08* | 0,108* |
| ММИ 8' + ПТ | 68,5±4,3 | 75,0±4,7 | 23,6±1,5 | 1,12±0,09* | 0,092* |
| ММИ 30' + ПТ | 65,0±2,8* | 78,4±4,3 | 25,3±1,4 | 0,85±0,08* | 0,070 |
| ПТ + ММИ 2' | 74,1±3,2* | 85,0±3,7* | 26,0±1,7 | 1,16±0,07* | 0,077* |
| ПТ + ММИ 8' | 69,9±3,6 | 79,0±4,4 | 27,5±1,5* | 1,25±0,08 | 0,083* |
| ПТ + ММИ 30' | 67,0±4,8 | 80,6±4,2* | 26,8±1,4 | 1,10±0,09* | 0,063 |

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

(экспозиция 2 мин) было на 11,4% выше по отношению к контролю. Значения ДК при пониженной температуре совпали с контролем. По сырой биомассе пророст-

ков стимуляционными оказались экспозиции 8 и 30 мин, превышение параметра по отношению к контролю составило соответственно 11,1 и 11,6%. После применения всех 3-х режимов облучения семян ММИ содержание фермента пероксидазы превышало контроль в среднем в 1,8 раза. При действии ПТ (2-4°C) на семена содержание фермента ПО возрастало в 1,7 раза, что свидетельствует о наличии стрессовой реакции и торможении ростовых процессов. Сравнение прямых и обратных комбинаций действия факторов на семена обнаружило репарационный эффект при экспозициях ММИ 2, 8 и 30 мин по энергии прорастания, всхожести семян и длине корешков. Максимальное превышение обратных комбинаций факторов над прямыми составило соответственно 21,5; 10,2 и 10,3% (экспозиция 2 мин); 11,7; 10,5 и 10,3% (экспозиция 8 мин) и 11,2, 11,7 и 10,6% (экспозиция 30 мин). По биомассе проростков репарационный эффект сохранился только при экспозиции 8 мин, где превышение обратной комбинации факторов над прямой составило 11,2%. Содержание фермента ПО в корешках проростков было выше у вариантов прямых комбинаций факторов при всех экспозициях, т.е. в данном случае по этому параметру проявился протекторный эффект ММИ. Превышение контроля по содержанию ПО при экспозициях облучения 2, 8 и 30 мин наблюдалось в 1,4, 1,1 и 1,1 раза.

Выявлено, что обработка семян огурца ММИ при экспозициях облучения 2, 8, 30 мин приводит к увеличению значений морфофизиологических и биохимических параметров. При совместном действии физических факторов (ММИ и ПТ) стимуляционный эффект лучше выражен по сравнению с их отдельным действием по основным параметрам – энергии прорастания и всхожести семян. Таким образом, при действии данных физических факторов на семена огурца при консервации *ex situ* были обнаружены и протекторный (защитный), и репарационный (восстановительный) эффекты миллиметрового излучения.

Литература:

1. ДЕВЯТКОВ, Н., ГОЛАНТ, М., БЕЦКИЙ, О. Миллиметровые волны и их роль в процессах жизнедеятельности. М., 1991. 168 с.
2. БЕЦКИЙ, О., ЛЕБЕДЕВА, Н. Применение низкоинтенсивных миллиметровых волн в биологии и медицине. В: *Миллиметровые волны в биологии и медицине*. 2007, №1, сс. 12-20.
3. КОРЛЭТЯНУ, Л. Жизнеспособность семян культурных растений в условиях консервации *ex situ* при действии миллиметрового излучения. Кишинев, 2012. 156 с.
4. МАСЛОБРОД, С., КОРЛЭТЯНУ, Л., ГАНЯ, А. Миллиметровое излучение – новый, экологически чистый и технологичный фактор повышения жизнеспособности растений. В: *Transfer de inovații în activitățile agricole în contextul schimbării climei și dezvoltării durabile*. Chișinău, 2009, pp. 242-259.

5. International rules for seed testing. Москва: Колос, 1984. 310 с.
6. ЕРМАКОВ, А., АРАСИМОВИЧ, В., ЯРОШ, Н. и др. Методы биохимического исследования растений. Москва: Колос, 1987, сс. 42-43.

Исследования проведены в рамках проекта Государственной Программы: 20.80009.5107.11 „Длительное сохранение генетических ресурсов растений в геномном банке с использованием методов молекулярной биологии в тестировании состояния здоровья растительной зародышевой плазмы”, финансируемой Национальным Агентством по Исследованиям и Развитию.

ELUCIDAREA MOSTRELOR PRODUCTIVE DE IN ÎN URMA ANALIZEI COMPARATIVE A INDICILOR CANTITATIVI

IDENTIFICATION OF PRODUCTIVE FLAX SAMPLES FOLLOWING THE COMPARATIVE ANALYSIS OF THE QUANTITATIVE INDICES

Doina CUȚITARU, ORCID: 0000-0001-9956-8189
Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 633.521:631.52

e-mail: doina.cutitaru@gmail.com

Inul (*Linum usitatissimum* L.) este o cultură seculară, arhicunoscută atât la nivel global, cât și la nivelul teritoriului românesc, referindu-ne inclusiv la spațiul Pruto-Nistrean. Anterior, s-a făcut remarcată printr-o amplă extindere pe glob, acoperind teritorii imense în zonele de nord și răcoroase ale Globului pământesc. Este o specie de plantă anuală foarte apreciată din punct de vedere economic și social, deoarece oferă o gamă largă de produse și subproduse derivate din ea, care sunt utilizate și întrebuințate în cele mai diverse ramuri ale industriei. Multe decenii la rând, pe teritoriul Moldovei nu se mai cultivă în. Astfel, inul ca cultură agricolă – oleaginoasă și tehnică (cu referire specială la formele inului de cultură pentru ulei, cât și pentru fibre) s-a aflat și încă se mai află într-un proces îndelungat și continuu de stagnare. Doar că, acum pe suprafețe foarte restrânse, se încearcă cultivarea lui [1].

Scopul actualelor cercetări constă în evaluarea genotipurilor alohtone de in din colecția *ex situ* a Băncii de gene, după un spectru larg de particularități morfobiologice, ce țin de determinarea aptitudinii și productivității culturii în condițiile naturale de mediu specifice pentru zona de centru.

Cercetările științifice au fost efectuate pe câmpurile experimentale ale Institutului de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, dar și în cadrul Laboratorului Resurse Genetice Vegetale. Materialul biologic utilizat în studiul a doi ani neconsecutivi sunt genotipurile de in (*Linum usitatissimum* L.) de origine alohtonă: MDI 05608 (Turcia), MDI 05609 (Ucraina), k-7907 (Argentina), *Dichl 8* (Germania), *Kaufmann* (Germania), *Pskovskiy L 3-2* (FR), *Belinka* – ce se diferențiază după domeniul de utilizare și reprezintă diferite grupe ecologico-geografice.

Experiențele de câmp au fost montate în parcele experimentale conform schemei de semănat – în rânduri cu lungimea de 250 cm, iar distanța dintre ele de 20 cm. Încorporarea semințelor în sol s-a realizat la o adâncime de 7-10 cm, când temperatura substratului a fost constantă zi/noaptea și a atins în medie 5-7°C [1, 2, 3], cu respectarea densității plantelor pe 1 m² în limita normelor admisibile [2, 3]. Particularitățile morfobiologice ale plantelor au fost determinate prin măsurarea a câte 20 de plante pentru fiecare probă individual, totul s-a realizat în conformitate cu normele metodologice de cercetare apro-

bate în ameliorare [2, 5, 6, 7], inclusiv studiul a fost executat în corespundere cu cerințele *Descriptorului internațional pentru cultura inului* (2016) [8].

Formele de in incluse în studiu se diferențiază după un șir de criterii: domeniul de utilizare; precocitate; forma și dimensiunile tufei; forma, culoarea și dimensiunile florilor și ale semințelor; numărul ramificațiilor principale, a capsulelor și a semințelor per plantă; MMB etc. Iar valorile numerice ale ultimilor parametri enumerați anterior sunt redată în Tabel.

Tabel

Estimarea parametrilor liniari și cantitativi a unor genotipuri de in (*Linum usitatissimum* L.) evaluați doi ani neconsecutivi

| Genotipul | Țara de origine | Anul de cercetare | Talia plantei, cm | Nr. de ramificații per plantă, un. | Nr. caps. per plantă, un. | Masa semințelor per plantă, g | MMB, g |
|------------------------|-----------------|-------------------|-------------------|------------------------------------|---------------------------|-------------------------------|--------|
| <i>Belinka</i> | - | I | 68,5±1,65 | 14,9±1,18 | 23,7±3,06 | 0,74±0,07 | 4,32 |
| | | II | 73,1±0,85 | 6,6±0,30 | 17,7±1,23 | 0,66±0,09 | 4,11 |
| <i>Pskovskiy L 3-2</i> | Federația Rusă | I | 44,7±1,55 | 9,7±0,78 | 19,1±2,30 | 1,32±0,09 | 6,26 |
| | | II | 54,1±0,81 | 4,9±0,53 | 32,2±2,96 | 1,70±0,11 | 6,14 |
| <i>Dichl 8</i> | Germania | I | 48,7±1,61 | 7,8±0,66 | 17,2±1,64 | 1,16±0,10 | 6,29 |
| | | II | 56,0±0,94 | 5,9±0,23 | 14,9±0,98 | 1,13±0,15 | 5,20 |
| <i>Kaufmann</i> | Germania | I | 49,3±1,13 | 10,9±0,66 | 25,6±3,77 | 1,11±0,13 | 5,90 |
| | | II | 55,9±1,04 | 5,7±0,23 | 16,6±1,17 | 1,10±0,14 | 5,24 |
| k-7907 | Argentina | I | 46,7±0,83 | 9,2±1,00 | 17,1±2,11 | 0,92±0,09 | 6,15 |
| | | II | 52,8±0,79 | 5,4±0,23 | 15,0±0,82 | 0,99±0,12 | 5,12 |
| MDI 05609 | Ucraina | I | 45,0±0,50 | 7,1±0,33 | 30,0±0,99 | 0,88±0,10 | 5,69 |
| | | II | 57,9±0,53 | 6,7±0,28 | 19,9±1,23 | 0,93±0,12 | 5,87 |
| MDI 05608 | Turcia | I | 36,0±0,56 | 6,0±0,41 | 23,4±0,55 | 0,67±0,09 | 6,15 |
| | | II | 44,3±0,60 | 5,2±0,20 | 12,1±0,49 | 1,13±0,15 | 6,67 |

Din datele relatate în Tabel, se observă că după parametrul *talia plantelor* și *numărul de ramificații per plantă* se evidențiază soiul *Belinka*, aceasta se datorează și faptului că el face parte din grupul inului pentru fibre. Iar forma de in MDI 05608 se face remarcată cu cele mai mici dimensiuni în înălțime din toată colecție *ex situ* – 36,0±0,56 (I) și 44,3±0,60 cm (II), însă atinge valori mari după masa 1000 semințe. În primul an, în urmă determinării *numărului mediu de fructe per plantă*, forma MDI 05609 a înregistrat valorile maxime de 30,0±0,99, iar pentru următorul an *Pskovskiy L 3-2*. Iar în vederea unui calcul mediu la aceste două genotipuri, rezultă că în baza acestui indice plantele au aceeași capacitate de productivitate. Forma *Pskovskiy L 3-2* deține întâietate după alte două caracteristici – *masa semințelor per plantă* (1,32±0,09 (I) – 1,70±0,11 g (II)) și *MMS* (6,26 (I) – 6,14 g (II)).

În primul an de cercetări, toate genotipurile incluse în studiu au manifestat valori înalt-pozitive după doi parametri: *numărul de ramificații per plantă* și *numărul de capsule per plantă* (cu excepția – *Pskovskiy L 3-2*). Iar în al doilea an, toate probele s-au remarcat prin dimensiuni înalte ale tulpinilor. Ceea ce rezultă că condițiile pedoclimaterice ale anului doi de cercetare au fost mai favorabile pentru acumularea biomasei vegetale. După *productivitatea seminceră per plantă* pentru ambii ani neconsecutivi, forma *Pskovskiy L 3-2* a prezentat cele mai vizibile rezultate. Este urmat de soiurile *Dichl 8* și *Kaufmann* a căror masă seminceră depășesc indicele de 1 g. Astfel, formele de in din colecția *ex situ* incluse în actualul studiu comparativ au demonstrat o adaptabilitate bună la condițiile pedoclimaterice locale, productivitatea seminceră satisfăcătoare, viabilitatea și calitatea materialului biologic obținut foarte înaltă.

Referințe:

1. DOUCET, M., DOUCET, I. *Cultura inului de ulei*. București: Editura Agro-Silvică, 1964. 50 p.
2. IVAȘCU, A., CIORA, M-R. și colab. *Metodologia examinării valorii agronomice și de utilizare (Testul VAU)*. București: I.S.T.I.S., 2008. 164 p.
3. MUNTEAN, L. *Mic tratat de fitotehnie – plante oleaginoase, textile, tuberculifere și rădăcinoase*. Vol. II. București: Ceres, 1997. 290 p. ISBN 973-40-0338-0.
4. ФЕДИНА, М.Ф. *Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур*. Москва, 1983. 184 с.
5. СЕАРОИУ, N. *Metode statistice aplicate în experiențele agricole și biologice*. București: Editura Agro-Silvică, 1968. 551 p.
6. SĂULESCU, N., ȘTEFAN, N., NEUMANN, C. *Agrofitotehnie și horticultură*. București: Editura Didactică și Pedagogică, 1968. 510 p.
7. ДОСПЕХОВ, Б.А. *Методика полевого опыта*. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
8. NÔŽKOVÁ, J. et al. *Descriptor list for flax (Linum usitatissimum L.)*. 2016. 102 p. ISBN 978-80-552-1484-9. DOI 10.15414/2016.9788055214849.

Articol elaborat în cadrul Proiectului Programului de Stat: 20.80009.5107.11 „Conservarea ex situ de lungă durată a resurselor genetice vegetale în Banca de gene cu utilizarea metodelor biologiei moleculare în testarea stării de sănătate a germoplasmei vegetale”, finanțat de Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltare.

MANAGEMENTUL DEȘEURILOR SOLIDE ÎN RAIONUL FLOREȘTI – PROBLEME ȘI SOLUȚII

SOLID WASTE MANAGEMENT IN FLORESTI DISTRICT – PROBLEMS AND SOLUTIONS

Tatiana DUDNICENCO, ORCID: 0000-0003-0484-6372
Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 628.4.02(478)

e-mail: dudnicenco@yahoo.com

Managementul deșeurilor solide reprezintă una dintre problemele actuale cu care se confruntă Republica Moldova din cauza creșterii cantității și diversității acestora, precum și a impactului lor negativ tot mai pronunțat asupra mediului înconjurător. Din aceste considerente, am realizat cercetări în domeniul managementului deșeurilor solide în raionul Florești. Pentru realizarea obiectivelor investigațiilor, s-a recurs la metode variate pentru culegerea datelor și pentru obținerea rezultatelor, și anume: documentarea bibliografică, observația direct și instrumentală pe itinerary și în staționar, inventarieri și măsurători, analiza statistică [1-2]. Scopul lucrării a constat în evidențierea eficienței realizării managementului deșeurilor solide în raionul Florești. Pentru realizarea scopului menționat, au fost trasate următoarele obiective: aprecierea situației actuale referitoare la managementul deșeurilor solide în raionul Florești și evidențierea impedimentelor ce țin de realizarea eficientă a managementului deșeurilor solide în raionul Florești.

Pe teritoriul raionului Florești sunt 74 de localități în 40 de primării, fiecare primărie dispune de rampă legiferată de consiliul local de depozitare a gunoii menajere și uzual. În total, pe teritoriul raionului sunt 52 de gunoiști ce ocupă o suprafață de 46,45 ha. Chiar dacă majoritatea locurilor depozitelor de deșeurii sunt autorizate de către autoritățile locale, activitățile curente de exploatare a tuturor depozitelor nu corespund standardelor de mediu. De regulă, deșeurile sunt evacuate pe un câmp, unde însă lipsește infrastructura și utilajele necesare pentru gestionarea acestora. La anumite intervale de timp, este adus un buldozer care acoperă cu pământ deșeurile acumulate la un anumit depozit. Numai depozitul de deșeurii din orașul Florești este gestionat. Acesta este îngădit și păzit, iar un bulldozer este folosit la fața locului pentru acoperirea/compactarea deșeurilor depozitate. Majoritatea depozitelor de deșeurii menajere solide din primării sunt supraîncărcate, deoarece au fost puse în exploatare în anii 1980-1990 și până la moment se exploatează. Majoritatea din aceste depozite nu sunt diguite și nu dispun de construcții hidrotehnice. Datorită faptului că deșeurile de la gunoiști nu sunt sortate pe timp de caniculă deseori izbucnesc incendii. Astfel, pe 27 iulie 2020 la gunoștea orașului Florești, care se întinde pe o suprafață de cca 3 ha, din cauza temperaturilor ridicate a izbucnit un incendiu, care a fost stins foarte greu, iar fumul în urma fumegării a persistat

până pe data de 31 iulie 2020. Pe asemenea căldură, un tub de genul unui deodorant ar fi putut provoca prima scânteie. A ars biogazul format, care este compus 70% din metan. În urma arderii, s-au format substanțe toxice, care au un impact negativ asupra sănătății populației și mediului înconjurător. Incendiul a fost stins cu ajutorul pompierilor, care au instalat o țevă lungă de câteva sute de metri prin care au pompat apă din râul Răut, precum și a populației or. Florești și s. Bubulești din apropierea or. Florești.

Volumul total de deșeuri solide acumulate pe teritoriul raionului Florești constituie – 32,5 mii m³. Cea mai mare cantitate de deșeuri solide este acumulată de la gospodăriile locativ-comunale și de la creșterea animalelor. Pe parcursul anului 2021, au fost depistate 36 de gunoști stihii inice pe o suprafață de 0,41 ha, dintre care s-au lichidat 28 pe o suprafață de 0,31 ha. În anul 2021, cantitatea totală de deșeuri generate din diferite sectoare de producție în raionul Florești a fost de 56479,02 tone, din care 99,5% reprezintă deșeuri nepericuloase.

Cantitățile de deșeuri solide industriale depind de gradul de industrializare și de reglementările aplicate. Deșeuri de cenușă și zgură au fost formate în cantitate de 0,8 tone, au provenit din materialele de încălzire la cazangeriile din raion. În raion s-au format 290 tone deșeuri de metale feroase și neferoase, care au fost colectate la un agent economic după ce se transmit pentru utilizare întreprinderilor specializate, ca exemplu: SA „Metalferos”, municipiul Chișinău. Materia primă secundară polimeră, parvenită din industria de confecționare a obiectelor din plastic, s-a format în cantitate de 14,5 tone. Materie primă secundară cu conținut de cauciuc în cantitate de 185 tone a parvenit de la agenții economici ce prestează servicii de vulcanizare. În urma exploatării și prelucrării lemnului s-au produs 230 tone de deșeuri. Deșeuri de la întreprinderile și organizațiile de extracție s-au format în cantitate de 14 260 tone. Deșeuri de materiale de construcție sunt depozitate la gunoștile legiferate și stihinice din localitățile raionului, evidența nu se practică. Deșeuri din industria cărnii au fost formate în cantitate de 96 tone în urma sacrificării animalelor, iar de la creșterea animalelor 97,7 tone. Deșeurile sunt depozitate la acumulatorii de deșeuri animale și dejecții, în gropile biometrice de tip „Bekhari”. În același an, pe teritoriul raionului Florești au fost formate 7,8 tone de deșeuri periculoase, neutralizate și transmise altor întreprinderi – 7,8 tone, existente la sfârșitul anului – 32,4 tone.

La moment, pe teritoriul raionului Florești lucrări de colectare și transportare a deșeurilor efectuează două întreprinderi. Prima întreprindere este SA „Servicii Salubritate Florești”, or. Florești, care pe perioada anului 2021 a colectat circa 30.780 tone de deșeuri. Reciclarea deșeurilor date nu se efectuează. În baza proiectului „Un mediu curat pentru o societate durabilă”, este planificată construcția stației de sortare a deșeurilor menajere pe teritoriul gunoștei din or. Florești cu ulterioara evacuare la poligonul de deșeuri în raionul Șoldănești. A doua întreprindere în domeniu este ÎM Izvoare-Service, care pe perioada anului 2021 a colectat circa 1728 tone de deșeuri. Reciclarea deșeurilor date nu se efectuează.

Prestatorii de servicii de salubritate ce activează în raionul Florești nu colectează separate deșeurile reciclabile. Deșeurile menajere sunt colectate într-un singur contai-

ner. Deșeurile din container sunt colectate și depozitate la depozitele de deșuri fără vreo recuperare ulterioară a reciclabililor. Doar metalul și o anumită cantitate de carton sunt colectate de unii oameni, fiind apoi vândute companiilor ce colectează astfel de materiale. În raion, funcționează doar un agent economic producător de peleți din coji de floarea soarelui – ÎI Eremei Aliona din or. Florești.

Analizând limitele de variație a componentelor deșeurilor menajere, stabilite în or. Florești, cea mai mare parte revenind materiilor organice: 29,5-33,2%, aceasta ne demonstrează că ele pot fi supuse fermentării aerobe pentru a obține compost (îngrășământ organic) sau fermentării anaerobe pentru a obține metan în scopuri energetice. Proporția medie a acestor grupe de substanțe în totalul deșeurilor menajere ne indică că cea mai mare cantitate revine substanțelor celulozice – 38,1%. Aceste rezultate ne demonstrează că deșeurile menajere colectate de pe teritoriul orașului Florești pot fi utilizate pentru obținerea metanului în scopuri energetice, precum și de sortare separată a plasticului, sticlei, hârtiei, metalelor înainte de depozitarea deșeurilor la rampa de depozitare și reciclarea ulterioară a acestora.

În urma cercetărilor realizate la această teză am ajuns la următoarele concluzii: Autoritățile publice locale și întreprinderile municipal responsabile de gestionare a deșeurilor solide nu asigură evacuarea deșeurilor conform planurilor de acțiuni, iar serviciile pe care le oferă sunt limitate atât în ceea ce privește tipurile de colectare a deșeurilor, cât și capacitățile de transportare și depozitare. În raionul Florești rampele de depozitare a deșeurilor menajere solide se exploatează doar prin deciziile administrației publice locale, dar necorespunzând cerințelor sanitaro-ecologice. Starea actuală a rampelor de depozitare a deșeurilor menajere solide este nesatisfăcătoare, unele rampe sunt îndiguite, dar persistă poluarea mediului ambiant prin apele de scurgere de la acestea. Deșeurile generate din sectorul atât urban și rural nu se colectează separat, fiind depozitate împreună cu celelalte deșuri.

Referințe:

1. *Analiza deșeurilor menajere în mediul urban și în mediul rural*. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. Chișinău, 2014. 54 p.
2. BULARDA, Gh., BULARDA, D., CATRINESCU, Th. *Reziduuri menajere, stradale și industriale*. București: Ed. Tehnică, 1992. 318 p.

INFLUENȚA AGENȚILOR PARAZITARI ASUPRA STATUSULUI IMUN AL ANIMALELOR

THE INFLUENCE OF PARASITIC AGENTS ON THE IMMUNE STATUS OF ANIMALS

Dumitru ERHAN, ORCID: 0000-0001-9722-4382

Ștefan RUSU, ORCID: 0000-0002-3204-5536

Elena GHERASIM, ORCID: 0000-0002-6996-7274

Maria ZAMORNEA, ORCID: 0000-0001-8987-3390

Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 591.69:591.1

e-mail: dumitruerhan@yahoo.com

În procesul evoluției, sistemul imunitar s-a format cu scopul de a proteja organismul gazdei de diverși agenți patogeni. Evoluția organismelor parazitare în raport cu gazda a avut loc sub influența sistemului imunitar al acesteia, ceea ce a forțat paraziții să dezvolte un mecanism de mascare și de formare a rezistenței față de sistemul imunitar, acționând asupra lui cu mecanisme reglatoare [3, 4, 5, 12]. Organismul animalelor reacționează la pătrunderea antigenilor străini prin sinteza anticorpilor, responsabili de formarea imunității umorale. Se consideră că mamiferele sintetizează 10-20 mil. de anticorpi specifici [9].

Helminții sunt organisme pluricelulare, care au pe suprafața lor un spectru larg de antigeni. Dezvoltarea lor în organismul-gazdă este însoțită de eliminarea hormonilor, a fermenților și a produselor metabolismului. În diverse perioade de dezvoltare se modifică antigenii de pe suprafața lor, ce complică răspunsul imun și se formează, de regulă, imunitatea nesterilă [1, 11].

Se presupune că în sistemul relațiilor parazit-gazdă se formează „*toleranța de adaptare*”, care duce la micșorarea imunoreactivității din motiv că antigenii paraziților se aseamănă cu ai gazdei [6].

Numeroase studii efectuate demonstrează că helminții poartă pe suprafața lor, pe lângă antigenii proprii, receptori care participă la răspunsul imun (Fc, Ig), precum și antigenii de grup ai sistemelor de markeri ale gazdei – markerul Complexului Principal al Histocompatibilității (CPHC) [2]. Așadar, la paraziți se dezvoltă însușiri ce le permit să diminueze rezistența organismului-gazdă așa ca: imitarea antigenilor organismului-gazdă (mimicria moleculară), capacitatea de a-și schimba repede antigenii, de a anticipa dezvoltarea mecanismelor efectoare ale sistemului imun, eliminarea factorilor imunodepresivi, fenomenul inducției imunologice, reținerea transmiterii informației despre antigen celulelor imunocompetente, blocate de către anticorpi sau barierele electrostatice.

Particularitățile specifice se explică prin faptul că imunitatea în helmintoze, în majoritatea cazurilor, este slab dezvoltată și se caracterizează printr-o intensitate joasă, de o

durată scurtă. Nivelul valorii imunității depinde de cantitatea agenților patogeni pătrunși în organism, de activitatea unor generații din ciclul de dezvoltare al helminților, de numărul reinfestărilor și, bineînțeles, de starea fiziologică a macroorganismului. Imunitatea la animale se schimbă în procesul ontogenezei helminților [8]. Mai imunogene sunt formele migratoare ale larvelor, al căror metabolism este la un nivel mai înalt [10]. Pentru maladiile parazitare este caracteristică formarea imunității nesterile, pentru care Sardgent în 1924 a propus termenul de „*premunție*”. Aceasta înseamnă că, în maladiile parazitare, reacțiile imune persistă numai la prezența paraziților vii sau a metaboliților lor în organismul-gazdă [12].

Reacțiile imune, îndreptate contra paraziților din organism, se manifestă prin inhibarea sau reținerea dezvoltării helminților, scurtarea ciclului vital, scăderea capacităților reproductive, fenomenul de „*vindecare spontană*”, precum și cu moartea parazitului. Conform „*ipotezei polifazale*”, în faza aferentă, antigenii helminților, selective, interacționează cu limfocitele – purtători de receptori respectivi. În faza centrală, au loc proliferarea limfocitelor stimulate și diferențierea lor în celule efectoare, care produc imunoglobuline circulante sau limfocite sensibilizate care, la rândul lor, eliberează imunoglobuline necirculante și/sau limfocine. În faza eferentă, începe faza specifică a reacției, în care imunoglobulinele circulante și limfocitele sensibilizate reacționează cu antigenii. Urmează reacția nespecifică, caracterizată prin reacția mastocitelor, eozinofilelor și eliberarea aminelor biogene. Drept urmare, în locul infestării se formează condiții nefavorabile pentru supraviețuirea helminților [7].

Helminții elimină imunosupresori în perioade concrete de dezvoltare. Rolul imunosupresiei este foarte important și trebuie luat în considerare în studiul formelor de relații în sistemul parazit-gazdă. Imunosupresia, probabil, joacă un rol principal în dezvoltarea nu numai a imunității heterologice, dar și a celei homologice și de aceea favorizează păstrarea echilibrului în sistem. Paralel cu aceasta, imunosupresia poate influența negativ starea rezistenței gazdei la diverși agenți patogeni (bacterii, viruși, protoști) și în așa fel să agraveze evoluția proceselor maladiilor infecțioase, să micșoreze tensiunea imunității postvaccinale, să inhibe dezvoltarea lor. Fenomenul supresiei heterologice este necesar să se ia în considerație la studierea patogenezei parazitocenozelor, precum și a caracterului proceselor epidemiologice în focare mixte [10].

Așadar, rezultatele bibliografice certifică diversitatea formelor răspunsului imun la maladiile parazitare. Imunitatea se caracterizează prin specificitatea la anumite sușe, etape de dezvoltare a parazitului. Etapele de dezvoltare, specificitatea răspunsului imun determină relațiile în sistemul parazit-gazdă. La baza relațiilor dintre parazit și gazdă stau stimularea și supresia de către helminți a reacției imune a gazdei. Predominarea factorului imunosupresiv în majoritatea maladiilor parazitare determină și mecanismul patogenetic, și evoluția maladiilor, caracterul modificărilor din țesuturi și din organe. Sunt cunoscute bazele teoretice și practice ale acestui proces biologic complicat – imunitatea, dar este necesar de a cunoaște mecanismul formării imunității în maladii asociative, în special în mixtiinvazii.

Referințe:

1. ANDRIEȘ, L., OLINESCU, A. *Compendiu de imunologie fundamentală*. Chișinău, 1992. 476 p.
2. AUGUSTINE, P., DANFORTH, H., ANDREW, S. Monoclonal antibodies reveal antigenic differences in refractile bodies in avian *Eimeria* sporozoites. In: *J. Parasitology*, 1998, vol. 74, no. 4, pp. 653-659.
3. BROCKMEYER, N.H., BEFUS, Dean. Immunity in intestinal helminth infections: present concepts, future directions. In: *Trans. Roy Soc. Trop., Med. And Hyd*, 1986, vol. 80, no. 5, pp. 735-741.
4. GABOREANU, A.M., LISOVSCI-CHELEȘANU, C., PAȘCA, I. Intervenția factorului genetic în relația parazit-gazdă și gazda-parazit. În: *Revista Română de Parazitologie*, 1992, vol. II, nr. 2, pp. 69-70.
5. OLINESCU, A. *Imunologie*. București, 1995. 506 p.
6. SPRENT, J.F.A. *Parasitism: An introduction to parasitology and immunology*. Queensland: University Press, 1963. 145 p.
7. ДАУГАЛИЕВА, Э.Х., ФИЛИППОВ, В.В. *Иммунный статус и пути его корреляции при гельминтозах сельскохозяйственных животных*. Москва: Агропромиздат, 1991. 188 с.
8. ЕРШОВ, В. Гельминтозы как аллергические заболевания. В: *Ветеринария*, 1968, №12, сс. 36-41.
9. КАРПЕНКО, Л.Ю. *Иммунобиохимические характеристики организма собак разных возрастов и при ломерулонефрите*: Автореф. докт. биол. наук. 2001. 48 с.
10. ЛЕЙКИНА, Е.С. Современное состояние проблемы иммунологии трихинеллеза и перспективы ее дальнейшего развития. В: *Медицинская паразитология и паразитарные болезни*, 1980, 49, № 1, сс. 68-76.
11. ПЕТРОВ, О.Е. Среда обитания паразитов и генетическая изменчивость. В: *Успехи современной биологии*, 1993, т. 113, № 6, сс. 702-716.
12. ШУЛЬЦ, Р.С., ГВОЗДЕВ, Е.В. *Основы общей гельминтологии*. Т. 3. Москва, 1976. 246 с.

Articolul a fost realizat cu sprijinul Proiectului Programului de Stat: „Diversitatea artropodelor hematofage, a zoo- și fitohelminților, vulnerabilitatea, strategiile de tolerare a factorilor climatici și elaborarea procedeeelor inovative de control integrat al speciilor de interes socioeconomic”. Cifrul: 20.80009.7007.12 F, 2020-2023.

MODEL DE ANALIZĂ A SCURGERII ELECTROLIȚILOR LA PLANTELE DE SOIA

ANALYSIS MODEL OF ELECTROLYTE LEAKAGE IN SOYBEAN PLANTS

Ion GANEA, ORCID: 0000-0002-9346-2575

Ana BÎRSAN, ORCID: 0000-0003-1696-080X

Gheorghe CĂPĂȚĂNĂ, ORCID: 0000-0002-3897-6637

Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 631.8:633.34

e-mail: ganea.ion@usm.md

e-mail: anabirsan@yahoo.com

e-mail: gheorghe.capatana@usm.md

Schimbările climatice, seceta și temperaturile ridicate din ultima vreme conduc la necesitatea sporirii adaptabilității plantelor pentru a face față acestor schimbări. Temperaturile ridicate au un impact semnificativ asupra proceselor fiziologice care au loc în plante. Un indicator important al acestor schimbări este scurgerea electroliților ce reprezintă substanțe chimice cu rol esențial în reglarea diferitelor procese care se desfășoară în plante [1].

Din punct de vedere nutrițional, electroliții sunt reprezentați de mineralele esențiale: natriu (sodiu, Na), potasiu (K), clor (Cl), calciu (Ca), magneziu (Mg), fier (Fe), fosfat și bicarbonat. Ca urmare a influenței unor factori, cum ar fi temperatura, are loc modificarea numărului de electroliți care conduc la producerea unor dezechilibre în plante [2].

S-au procesat datele obținute experimental referitor la scurgerea electroliților în frunzele plantelor de soia (*Glicine max* Merrill.) la temperatura de 46° C, 48° C, 50° C și 52° C la grupul *Martor* și la grupul tratat foliar cu compusul de natură humică *Biovit*.

Se declară variabilele pentru procesarea datelor experimentale:

$C46 = \{195, 171\}$; $C48 = \{212, 230\}$; $C50 = \{246, 227\}$; $C52 = \{266, 254\}$.

Se creează graficul care demonstrează media scurgerii electroliților la temperatura de 46°-52° C pentru genotipul *Clavera* la grupul *Martor* și la grupul tratat cu *Biovit* (Fig.) [3]:

```
ListLinePlot[Transpose[{C46,C48,C50,C52}], Ticks→{{{1,"46°"}, {2,"48°"}, {3,"50°"},{4,"52°"}},  
Automatic}, Mesh→All, MeshStyle→{PointSize[0.02], Red}, PlotStyle→{{Dashing, Line},  
{Dashing[0.01], Thickness[0.01]}, PlotLabel→HoldForm[Soiul Clavera], AxesLabel→ {"Grade",  
"μS/cm"}, PlotLegends→ {"Martor", "Biovit "}, LabelStyle→Directive[Bold,10],  
AxesStyle→Directive[RGBColor[0.2,0.4,0.], AbsoluteThickness[1.5]], AxesOrigin→{.8,100}] //N
```

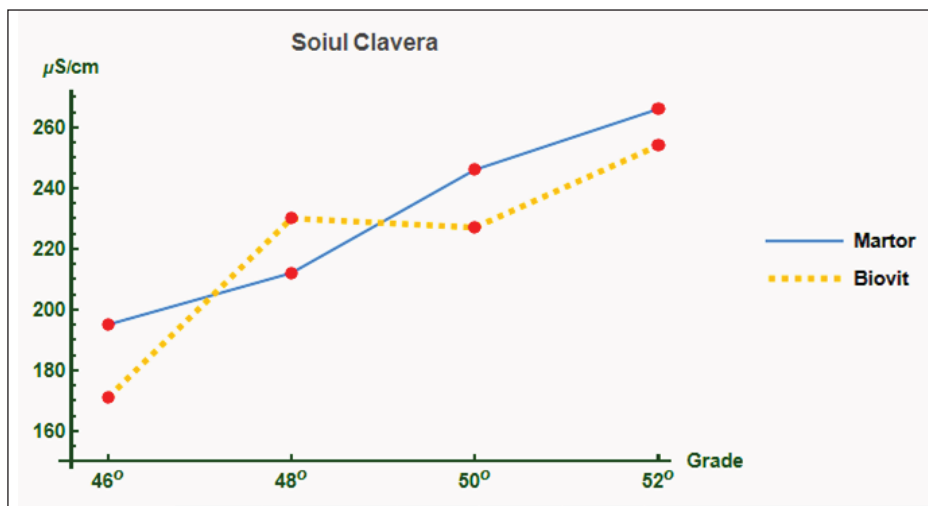


Fig. Scurgera electroliților la grupul *Martor* și la grupul tratat cu *Biovit*

S-au elaborat funcțiile pentru analiza influenței preparatului *Biovit* asupra scurgerii electroliților la soiul *Clavera*. Se compară eșantionul de plante la care s-a administrat humatul cu lotul de control (martorul) și aflăm diferența de scurgerii electroliților în procente (Δ), diferența mediilor eșantioanelor (\bar{d}), eroarea standard a diferențelor ($S_{\bar{d}}$), rezultatul testului t , limita celei mai mici diferențe semnificative la pragul de semnificație de 0.05 și 0.01 (lsd). Rezultatul este prezentat în tabel. O influență semnificativă este notată cu * ce denotă influență semnificativă la nivel de veridicitate 95% și ** - influență semnificativă la nivel de veridicitate de 99% [3,4].

Tabel

Rezultatul influenței compusului de natură humică *Biovit* asupra scurgerii electroliților

| Comparație | Δ (%) | \bar{d} | $S_{\bar{d}}$ | t | $lsd_{0,05}$ | $lsd_{0,01}$ |
|--------------------------------------|--------------|-----------|---------------|-------|--------------|--------------|
| <i>Clavera 46°C Martor vs Biovit</i> | -14 | 24 | 6.18 | 3.88* | 13.2* | 23.2** |
| <i>Clavera 48°C Martor vs Biovit</i> | 7.69 | 17.7 | 12.1 | 1.46 | 25.7 | 45.3 |
| <i>Clavera 50°C Martor vs Biovit</i> | -8.68 | 19.7 | 6.43 | 3.06* | 13.7* | 24.1 |
| <i>Clavera 52°C Martor vs Biovit</i> | -4.86 | 12.3 | 3.06 | 4.03* | 6.52* | 11.5** |

Au fost obținute următoarele rezultate:

- la 25°C valoarea t calculată este **4.32**, care este mai mare decât valoarea t critică la 4 grade de libertate pentru nivelul de certitudine de 95% – **2.13** și 99% – **3.75**, prin urmare, **se respinge ipoteza nulă** la ambele nivele de certitudine;
- la 46°C valoarea t calculată este **3.88**, fiind mai mare decât valoarea t critică, astfel **se respinge ipoteza nulă** la ambele nivele de certitudine;
- la 48°C valoarea t calculată este **1.46**, care este mai mică decât valoarea t critică, **ipoteza nulă se confirmă** la ambele nivele de certitudine;

• la 50°C valoarea t calculată este **3.06** și este mai mare decât valoarea t critică pentru nivelul de certitudine de 95% – **2.13**, dar mai mică la nivel de 99% – **3.75**, prin urmare, **se respinge ipoteza nulă** doar la nivel de certitudine de 95%;

• la 52°C valoarea t calculată este **4.03**, fiind mai mare decât valoarea t critică, **ipoteza nulă se respinge** la ambele nivele de certitudine.

Valorile negative indică scurgerea a mai puțini electroliți, ceea ce reprezintă un rezultat pozitiv.

Rezultatele obținute cu testul t pot fi confirmate cu ajutorul **limitei celei mai mici diferențe semnificative (LSD)**¹ care reprezintă limita abaterilor aleatorii a celor două eșantioane și se calculează după formula

$t * S_{\bar{d}}$ unde t – rezultatul testului t ; $S_{\bar{d}}$ – eroarea mediei diferențelor celor două eșantioane analizate. Dacă rezultatul obținut este mai mic decât media diferențelor eșantioanelor (\bar{d}) se respinge ipoteza nulă, altfel ipoteza nulă se acceptă: $lsd \leq \bar{d} \neq H_0$; $lsd > \bar{d} = H_0$ [4, 6]. Valorile lsd obținute (Tab.) confirmă rezultatul anterior.

În concluzie: utilizarea compusului de natură humică *Biovit* micșorează semnificativ scurgerea electroliților în frunzele plantelor de soia, supuse temperaturilor extreme.

Referințe:

1. DASCALIUC, Al., CUZA, P. *Senescența și scurgerea electroliților din frunzele stejarului pedunculat (Quercus robur L.) cu diferite termene de înfrunzire*. [Accesat 25.08.2022] Disponibil: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/20-25_7.pdf
2. PURTAN, T. *Electroliții*. [Accesat 26.08.2022] Disponibil: <https://www.romedic.ro/electrolitii-0P36969>
3. MIAS, G. *Mathematica for Bioinformatics: A Wolfram Language Approach to Omics*. Springer, 2018. 67 p.
4. GATAULIN, A., LICA, D., POMOHACI, Cr. *Biostatistică intuitivă*. Ceres, 2002. 148 p.

Articol elaborat în cadrul Proiectului: „Metode, tehnici și produse program de analiză inteligentă a datelor în genetica pantelor”.

¹ LSD – din engleză: Least Significant Difference.

POTENȚIALUL SPECIILOR DE PLANTE PUȚIN UTILIZATE PENTRU FORTIFICAREA SECURITĂȚII ALIMENTARE A REPUBLICII MOLDOVA

THE POTENTIAL OF INSUFFICIENT PLANT SPECIES USED FOR FOOD SECURITY FORTIFICATION OF REPUBLIC OF MOLDOVA

*Anatolie GANEA, ORCID: 0000-0002-8658-6879
Universitatea de Stat din Moldova*

CZU: 633:338.439.02(478)

e-mail: anatol.ganea@gmail.com

În ediția din anul 2022 a Raportului „Starea securității alimentare și a nutriției în lume” se evidențiază intensificarea factorilor principali ai insecurității alimentare și malnutriției. Nu s-au confirmat speranțele că după ieșirea lumii din pandemia de COVID-19 securitatea alimentară va începe să se îmbunătățească. Din păcate, foametea mondială a afectat până la 828 mil. de oameni, iar 11,7% din populația globală se confruntă cu insecuritatea alimentară la niveluri severe. Numărul persoanelor care nu au parte de o dietă sănătoasă în întreaga lume s-a majorat cu 112 mil. – la aproape 3,1 mld., oferind dovezi suplimentare că mai mulți oameni nu au putut avea acces la alimente sigure, hrănitoare și suficiente[1].

Conform estimărilor, pe Pământ viețuiesc între 300 000 și 500 000 de specii de plante superioare, dintre care aproximativ 369 000 au fost identificate sau descrise [2]. În același timp, este cunoscut faptul că din momentul apariției agriculturii, acum cca 12 mii de ani în urmă, numărul de specii de plante folosite pentru hrană de către populația Terrei a ajuns la aproximativ 7000, dintre care au fost domesticite pe scară largă doar 250 [3,4], fapt ce demonstrează dependența oamenilor de un spectru îngust de diversitate genetică a culturilor. În acest context, menționăm că numai grâul, orezul și porumbul asigură aproape jumătate din consumul de calorii alimentare la nivel mondial.

Specialiștii prognozează o creștere a populației globale de 9,7 mld. până în 2050, în special, în țările cu cea mai avansată insecuritate alimentară. Pentru a satisface cerințele din ce în ce mai mari în alimente, va fi necesar de a mări producția lor cu cca 50% [5]. Din păcate, schimbările climatice pun în pericol sistemele de cultivare a plantelor agricole, sunt puține terenuri arabile și resurse de apă, ceea ce creează impedimente pentru desfășurarea în continuare a producției de alimente.

Revoluția Verde, pe care mizau agricultorii acum 50-70 de ani, pe lângă succesele remarcabile pe care a adus-o în lume la etapa inițială de implementare, a cauzat o serie de efecte negative resimțite și în zilele noastre. Fără a intra în detaliile problemei, menționăm doar că acest fenomen global a provocat, în mare măsură, un declin substanțial al multor forme și soiuri locale (tradiționale), care, fiind mai puțin competitive în comparație cu soiurile și hibridii comerciali, au fost înlocuite cu genotipuri moderne

cu productivitate ridicată, fenotipic uniforme, cu programe de reproducere prognozate. Aceste schimbări au provocat o eroziune genetică a agrobiodiversității, pierderea fondului genetic a multor specii.

În prezent, având în vedere situația ecologică complicată, starea demografică a populației și problemele insecurității alimentare în lume, se propun și se implementează diferite sisteme agricole ecologizate, concepții și tehnologii ce mizează pe valorificarea potențialului genetic al speciilor puțin utilizate pentru alimentație, adică extinderea cadrului agronomic al taxonilor botanici la nivel de gen, familie etc. Astfel, tot mai insistent, se promovează ideea implementării speciilor neglijate și puțin utilizate. Pentru desemnarea acestor culturi se utilizează și alți termeni: culturi orfane, pierdute, abandonate, minore, alternative, subutilizate etc. Există o gamă largă de criterii și abordări pentru definirea acestui grup de plante.

În comunicare, încercăm să specificăm tendințele dezvoltării sectorului fitotehnic al Republicii Moldova la capitolul utilizării fondului genetic al plantelor cultivate pentru obținerea produselor alimentare sau altor beneficii. De notat că sectorul nominalizat este destul de dezvoltat, având în vedere spectrul culturilor agricole, domeniul lor de folosire și tehnologiile moderne de cultivare în diverse ramuri. Se observă tendința de mărire de la an la an a diversității soiurilor de plante cultivate. Astfel, de exemplu, dacă în anul 2008 numărul de soiuri omologate pentru așa culturi de bază, precum este grâul, a fost de 25 de soiuri, porumbul – 27, floarea soarelui – 44, în 2022 au fost deja omologate 89 de soiuri de grâu comun, 279 hibrizi de porumb și 212 hibrizi și soiuri de floarea-soarelui. Din datele incluse în diferite ediții ale *Catalogului soiurilor de plante al Republicii Moldovase*, observăm o creștere similară a numărului de soiuri și pentru un șir de culturi legumicole. Spre exemplu, față de anul 2004, comparativ cu anul 2022, numărul înregistrat de soiuri de tomate a crescut de la 33 la 270 de soiuri și hibrizi, iar de castravete – de la 22 la 57. Trebuie remarcat însă faptul că cifrele indicate mai sus nu reflectă starea de lucruri reală de cultivare a genotipurilor incluse în liste, ci, mai curând, posibilitățile existente. Pe de altă parte, unele forme, din lipsa materialului semincer, se cultivă pe suprafețe extrem de limitate, ceea ce reduce valoarea lor și nu compensează cheltuielile de investiție. Lasă de dorit implementarea soiurilor create de amelioratorii din țară.

Nu putem trece cu vederea un compartiment important al resurselor genetice vegetale pentru alimentație și agricultură – soiurile (forme) autohtone de plante cultivate practicate în micile gospodării țărănești de-a lungul multor decenii. Acest fond genetic valoros suplimentează substanțial registrele oficiale ale soiurilor cultivate în Moldova. Pentru o mare parte a populației rurale a țării, unele forme locale de culturi agricole reprezintă un adevărat „colac salvator”, suport semnificativ la menținerea viabilității familiilor (în special, celor de vârstă înaintată) în aspectul diversificării produselor alimentare, având în vedere instabilitatea vieții sociale și veniturile insuficiente. Ne referim aici, de exemplu, la porumb (*Zea mays var.indurata*) folosit la prepararea mămăligii, fasolea (*Phaseolus vulgaris*, *Phaseolus coccineus*) – foarte solicitată pentru pregătirea felurilor bucate, diferitelor verdețuri: mărar (*Anethum graveolens*), pătrunjel (*Petroselinum crispum*), leuștean (*Levisticum officinale*), țelină (*Apium graveolens*), legumele bulboa-

se: ceapa comună (*Allium cepa*), usturoi (*Allium sativum*) etc. În același timp, rămân puțin utilizate (sau nu se utilizează) un șir întreg de culturi prețioase pentru alimentație și agricultură, printre care specificăm următoarele: *Vicia faba*, *Lens culinaris*, *Cicer arietinum*, *Triticosecale wittmack*, *Vigna unguiculata*, *Lactuca sativa*, *Allium fistulosum*, *Helianthus tuberosus*, *Sorghum saccharatum*, *Atriplex hortensis*, *Physalis ixocarpa*, *Amaranthus caudatus*, *Panicum miliaceum*, *Linum usitatissimum*, *Borago officinalis*, *Lablab purpureus*, *Portulaca oleracea*, *Physalis peruviana*, *Carthamus tinctorius*, *Sesamum indicum*, *Phaseolus lunatus*, *Trigonella foenum-graecum* etc.

Din cele menționate mai sus, este cert că speciile neglijate și subutilizate oferă oportunități pentru combaterea malnutriției. Având valori nutriționale superioare, ele contribuie la îmbunătățirea deficiențelor în rația alimentară. Multe din aceste specii posedă rezistență la diverse stresuri, fapt prin care ar putea spori durabilitatea și rezistența la schimbările climatice ale diverselor sisteme de producție, furnizând alimente în condiții, când alte culturi eșuează. Pentru Republica Moldova sarcina primordială constă în intensificarea cercetărilor privind identificarea taxonilor prioritari în aspectul integrării lor în sistemele agricole, determinarea potențialului de producție și procesare.

Referințe:

1. FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO. *The State of Food Security and Nutrition in the World 2022. Repurposing food and agricultural policies to make healthy diets more affordable*. Rome: FAO, 2022. 231 p. <https://doi.org/10.4060/cc0639en>.
2. WILLIS, K.J. (ed.) *State of the World's Plants 2017*. Report. Kew: Royal Botanic Gardens, 2017. 96 p. ISBN: 978-1-84246-647-6.
3. MEYER, R.S., DUVAL, A.E., JENSEN, H.R. Patterns and processes in crop domestication: An historical review and quantitative analysis of 203 global food crops. In: *New Phytologist*, 2012, vol. 196, no.1, pp. 29-48. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2012.04253.x>
4. GAUT, B.S., et al. Demography and its effects on genomic variation in crop domestication. In: *Nature Plants*, July 2018. DOI: 0.1038/s41477-018-0210-1.
5. *The Future of Food and Agriculture – Trends and Challenges*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, FAO, 2017. 163 p.

Cercetările au fost realizate în cadrul Proiectului Programului de Stat: 20.80009.5107.11 „Conservarea ex situ de lungă durată a resurselor genetice vegetale în Banca de gene cu utilizarea metodelor biologiei moleculare în testarea stării de sănătate a germoplasmei vegetale”, finanțat de Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltare.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ОЦЕНКЕ НУТРИТИВНОГО СОСТОЯНИЯ БОЛЬНЫХ С ХРОНИЧЕСКИМИ ДИФФУЗНЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ ПЕЧЕНИ

USE OF ANTHROPOMETRIC INDICATORS IN ASSESSING THE NUTRITIONAL STATE OF PATIENTS WITH CHRONIC DIFFUSED LIVER DISEASES

Татьяна ГЕЛЬМИЧ, ORCID: 0000-0001-6566-2943

Юлианна ЛУПАШКО, ORCID: 0000-0002-1282-5080

Елена БЕРЕЗОВСКАЯ, ORCID: 0000-0003-0360-745X

Инна ВЕНГЕР, ORCID: 0000-0001-9702-1059

Людмила ГОЛОВАТЮК, ORCID: 0000-0002-5570-625X

Даниелла ЛУПАШКО, ORCID: 0000-0003-1876-6322

Калина БУГОР, ORCID: 0000-0003-3035-710X

Татьяна БУРДА, ORCID: 0000-0002-1274-4002

Государственный университет медицины и фармации им. Николае Тестемицану

Лаборатория гастроэнтерологии, Кишинэу

Республиканская клиническая больница им. Тимофей Мошняга

Отделение гепатологии, Кишинэу

CZU: 616.36-002-008.9-074

e-mail: labgastroenterologie@usmf.md

Хронические заболевания печени являются серьезной проблемой современной медицины, представляя собой группу риска повышенной смертности [1, 2]. В то же время нутритивное состояние гепатологических пациентов занимает немаловажное значение для диагностики и коррекции метаболических нарушений, таких как мальнутриция на фоне дефицита или повышенной массы тела [3]. В этой связи использование дополнительных методов диагностики, достаточно простых в использовании для персонала и для пациента представляют несомненный интерес в клинической практике.

Цель исследования. Использование антропометрических показателей для определения нутритивного состояния больных с хроническими заболеваниями печени (ХДЗП).

Материалы и методы. Обследовано 253 пациентов среди которых 1 гр – лица с хроническим гепатитом (34-13,44%-ХГ), 2 гр - с хронической неалкогольной жировой болезнью печени (32-12,65% - НАЖБП), и 3 гр. - больные циррозом печени (187-73,91%-ЦП). Средний возраст составил – 54,62±2,06 года в 1 гр, 49,61±2,41 лет во 2 гр. и 55,45±0,73 лет в 3 гр. У всех больных были проведены антропометрические исследования (окружность груди – ОГ, окружность талии – ОТ, окруж-

ность средней части плеча – ОСЧП, окружность бедра – ОБ). Всем больным был рассчитан ИМТ. Для статистического анализа использовали проценты и средние значения и ошибку среднего, значимость различий (p) оценивали с помощью U-критерия Манна-Уитни.

Результаты. ОТ у исследуемых пациентов составил 1 гр. – $99,26 \pm 2,09$ см, 2 гр. – $102,31 \pm 2,49$ см и 3 гр. – $100,75 \pm 1,04$ см, с наличием тенденции более высоких цифр в группе НАЖБ. Самые низкие значения ОБ были вывалены у пациентов группы ЦП $57,54 \pm 0,69$ см, в сравнении с группой НАЖБП $58,81 \pm 1,43$ см, $p \leq 0,04$. Однако они были гораздо выше полученных данных исследования Pei-Ju Liao в 2021 году в группе лиц с саркопенией/пресаркопенией [4]. Что касается окружности плеча, то и в этом случае были выявлены самые низкие значения в 3 группе – $30,84 \pm 0,34$ см, в сравнении с группой больных с ХГ – $32,79 \pm 0,71$ см, $p \leq 0,001$ и НАЖБП $35,06 \pm 1,11$ см, $p \leq 0,0001$, что может иметь отношение к перераспределению жира в верхней половине тела, с развитием последующих осложнений при ряде ХДЗП [4]. ОТ/ОБ при ЦП составил 1,75, при ХГ - 1,73, при НАЖБ - 1,68. Интересным явилось, что ИМТ во всех случаях соответствовал категории лиц с избыточным весом, он составил у больных 3 группы с ЦП $27,91 \pm 0,40$, тогда как у больных ХГ и НАЖБ имелась тенденция к повышению $29,06 \pm 0,91$ и $29,77 \pm 0,89$, соответственно.

Дискуссия. Представляет интерес тенденция к увеличению ОТ в группе лиц с ХГ и НАЖБП, что позволяет предположить наличие коморбидной патологии НАЖБП. Согласно данным литературы ОТ может служить независимым индикатором наличия данной патологии [5]. В связи с вышеуказанным существует необходимость более детального изучения этого показателя с учетом наличия нарушения липидного обмена. Отношение окружности талии (ОТ) к окружности бедер (ОБ) – считается одним из быстрых и точных методов определения группы риска развития синдрома мальнутриции. В нашем исследовании индекс ОТ/ОБ при ЦП составил 1,75, при ХГ - 1,73, при НАЖБ - 1,68, то есть все пациенты имеют андронидный тип распределения жировой ткани и находятся в группе риска развития мальнутриции, что согласуется с рядом исследований [6]. Что касается показателя ОСЧП, то существует общеизвестный принцип, что если ОСЧП менее 23,5 см, то ИМТ, вероятно, будет менее 20 кг / м², то есть субъект, будет иметь недостаточный вес. Если ОСЧП больше 32,0 см, ИМТ, то вероятно, будет более 30 кг / м², то есть субъект, вероятно, будет страдать ожирением [7]. В нашем исследовании все пациенты находились в группе избыточного веса согласно данным ИМТ, однако ОСЧП в 3 группе составил $30,84 \pm 0,34$, тогда как ИМТ 27,91, в группе ХГ - $32,79 \pm 0,71$ при ИМТ $29,06 \pm 0,91$ и в группе НАЖБ $35,06 \pm 1,11$, ИМТ $29,77 \pm 0,89$. Полученные данные свидетельствуют о том, что данный показатель не рекомендуется использовать в качестве моно-индекса у лиц с патологией печени.

Выводы. Измерение ОТ выявило у пациентов исследуемых лиц наличие абдоминального жира у всех больных, более значимое в группе лиц с ХГ и НАЖБП. Самые низкие значения ОБ были вывалены у пациентов группы ЦП в сравнении

с группой НАЖБП, $p \leq 0,05$, однако они были гораздо выше показателей, характерных для саркопении. Измерение ОСЧП выявило самые низкие значения в группе ЦП в сравнении больными ХГ $p \leq 0,001$ и НАЖБП $p \leq 0,0001$, что говорит в пользу перераспределения жира и возможного развития саркопении ожирения. Согласно индексу ОТ/ОБ все пациенты находятся в группе риска развития мальнотриции.

Литература:

1. GBD 2017 Cirrhosis Collaborators. The global, regional, and national burden of cirrhosis by cause in 195 countries and territories, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet Gastroenterol Hepatol*. 2020 Mar; 5(3):245-266. doi: 10.1016/S2468-1253(19)30349-8.
2. Worldhealthrankings. Live Longer Live Better. [Accessed 15.08.2022] Disponibil: <https://www.worldlifeexpectancy.com/moldova-liverdisease#:~:text=Moldova%20Liver%20Disease&text=According%20to%20the%20latest%20WHO,Moldova%20%2310%20in%20the%20world>.
3. ISMAIL, F.W., KHAN, R.A., KAMANI, L., WADALAWALA, A.A., SHAH, H.A., et al. Nutritional status in patients with hepatitis. *C. J Coll Physicians Surg Pak*. 2012, 22, pp. 139-142. <http://dx.doi.org/02.2012/JCPSP.139142>
4. LIAO, P.J., LIN, Y.C., TING, M.K. et al. Adverse body measurements are superior to sarcopenia-associated measurements in predicting chronic diseases. *Sci Rep* 2021, 11, p.7749. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-85316-0>
5. CLEMENTE, AP., NETTO, BD., de CARVALHO-FERREIRA, JP., da SILVEIRA CAMPOS, RM., et al. Waist circumference as a marker for screening nonalcoholic fatty liver disease in obese adolescent. *Rev Paul Pediatr*. 2016, 34(1), pp47-55. doi: 10.1016/j.rpped.2015.05.007.
6. KOBYLINSKA, M., ANTOSIK, K., DECYK, A., KUROWSKA, K. Malnutrition in Obesity: Is It Possible? *Obes Facts*. 2022, 15(1), pp19-25. doi: 10.1159/000519503.
7. СЕМЕНОВЫХ, Л.Н., СЕМЕНОВЫХ, Г.К. Гигиеническая оценка пищевого статуса. Характеристика опасности для здоровья. Учебное пособие. 2 выпуск. Москва. Издательство Первого МГМУ им. И.М. Сеченова, 2011. 50 с.

Работа была выполнена в рамках проекта: 20.80009.8007.37 „Bolile cronice hepatice și pancreatice: aspecte nutriționale și chirurgicale”.

**CARACTERISTICA SPECIEI *HAEMATOLOECHUS*
VARIEGATUS RUDOLPHI, 1819 (TREMATODA) DEPISTATĂ
LA AMFIBIENII COMPLEXULUI *PELOPHYLAX ESCULENTA*
(AMPHIBIA) ÎN CONDIȚIILE REPUBLICII MOLDOVA**

**CHARACTERISTICS OF THE *HAEMATOLOECHUS* *VARIEGATUS*
RUDOLPHI, 1819 (TREMATODA) SPECIES DETECTED IN
PELOPHYLAX ESCULENTA COMPLEX (AMPHIBIA) IN THE
CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF MOLDOVA**

Elena GHERASIM, ORCID: 0000-0002-6996-7274

Dumitru ERHAN, ORCID: 0000-0001-9722-4382

Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 591.69:597.6(478)

e-mail: gherasimlenuta@gmail.com

e-mail: dumitruerhan@yahoo.com

Cercetările helmintologice, de cele mai multe ori, sunt axate pe studiul nivelului de infestare a animalelor domestice, sălbatice, de companie și om. În prezent, în diferite regiuni ale lumii, mai mulți taxoni de specii de animale sunt studiați helmintologic insuficient, inclusiv amfibienii. Valoarea amfibienilor, ca o componentă esențială a biocenozelor, este evidentă în calitate de gazde definitive, intermediare, complementare și gazde-rezervor pentru diverse grupuri de helminți.

Unii autori menționează despre importanța teoretico-științifică și medical-veterinară a amfibienilor [2]. Pe lângă aceste roluri, fauna helmintică a amfibienilor are importanță faunistică, ca reprezentanți ai lumii animale. De aceea considerăm oportună descrierea unei specii noi de helminți pentru fauna Republicii Moldova.

Încadrare taxonomică:

Clasa – *Trematoda* Rudolphi, 1808

Ordinul – *Plagiorchiida* La Rue, 1957

Subordinul – *Plagiorchioidea* La Rue, 1957

Familia – *Plagiorchiidae* Lühe, 1901

Genul – *Haematoloechus* Looss, 1899

Specia – *Haematoloechus variegatus* Rudolphi, 1819

Sinonime – *Pneumonoechus variegatus* Rudolphi, 1819

Gazda – *Rana ridibunda*, *R. lessonae*, *R. esculenta*, *R. terrestris*, *R. chensinensis*, *R. temporaria*, *Bufo viridis*, *Bufo bufo*, *Pelobates fuscus*, *Bombina orientalis*, *Triturus cristatus*, *Triturus vulgaris*, *Hyla arborea*[1].

Localizare – Plămâni.

Răspândire geografică – Palearctica.

Etiologia. Specia *Haematoloechus variegatus* Rudolphi, 1819 (Fig.) parazitează în plămâni. Corpul este alungit, cu partea anterioară îngustă, iar partea posterioară rotunjită. Are lungimea corpului de 4,722-11,254 mm, iar lățimea – 0,958-2,052 mm. Cuticula este netedă. Ventuza bucală este subterminală și are dimensiunea de 0,335-0,526 x 0,365-0,530 mm, iar ventuza ventrală este situată la limita dintre partea îngustă și partea lărgită a corpului, având dimensiunea de 0,282-0,340 x 0,289-0,335 mm.

Faringele are aspect doliiform și este urmat de esofag, a căror dimensiuni sunt identice. Testiculele au formă oval alungită, situate pe diagonală unul după altul în cea de-a treia parte a corpului. Dimensiunea testiculului anterior este de 0,520-1,020 x 0,289-0,490 mm, iar a celui posterior – de 0,437-0,939 x 0,230-0,476 mm. Ovarul cu dimensiunea de 0,496-0,998 x 0,009-0,332 mm și cu receptorul de spermă sunt situate în partea posterioară a ventuzei ventrale.

Glandele vitelogene sunt reprezentate de 21 de ciorchine, iar fiecare dintre acestea sunt formate din 8-14 foliculi vitelogeni, fiind în mare parte poziționați în câmpurile laterale ale părții anterioare și posterioare ale corpului. În partea anterioară ele nu ajung până la ramificarea ramurilor intestinale.

Orificiul genital este situat la nivelul faringelui. Buclele uterului cu ouă pot ajunge până la nivelul ventuzei ventrale. Ouăle au dimensiunea de 0,013 - 0,023 x 0,009 - 0,014 mm (Tab.).

Ciclul biologic. *Haematoloechus variegatus* Rudolphi, 1819 este o trematodă frecvent depistată la amfibienii ecaudați, iar moluștele *Planorbis vortex*, *Lymneastagnalis*, *Lymnealimosa*, *Galba palustris*, mai rar *Radix ovata*, *Radix auricularia* sunt gazdele intermediare. Moluștele se infestază la ingerarea ouălor, care conțin miracidii. În glandele intestinului mediu al acestor specii de moluște din miracidii se dezvoltă sporociștii. În fiecare sporocist se pot dezvolta 2-4 cercarii.

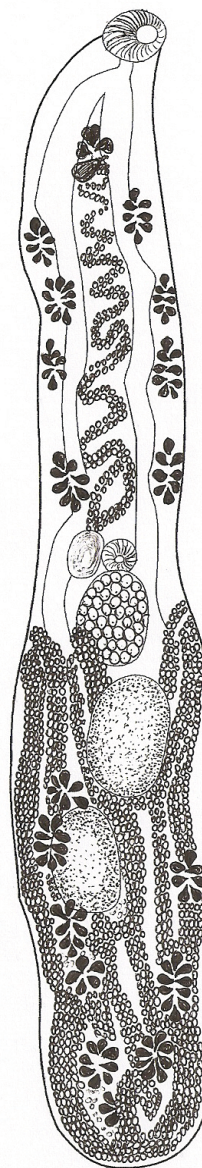


Fig. *Haematoloechus variegatus* Rudolphi, 1819 – aspectul general. Original

Tabel

Parametrii morfometrici ai speciei *H. Variegatus* Rudolphi, 1819, $n = 11$

| Caracterele | Media, mm | MS | σ | CV | sdCV | Minim, mm | Maxim, mm |
|---------------------------------|--------------|-------|----------|------|------|--------------|--------------|
| Suprafața | 10,206 | 1,711 | 5,675 | 55,6 | 15,1 | 3,714 | 19,964 |
| Lungimea corpului | 8,382 | 0,763 | 2,532 | 30,2 | 7,0 | 4,722 | 11,254 |
| Lățimea corpului | 1,474 | 0,123 | 0,409 | 27,7 | 6,4 | 0,958 | 2,052 |
| Lungimea ventuzei bucale | 0,487 | 0,016 | 0,052 | 10,8 | 2,3 | 0,335 | 0,526 |
| Lățimea ventuzei bucale | 0,467 | 0,021 | 0,069 | 14,7 | 3,2 | 0,365 | 0,530 |
| Lungimea ventuzei ventrale | 0,303 | 0,007 | 0,022 | 7,2 | 1,5 | 0,282 | 0,340 |
| Lățimea ventuzei ventrale | 0,317 | 0,005 | 0,015 | 4,9 | 1,0 | 0,289 | 0,335 |
| Lungimea testiculului anterior | 0,817 | 0,062 | 0,207 | 25,3 | 5,7 | 0,520 | 1,020 |
| Lățimea testiculului anterior | 0,416 | 0,025 | 0,083 | 20,0 | 4,4 | 0,289 | 0,490 |
| Lungimea testiculului posterior | 0,761 | 0,064 | 0,212 | 27,8 | 6,4 | 0,437 | 0,939 |
| Lățimea testiculului posterior | 0,393 | 0,032 | 0,106 | 27,0 | 6,2 | 0,230 | 0,476 |
| Lungimea ovarului | 0,733 | 0,106 | 0,260 | 35,5 | 11,5 | 0,496 | 0,998 |
| Lățimea ovarului | 0,193 | 0,050 | 0,131 | 68,1 | 25,2 | 0,009 | 0,332 |
| Lungimea ouălor | 0,018 | 0,001 | 0,004 | 20,0 | 4,4 | 0,013 | 0,023 |
| Lățimea ouălor | 0,011 | 0,000 | 0,002 | 18,2 | 4,0 | 0,009 | 0,014 |

Notă: MS – eroarea mediei; σ – abaterea mediei pătratică; CV – coeficientul de variație; sdCV – eroarea coeficientului de variație.

Gazdele complementare sunt dipterele și libelulele, în care cercariile se inchestea-ză în cavitatea abdominală. Perioada prepatentă se desfășoară de la 4 până la 8,5 luni. Trematoda *Haematoloechus variegatus* devine adultă în gazda definitivă – amfibienii, probabil, peste 3-4 luni după infestare.

Așadar, investigațiile helmintologice ale speciilor complexului *Pelophylax esculentus* efectuate în Republica Moldova în perioada anilor 2013-2022 au stabilit prezența în plămâni a unei specii de trematode din familia *Plagiorchiidae* – *Haematoloechus variegatus*. Specia *Pelophylax ridibundus* era infestată cu specia de trematodă *H. Variegatus* – 2,53 % din cazuri. Specia *P. lessonae* era infestată cu *H. Variegatus* – 0,42% din cazuri, iar la *P. Esculentus* gradul de infestare era 0,42% din cazuri. Întru evaluarea principalilor indici helmintologici, în funcție de extensivitatea invaziei, specia de trematode depistată la complexul de amfibieni s-a stabilit a fi o specie sporadică.

Referințe:

1. РЫЖИКОВ, К.М., ШАРПИЛО, В.П., ШЕВЧЕНКО, Н.Н. *Гельминты амфибий фауны СССР*. Москва: Наука, 1980. 279 с.
2. ЧИХЛЯЕВ, И.В., КИРИЛЛОВ, А.А., КИРИЛЛОВА, Н.Ю. Трематоды (Trematoda) земноводных (Amphibia) Среднего Поволжья. Сообщение 2. Отряд Plagiorchiida. В: *Паразитология*, 2012, том 46, выпуск 4, сс. 290-313.

Articolul a fost realizat în cadrul Proiectului: „Diversitatea artropodelor hematofage, a zoo- și fitohelminților; vulnerabilitatea, strategiile de tolerare a factorilor climatici și elaborarea procedeeilor inovative de control integrat al speciilor de interes socio-economic”. Cifrul: 20.80009.7007.12 F, 2020-2023.

ЛАБОРАТОРНЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ ЛИПИДНОГО ОБМЕНА И ИХ ЗНАЧЕНИЕ В ОПРЕДЕЛЕНИИ НУТРИТИВНОГО СТАТУСА

Людмила ГОЛОВАТЮК, ORCID: 0000-0002-5570-625X

Юлиана ЛУПАШКО, ORCID: 0000-0002-1282-5080

Елена БЕРЕЗОВСКАЯ, ORCID: 0000-0003-0360-745X

Лаборатория гастроэнтерологии ГУМФ им. Н. Тестемицану

CZU: 612.397

e-mail: golovatiuc@mail.ru

Нарушение обмена веществ являются одной из важнейших проблем современного общества. Метаболический синдром и связанные с ним заболевания составляют важную часть этиологии хронической неинфекционной патологии, распространенность которой растет во многих странах мира, увеличивая экономическую и социальную нагрузку. Правильное питание является одним из главных факторов определяющих здоровье человека, и включает в себя поступление в организм необходимого количества белков, жиров, углеводов, витаминов, макро- и микроэлементов. Сбалансированное питание способствует профилактике многих заболеваний, повышает работоспособность и продлевает жизнь человека. Неправильное питание, является основной причиной нарушения метаболизма. Оценка нутритивного статуса помогает выявить ряд нарушений питания, а также оценить состояние здоровья человека и провести своевременную коррекцию пищевого рациона и поведения [1]. Липиды представляют собой сложную и разнообразную группу молекул, имеющих огромное значение во многих физиологических процессах. Они являются основным структурным компонентом клеточных мембран, участвуют в разнообразных биологических процессах, кроме того они являются одним из источников энергии для жизнедеятельности, участвуют в синтезе гормонов, витаминов и других биологически активных веществ необходимых для функционирования организма, а так же являются медиаторами воспалительных процессов [2, 3, 4]. *Цель данной работы* заключалась в выявлении наиболее распространенных маркеров, используемых для оценки липидного обмена и в определении их значения в диагностике нутритивного статуса.

Материалы и методы. Для реализации данной цели был произведен поиск научных статей в базах данных PubMed и Google scholar по сочетанию ключевых слов: *лабораторная диагностика и нутритивный статус /оценка питания /липидный обмен/ нарушение липидного обмена* и т.п., поиск проводился за 2000-2022 годы. Всего было найдено 516 статей, находящихся в свободном доступе. После анализа полученных работ были отобраны публикации, содержащие абстракт на английском языке информацию о лабораторных методах оценки НС (42 научных работ).

Дискуссия. Проведенные исследования показали, что важным направлением в современной медицине является изучение патогенеза нарушения липидного обмена, а также своевременное устранение сопутствующих факторов риска. Липидный обмен играет большую роль в патогенезе ожирения, при коррекции веса и гормонального дисбаланса. Нарушения липидного обмена повышает риск развития сердечно-сосудистых заболеваний, атеросклероза и другой патологии, которые являются основной причиной инвалидности и смертности населения [5, 6]. По полученным данным для определения липидного спектра используется ряд лабораторных исследований, основными из них являются показатели общего холестерина, липопротеиды высокой плотности (HDL), липопротеиды низкой плотности (LDL), триглицериды (TG), отдельные работы посвящены изучению показателей альфа- и бета- липопротеидов [7]. Холестерин выполняет важные биохимические функции в организме, синтезируется в основном в печени (50%), является структурным компонентом клеточных мембран и способствует их целостности и текучести. Является предшественником витамина D, а также принимает участие в синтезе ряда гормонов. Повышение уровня холестерина увеличивает образование холестериновых бляшек, сужает сосуды, блокирует кровоток, в итоге приводя к инсультам и инфарктам [7]. Изменения концентрации холестерина в крови наблюдаются и при НАЖБП, алкогольных и вирусных гепатитах [1]. Средние нормы общего холестерина в крови у взрослых – 3,0–5,0 ммоль/л. Его определение в сыворотке крови является рутинным методом диагностики липидного обмена, однако использование только этого показателя недостаточно для выявления нарушений питания. TG, содержащиеся в плазме крови, являются главной формой накопления жирных кислот и основным источников энергии для клеток организма. У взрослых показатель TG не должен превышать 1,7 ммоль/л и служит показателем метаболических нарушений и неправильного питания. Повышение уровня TG наблюдается у пациентов с атеросклерозом, печеночными и почечными патологиями, сахарным диабетом, подагрой. Снижение уровня связано с неполноценным питанием, заболеваниями печени, легких, щитовидной железы и др.[8]. HDL – «хороший холестерин» показатель обмена жиров, выполняющий транспорт холестерина из клеток различных органов обратно в печень для расщепления. Данная фракция препятствует образованию атеросклеротических бляшек в сосудах. LDL – «плохой холестерин», выполняет транспорт холестерина из печени к другим органам и тканям. Откладывается в сосудах в виде бляшек, является фактором риска развития атеросклероза и ИБС. Изменения концентрации фракций холестерина HDL и LDL в крови наблюдаются при ИБС, атеросклерозе, заболеваниях печени, ожирении, сахарном диабете. Высокий уровень TG в сочетании с высоким уровнем LDL и низким уровнем HDL авторы связывают с жировыми отложениями в стенках артерий. [9].

Заключение. В результате проведенного исследования можно заключить, что к наиболее распространенным маркерам оценки липидного обмена можно отнести определение в сыворотке крови показатели общего холестерина, липопротеидов

HDL и LDL и триглицеридов, однако нужно отметить, что поиск новых подходов в оценке липидного обмена становятся все более необходимыми.

Литература:

1. KOTLYAROV, S, BULGAKOV, A. Lipid Metabolism Disorders in the Comorbid Course of Nonalcoholic Fatty Liver Disease and Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Cells*. 2021 Nov 1;10(11):2978. doi: 10.3390/cells10112978. Disponibil: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8616072/> [Accesat: 25.08.2022]
2. KAO, YCatal. Lipids and Alzheimer’s Disease. *Int J Mol Sci*. 2020 Feb 22;21(4):1505. doi: 10.3390/ijms21041505. Disponibil: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7073164/> [Accesat: 20.08.2022]
3. PAUL, B. at al. Lipid alterations in chronic liver disease and liver cancer. *JHEP Rep*. 2022 Mar 26;4(6):100479. doi: 10.1016/j.jhepr.2022.100479. [Accesat: 22.08.2022]
4. BIAN, X. at al. Lipid metabolism and cancer. *J Exp Med*. 2021 Jan 4;218(1):e20201606. doi: 10.1084/jem.20201606. Disponibil: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7754673/>
5. ТУХВАТУЛИНА, Г.В. И др. Лабораторная диагностика нарушений липидного обмена. В *Вестник современной клинической медицины*, 2013, том 6, приложение 1, с. 46-49.
6. KIM, DY at al. Boesenbergia pandurata attenuates diet-induced obesity by activating AMP-activated protein kinase and regulating lipid metabolism. *Int J Mol Sci*. 2012;13(1):994-1005. doi: 10.3390/ijms13010994. [Accesat: 17.08.2022]
7. SCHOELER, M., CAESAR, R. Dietary lipids, gut microbiota and lipid metabolism. *Rev EndocrMetabDisord*. 2019 Dec;20(4):461-472. doi: 10.1007/s11154-019-09512-0. Disponibil: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6938793/> [Accesat: 22.08.2022]
8. HANNON, B.A., KHAN. N.A., TERAN-GARCIA, M. Nutrigenetic Contributions to Dyslipidemia: A Focus on Physiologically Relevant Pathways of Lipid and Lipoprotein Metabolism. *Nutrients*. 2018 Oct 2;10(10):1404. doi: 10.3390/nu10101404. Disponibil: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6213032/> [Accesat: 21.08.2022]
9. KUBICEK-SUTHERLAND, JZ at al. Detection of Lipid and Amphiphilic Biomarkers for Disease Diagnostics. *Biosensors (Basel)*. 2017 Jul 4;7(3):25. doi: 10.3390/bios7030025. Disponibil: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5618031/> [Accesat: 19.08.2022]

Работа была выполнена в рамках проекта: 20.80009.8007.37 „Bolile cronice hepatice și pancreatice: aspecte nutriționale și chirurgicale”.

ВИДОВОЙ СОСТАВ ЦИКАДОВЫХ (HEMIPTERA: AUCHENORRHYNCHA) НА ПОЛЯХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В РЕСПУБЛИКЕ МОЛДОВА

COMPONENTA SPECILOR DE CICADE (HEMIPTERA: AUCHENORRHYNCHA) DIN CÎMPURILE DE GRÎU DE TOAMNĂ DIN REPUBLICA MOLDOVA

Светлана ГРОЗДЕВА, ORCID: 0000-0002-3850-4584

Институт зоологии

Молдавский государственный университет

CZU: 595.753(478)

e-mail: svetlana.grozdeva.gargalyk@gmail.com

В Республике Молдова важное место среди сельскохозяйственных культур занимают зерновые злаковые культуры. Озимая пшеница – это одна из самых важных зерновых злаковых культур. Для обеспечения населения Республики Молдова хлебобулочными изделиями, а животноводство кормом, необходимо ежегодно производить около 3,6 млн. тонн зерновых, из которых на долю пшеницы приходится 375-450 тыс. тонн, 2 млн. тонн на корм животным и 1 млн. тонн для других нужд [2, с.79-89]. Невысокая урожайность зерновых злаковых культур связана не только с отрицательным влиянием факторов среды (засуха, низкие температуры), но и со снижением агротехнического уровня выращивания культур и существенным недобором урожая за счет вредителей, болезней и сорняков.

Цикадовые – многочисленная группа растительноядных сосущих насекомых, многие из которых обитают на садовых, огородных и полевых культурах. По трофическим связям они приурочены преимущественно к растениям из таких семейств как: Poaceae, Asteraceae, а также из подсемейства Chenopodioideae. Часто при увеличении численности их популяций они имеют экономическое значение как непосредственные вредители или как переносчики фитопатогенных организмов. Видовой состав цикадовых и их динамика на злаковых культурах в Республике Молдова слабо изучены. Обычно увеличение числа видов идёт за счёт окраин полей, сказывается также близость полезащитных лесных полос. Естественными резервуарами цикадовых зерновых злаковых культур являются многолетние злаковые сорные растения: – *Elytrigia repens*, *Cynodon dactylon* и т.д. [4].

Данная работа базируется на материалах, собранных автором путём кошения энтомологическим сачком в мае-июле 2022 года на различных полях озимой пшеницы: село Конгаз (Комратский район), окрестности г. Резина, с. Чинишеуць (Резинский район), с. Лэргуца (Кантемирский район). Отловленный материал был разложен на ватные матрасики для дальнейшего исследования в лабораторных условиях. Для точного определения вида цикады извлекали эдеагус самца и изуча-

ли под микроскопом МБС-10. Определение материала проводилось в основном по определителям для Европы и Дальнего Востока [3, 6], а также по определителям для отдельных семейств [7].

На полях озимой пшеницы были выявлены 23 вида цикадовых, относящихся к 6 семействам: Aphrophoridae, Cercopsidae, Cicadellidae, Cixiidae, Delphacidae, Issidae (Таблица).

Таблица

Видовой состав цикадовых на полях озимой пшеницы в Республике Молдова

| № | Виды | Трофическая группа | Тип ареала |
|--------------------------------|---|--|-------------------------|
| Семейство Aphrophoridae | | | |
| 1. | <i>Philaenus spumarius</i> (Linnaeus, 1758) | Полифаг на <i>Achillea</i> sp., <i>Cirsium arvense</i> , <i>Ranunculus repens</i> , <i>Salvia pratensis</i> , <i>Urtica dioica</i> | Транспалеарктический |
| Семейство Cercopsidae | | | |
| 2. | <i>Cercopis sanguinolenta</i> (Scopoli, 1763) | Полифаг, на травянистых растениях и кустарниках | Европейский |
| Семейство Cicadellidae | | | |
| 3. | <i>Anoterostemma ivanoffi</i> (Lethierry, 1876) | Олигофаг, на <i>Juncus</i> sp. | Западногиадыский южный |
| 4. | <i>Cicadula quadrinotata</i> (Fabricius, 1794) | Монофаг, на <i>Carex</i> sp. | Транспалеарктический |
| 5. | <i>Eupelix cuspidata</i> (Fabricius, 1775) | Монофаг, на травянистой растительности | Западнопалеарктический |
| 6. | <i>Euscelis incisus</i> (Kirschbaum, 1858) | Полифаг, на <i>Avenula pubescens</i> , <i>Poa pratensis</i> , <i>Bromopsis erecta</i> , <i>Glyceria</i> sp. | Транспалеарктический |
| 7. | <i>Doratura heterophylla</i> (Horvath, 1903) | Олигофаг, на злаковой растительности | Европейский неморальный |
| 8. | <i>Jassargus ukrainicus</i> (Logvinenko, 1961) | Олигофаг, на злаковой растительности | Западноскифский |
| 9. | <i>Handianus flavovarius</i> (Herrich-Schäffer, 1835) | Олигофаг, на <i>Lotus</i> sp., <i>Trifolium</i> sp., <i>Vicia</i> sp. | Гиадыский |
| 10. | <i>Limotettix striola</i> (Fallen, 1806) | Олигофаг, на <i>Eleocharis palustris</i> , <i>E. uniglumis</i> , <i>Trichophorum</i> sp. | Транспалеарктический |
| 11. | <i>Macrosteles</i> sp. | Представителей рода можно встретить на злаковой, зернобобовой растительности полей и лугов | Транспалеарктический |

| | | | |
|------------------------------|---|---|---|
| 12. | <i>Metalimnus</i> sp. | Представители рода обычны на <i>Carex</i> sp. | Гиадийский |
| 13. | <i>Psammotettix alienus</i> (Dahlbom, 1850) | Олигофаг, на <i>Corynephorus canescens</i> , <i>Phleum phleoides</i> , <i>Triticum</i> sp. | Голарктический |
| 14. | <i>Recilia schmidtgeni</i> (Wagner, 1939) | Монофаг, на <i>Cynodon dactylon</i> | Западнопалеарктический |
| 15. | <i>Zyginidia scutellaris</i> (Herrich-Schäffer, 1838) | Узкий полифаг, на <i>Agrostis</i> sp., <i>Avena</i> sp., <i>Carex</i> sp., <i>Dactylis</i> sp., <i>Echinochloa crus-galli</i> | Палеарктическо-ориентальный |
| Семейство Cixiidae | | | |
| 16. | <i>Hyalesthes obsoletus</i> (Signoret, 1865) | Полифаг, на <i>Galium verum</i> , <i>Convolvulus arvensis</i> , <i>Ranunculus</i> sp., <i>Urtica dioica</i> | Западнопалеарктический южный |
| 17. | <i>Cixius</i> sp. | Большинство представителей являются полифагами | Транспалеарктический |
| 18. | <i>Pentastiridius leporinus</i> (Linnaeus, 1761) | Полифаг, на <i>Phragmites</i> sp., <i>Elytrigia</i> sp., <i>Beta vulgaris</i> , <i>Brassica oleracea</i> | Транспалеарктический |
| 19. | <i>Reptalus panzeri</i> (Low, 1883) | Полифаг, на <i>Acer</i> sp., <i>Artemisia</i> sp., <i>Clematis</i> sp., <i>Prunus</i> sp., <i>Rosa</i> sp. | Транспалеарктический |
| 20. | <i>Reptalus quinquecostatus</i> (Dufour, 1833) | Полифаг, на <i>Convolvulus</i> sp., <i>Malus</i> sp., <i>Prunus</i> sp., <i>Solanum tuberosum</i> , <i>Tamarix</i> sp. | Европейско-скифский |
| Семейство Delphacidae | | | |
| 21. | <i>Laodelphax striatellus</i> (Fallen, 1826) | Олигофаг, на <i>Avena sativa</i> , <i>Cynodon dactylon</i> , <i>Triticum aestivum</i> , <i>Zea mays</i> | Палеарктическо-ориентальный |
| 22. | <i>Toya propinqua</i> (Fieber, 1866) | Олигофаг, на <i>Cynodon dactylon</i> , <i>Echinochloa crus-galli</i> , <i>Hordeum vulgare</i> | Голарктическо-ориентально-австралийский |
| Семейство Issidae | | | |
| 23. | <i>Agalmatum bilobum</i> (Fieber, 1877) | Полифаг, на <i>Avena sativa</i> , <i>Vitis vinifera</i> | Голарктический |

Согласно полученным данным наиболее разнообразно представлено семейство Cicadellidae, которое включает 13 видов. В пробах доминируют полифаги и олигофаги, многие из которых способны наносить прямой вред культурным злакам, скапливаясь в большом количестве на посевах и питаясь на растениях. Неко-

торые виды способны многократно увеличить ущерб от своего питания, перенося заболевания. Так, например, цикадка *Psammotettix alienus* переносит вирус мозаики озимой пшеницы *Wheat streak mosaic rymovirus* (WSMV), *Laodelphax striatellus* – переносит *Oat pseudorosetter rhabdovirus* (OPRV), вирус, который вызывает закукливания овса и других злаков. Цикада *Hyalesthes obsoletus* известна как переносчик фитоплазмы *Tomato stolbur phytoplasma* или *Aster yellow phytoplasma*, вызывающей столбур паслёновых культур – на томатах, перце, баклажанах и картофеле [1, 5].

Литература:

1. GROZDEVA, S. Fauna cicadelor (Hemiptera: Auchenorrhyncha) din Rezervația “Plaiul Fagului”. Fauna Rezervației “Plaiul Fagului”. Nevertebrate. Chișinău, 2021, pp. 66-80. ISBN 595.71(478):502.74
2. STARODUB, V. Tehnologii în fitotehnie. Chișinău, 2008 (Centrul Ed. UASM), pp. 79-89. ISBN 978-9975-64-121-4-2
3. АНУФРИЕВ, Г., ЕМЕЛЬЯНОВ А. Определитель насекомых Дальнего востока СССР. Т. 2. Равнокрылые и полужесткокрылые. Ленинград: Наука, 1988, 972 с. ISBN 5-02-025623-4
4. АНУФРИЕВ, Г., КИРИЛЛОВА, В. Цикадовые (Homoptera, Cicadina) Чувашской республики: опыт анализа фауны. Чебоксары: Клио, 1998, с. 134-138.
5. ГАЛИНИЧЕВ, А. Цикадовые (Hemiptera, Cicadina) Урала: состав фауны, экология и хорология. *Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук*. Нижний Новгород, 2014, 307 с.
6. ЕМЕЛЬЯНОВ, А. Подотряд Cicadinea (Auchenorrhyncha) – Цикадовые. Определитель насекомых Европейской части СССР. Низшие древнекрылые с неполным превращением. Т.1. Москва-Ленинград: Наука, 1964, с. 337-437.
7. ЕМЕЛЬЯНОВ, А. Цикадовые семейства Cixiidae России и сопредельных территорий. Санкт-Петербург-Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2015, 253 с. ISBN 978-5-9906895-0-3

Articol elaborat în cadrul Proiectului: „Schimbări evolutive ale faunei terestre economic importante, ale speciilor rare și protejate în condițiile modificărilor antropice și climatice”. Cifrul: 20.80009.7007.02.

IDENTIFICAREA COLEOPTERELOR DIN REPUBLICA MOLDOVA CU UTILIZAREA SECVENȚEI PARȚIALE A GENEI COI MITOCONDRIALE

IDENTIFICATION OF BEETLES FROM THE REPUBLIC OF MOLDOVA USING MITOCHONDRIAL COI GENE PARTIAL SEQUENCE

Sorina ISTRATI, ORCID: 0000-0001-5581-6320

Anna MOLDOVAN, ORCID: 0000-0001-8829-6640

Natalia MUNTEANU-MOLOTIEVSKIY, ORCID: 0000-0001-5796-3236

Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 595.76:574.2(478)

e-mail: sorina26istrati@yahoo.com

e-mail: anna.moldovan@yahoo.com

e-mail: munteanu_natalia_v@yahoo.com

Introducere. Tehnica ADN barcoding este un instrument care utilizează diversitatea genetică ca mijloc de recunoaștere și identificare a organismelor [2]. Pentru reprezentanții regnului animal, în calitate de marker cod de bare ADN servește gena COI mitocondrială (segment de aproximativ 650 pb din capătul 5' al genei mitocondriale care codifică subunitatea I a citocrom-oxidazei c). Luând în considerație amploarea impactului negativ antropoc din ultimii ani și amenințările la adresa biodiversității, aplicarea metodelor rapide de identificare a unui număr mare de exemplare este o necesitate primordială. Astfel scopul acestei lucrări a constat în elucidarea importanței și eficienței utilizării secvenței parțiale a genei COI mitocondriale în identificarea speciilor de coleoptere.

Materiale și metode. Insectele adulte au fost colectate în Nordul (Pelinia, Sadovoe, Sofia, Vrancești), Centrul (Chișinău, Malcoci) și Sudul (Bugeac, Ciumai) Republicii Moldova folosind metode clasice entomologice. Exemplarele de coleoptere selectate au fost utilizate pentru determinarea molecular-genetică. Rezultatele obținute au fost validate folosind metode clasice morfologice [6, 7]. Izolarea și purificarea ADN a fost realizată folosind protocolul optimizat [4] și, de asemenea, utilizând kit-ul de reactivi „Qiagen Dneasy Blood & tissue Kit”. Regiunile cod de bare ADN au fost amplificate folosind perechile de primeri LCO1490/HCO2198 [1] și LepF1/LepR1 [3]. Produsul PCR a fost purificat și expedit pentru secvențiere către laboratoare specializate: Centrul Canadian pentru ADN Barcoding, Canada și StarSEQ GmbH, Germania. Secvențele nucleotidice ale porțiunilor de genă COI au fost aliniate cu secvențele similare disponibile în baza de date GenBank și BOLD System. Editarea, alinierea secvențelor și reconstrucția arborilor filogenetici a fost realizată cu ajutorul softurilor CodonCode Aligner și Mega X [5].

Rezultate și discuții. Algoritmii de căutare BLAST și BOLD IDS System au permis identificarea până la nivel de familie și subfamilie a 97% din numărul total de secvențe ale genei COI obținute. Analiza BLAST a permis identificarea a 93,9% din secvențe până la nivel de gen și 69,7% la nivel de specie, pe când analiza BOLD IDS

System a oferit rezultatul de 97% din secvențe identificate la nivel de gen și 72,73% la nivel de specie. Exemplarele identificate aparțin familiilor *Buprestidae*, *Cantharidae*, *Coccinellidae*, *Helophoridae*, *Melyridae*, *Nitidulidae*, *Phalacridae*, *Scarabaeidae* și *Scirtidae*. În studiul de față, ambele perechi de primeri au permis de a amplifica gena COI din genomul coleopterelor incluse în studiu, rata de succes fiind de 100 și 85,19% respectiv pentru cele două perechi de primeri utilizate. Secvențele nucleotidice obținute au fost depuse în bazele de date internaționale completând bibliotecile de succesiuni nucleotidice ale regiunii cod de bare ADN pentru coleoptere.

Referințe:

1. FOLMER, O., BLACK M., HOEH W., LUTZ R., VRIJENHOEK R. DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. In: *Molecular Marine Biology and Biotechnology*, 1994, 3, pp. 294-299.
2. HEBERT, P.D.N., CYWINSKA, A., BALL, S.L., DEWAARD, J.R. Biological identifications through DNA barcodes. In: *The Royal Society*, 2003, vol. 270, no. 1512, pp. 313-321.
3. HEBERT, P.D.N. et al. Ten species in one: DNA barcoding reveals cryptic species in the neotropical skipper butterfly *Astraptes fulgerator*. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2004, 101(41), pp. 14812-14817.
4. IVANOVA, N.V., DEWAARD, J.R., HEBERT, P.D.N. An inexpensive, automation friendly protocol for recovering high quality DNA. In: *Molecular Ecology Resources*, 2006, vol. 6, pp. 998-1002.
5. KUMAR, S. ea al. MEGA X: Molecular Evolutionary Genetics Analysis across computing platforms. In: *Molecular Biology and Evolution*, 2018, vol. 35, pp. 1547-1549.
6. Mike's Insect Keys [online]. Last edited: 19.08.2022 [citat 01.09.2022]. Disponibil: <https://sites.google.com/view/mikes-insect-keys/mikes-insect-keys>.
7. *Opredelel' nasekomyh evropejskoj chasti SSSR*. Tom 2. Zhestkokrylye i veerokrylye. Redaktery toma: E.L. GUR'EVA i O.L. KRYZHANOVSKIJ. Moskva – Leningrad: Nauka, 1965. 668 s.

Rezultatele științifice expuse în prezenta lucrare au fost obținute grație suportului financiar al proiectelor: Global Taxonomy Initiative Training Course on Rapid Identification of Invasive Alien Species for Achieving Aichi Biodiversity Target 9, susținută de Secretariatul Convenției cu privire la Biodiversitate și Guvernul Japoniei prin Fondul Japoniei pentru Biodiversitate, „Training the new generation of entomologists in DNA-based molecular methods – international network (EntoMol)” (CPEA-LT-2016/10140), Program de stat (2020-2023) 20.80009.7007.12 „Diversitatea artropodelor hematofage, a zoo- și fitohelminților, vulnerabilitatea, strategiile de tolerare a factorilor climatici și elaborarea procedeelelor inovative de control integrat al speciilor de interes socio-economic”.

IMPACTUL COMPOZIȚIILOR PREBIOTICE CU EFECT HIPOGLICEMIANȚ ASUPRA MICROBIOTEI INTESTINALE LA ȘOBOLANI

THE IMPACT OF PREBIOTIC COMPOSITIONS WITH HYPOGLYCEMIC EFFECT ON THE INTESTINAL MICROBIOTA IN RATS

Ana LEORDA, ORCID: 0000-0002-2923-8843

Victoria BOGDAN, ORCID: 0000-0002-5839-9363

Mariana CIOCHINĂ, ORCID: 0000-0002-1573-6358

Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 616.34-008.87

e-mail: leorda-ana64@mail.ru

e-mail: victoria.bogdan@ifs.md

e-mail: mciochina@mail.ru

Interacțiunea macroorganismului cu microbiota intestinală (MI), în funcție de compoziția taxonomică a microorganismelor și metaboliților în cursul activității lor vitale, este un indicator al sănătății sau un determinant al diferitelor boli [1, p. 3]. Aportul ridicat de carbohidrați este strâns asociat cu o scădere a biodiversității microbiomului intestinal și cu o scădere a conținutului de *Lactobacillus spp.*, *Streptococcus spp.* [2, p. 204]. În prezent, în calitate de mijloc eficient și sigur pentru corectarea disbiozei MI, este indicată utilizarea prebioticelelor, probioticelelor, simbioticelelor și metabioticelelor [3, p. 54]. Unul dintre cele mai așteptate rezultate ale terapiei cu probiotice, de rând cu optimizarea MI și suprimarea activității microbiotei facultative, este normalizarea activității metabolice [4, p. 521]. Cele mai promițătoare în acest sens sunt probioticele care conțin diferite tulpini de *Lactobacillus* și *Bifidobacterium*. Un studiu recent a arătat că consumul zilnic de *Lactobacillus reuteri* ca supliment probiotic a crescut secreția de insulină și incretină la pacienții diabetici [5, p. 67]. Prebioticele sunt elemente dintr-o compoziție nemicrobiană care sunt fermentate de MI în intestinul gros și stimulează creșterea și activitatea vitală a acesteia. Reprezentanți ai acestui grup sunt polizaharidele de origine naturală. În experimentele pe șobolani, adăugarea de oligofructoză la dietă a contribuit la scăderea aportului energetic și a prevenit creșterea în greutate [4, p. 525]. Un studiu publicat în Jurnalul American de Nutriție Clinică [6, p. 1415], care a evaluat efectele suplimentării cu pectină asupra pacienților cu diabet de tip 2 indică faptul că ingestia susținută de pectină pe termen lung încetinește rata de golire gastrică și îmbunătățește toleranța la glucoză, făcând pectina un remediu natural eficient în diabet. Rezultatele obținute referitor la polizaharidele pectinice izolate din frunze de *F. kuhistanica*, mere rozmarin *Malus sieversii* și coji de *Citrus reticulata* denotă că toate au prezentat un anumit grad de activitate prebiotică asupra vitalității culturilor *B. longum*, *P. avidum* 1, *L. delbrueckii subsp. bulgaricus* și *L. rhamnosus*, comparabilă cu cea a lactulozei (preparat Duphalac®) [7, p. 290].

Scopul lucrării a constat în studierea impactului compozițiilor prebiotice cu efect hipoglicemiant asupra MI la șobolani în funcție de aportul de glucoză în rația lor alimentară.

Material și metode. Au fost elaborate două compoziții prebiotice complexe, în componența cărora au fost incluse două surse diferite de fibre de inulină cu efect hipoglicemiant, produse cu conținut de fibre solubile/insolubile și enterosorbent. Compoziția nr.1 a inclus: semințe de in, pulbere de topinambur și carbopectin; compoziția nr.2 – semințe de in, pulbere de rădăcină de păpădie și pudră de extract de fasole albă. Testarea a fost realizată asupra șobolanilor de laborator, distribuiți în cinci loturi. Primul lot a primit rația standard (martor); al II-lea – compoziția nr.1; al III-lea – compoziția nr.1+glucoză; al IV-lea – compoziția nr. 2; al V-lea – compoziția nr. 2+glucoză. Nivelul glucozei în sânge și masa corporală au fost determinate inițial și la finalizarea experimentului, iar microbiota intestinală din genurile *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*, *Enterococcus* și *Escherichia coli* (*E. coli*) – inițial, la 10, 20 și 30 de zile cu utilizarea metodelor microbiologice uzuale.

Rezultatele obținute au demonstrat o mărire nesemnificativă a conținutului de glucoză în sângele animalelor lotului martor, față de nivelul inițial. După 30 de zile de administrare a prebioticului nr.1 în lotul II (fără glucoză) – s-a observat o diminuare a nivelului acesteia cu 8,88%, pe când în lotul III (cu glucoză) – cu 5,44%, comparativ cu conținutul inițial. O eficacitate mai mare a demonstrat prebioticul nr.2, considerând faptul că nivelul glucozei, în acest caz, a scăzut în loturile IV și V respectiv cu – 8,61 și 10,45%, față de inițial. În pofida administrării glucozei timp de 30 de zile, concomitent cu compozițiile prebiotice în loturile II și IV s-a observat o creștere a masei corporale doar cu 7,14 și 8,75 %, fiind totuși mai mare, comparativ cu lotul martor, dar mai mică față de loturile, care nu au primit glucoză. Acest fapt, probabil, se datorează fibrelor prebiotice, care facilitează absorbția grăsimilor intestinale, ducând la controlul masei corporale. Efectul hipoglicemiant al compozițiilor prebiotice se explică prin rolul elementelor constitutive. Inulina, un tip de fibră alimentară – este o substanță formată dintr-un lanț de molecule de fructoză legate între ele într-o manieră, care împiedică digerarea lor în intestinul subțire. Astfel, încetinește digestia, ceea ce permite zaharurilor din carbohidrați să fie eliberați treptat în sânge, echilibrând glicemia. Privind MI, după 30 de zile de administrare a compozițiilor a fost observată o mărire a conținutului bifidobacteriilor la animalele loturilor III și V, comparativ cu nivelul inițial cu 6,46 și 5,88%, respectiv, care preleva asupra conținutului acestora în loturile, care nu au primit glucoză (2,92 și 5,31%) și asupra lotului martor, unde nivelul acestor microorganisme practic nu s-a modificat. Și invers, conținutul lactobacteriilor a suferit o multiplicare destul de moderată (dar totuși mai exprimată decât în lotul martor) la loturile cu administrarea glucozei, comparativ cu cele fără glucoză, unde s-a observat o sporire în lotul II de la $6,75 \pm 0,46$ până la $7,19 \pm 0,81$ lg UFC/g și în IV – de la $6,53 \pm 0,48$ până la $7,02 \pm 0,46$ lg UFC/g. Reprezentanții genului *E. coli* s-au depistat în număr mai mic la animalele loturilor II-V, comparativ cu martorul pe toată durata testării. În ceea ce privește enterococii, administrarea compozițiilor prebiotice a demonstrat antagonismul lor pronunțat față de microorganismele din genul

E. coli. Mărirea numărului de bacterii intestinale normale la șobolanii cărora le-a fost administrată inulina se explică prin faptul că acest tip de carbohidrat este fermentat de bacteriile din colon, fiind astfel considerat un prebiotic – sursă alimentară pentru microorganismele prebiotice, care o convertesc în acizi grași cu lant scurt, aducând diverse beneficii organismului. Stimularea multiplicării bifido- și lactobacteriilor se datorează și pectinei, care manifestă efectul său benefic asupra membranei mucoase a tractului gastrointestinal (proprietăți astringente și învelitoare), accelerează absorbția nutrienților, preia funcția unui medicament antiinflamator. Eficiența hipoglicemiantă și prebiotică a preparatului nr. 2 poate fi explicată prin includerea în componența sa a pudrei de extract de fasole albă, care poate neutraliza alfa amilaza înainte de a transforma amidonul în glucoză și apoi în grăsime. Fasolea, fiind sursă alimentară de prebiotice constituie „hrana” bacteriilor intestinale din genurile *Lactobacillus* și *Bifidobacterium*, favorizând astfel proliferarea acestora în detrimentul *E. coli*.

Astfel, compozițiile prebiotice, care au la bază componente vegetale autohtone cu efect prebiotic și hipoglicemiant pot sta la baza elaborării simbioticelor predestinate pentru terapia dietetică a diabetului zaharat de tip 2 și pentru restabilirea bacteriocenozei intestinale, compromisă în cazul dereglărilor metabolice.

Referințe:

1. GRACE, A. OGUNRINOLA et al. The Human Microbiome and Its Impacts on Health. In: *International Journal of Microbiology*. 2020, Article ID 8045646, 7 pag.
2. СТОМА, И. О. *Микробиом в медицине: руководство для врачей*. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2020. 320 с.
3. TRUKHMANOV, A. S., RUMYANTSEVA, D. E. Perspective for the use of metabiotics in the complex therapy of intestinal diseases. In: *Consilium Medicum*. 2020, no. 22 (8), pp. 51-56.
4. CANI, P.D., DEWEVER, C., DELZENNE, N.M. Inulin-type fructans modulate gastrointestinal peptides involved in appetite regulation (glucagon-like peptide and ghrelin) in rats. In: *Br. J. Nutr.* 2004, no. 92 (3), pp. 521-526.
5. IBRAGIMOVA, L. I. et al. The role of the gut microbiota in the development of type 1 diabetes mellitus. In: *Diabetes mellitus*, 2021, no. 24(1), pp. 62-69.
6. SCHWARTZ, S.E., LEVINE, R.A., WEINSTOCK, R.S. et al. Sustained pectin ingestion: effect on gastric emptying and glucose tolerance in non-insulin-dependent diabetic patients. In: *Am J. Clin. Nutr.* 1988, no. 48(6), pp. 1413-1417.
7. ISLAMOVA, Z.I., OGAI, D.K., ABRAMENKO, O.I. et al. Comparative Assessment of the Prebiotic Activity of Some Pectin Polysaccharides. In: *Pharmaceutical Chemistry Journal*, 2017, vol. 51, no. 4, pp. 288-291.

INFLUENȚA PRODUSULUI ZooBioR, UTILIZAT ÎNTR-UN STUDIU DE IMPLEMENTARE ASUPRA SĂNĂTĂȚII ȘI METABOLISMULUI LIPIDIC LA GĂINILE TINERE

THE INFLUENCE OF THE ZooBioR PRODUCT IN AN IMPLEMENTATION STUDY ON THE HEALTH AND LIPIDIC METBOLISM IN YOUNG HENS

Vasile MACARI, ORCID: 0000-0002-8072-4150

Gheorghe PISTOL, ORCID: 0000-0002-3271-2534

Victor PUTIN, ORCID: 0000-0002-6972-9065

Ana ROTARU, ORCID: 0000-0003-3637-1607

Liliana ROTARI, ORCID: 0000-0002-1681-0468

Natalia PAVLICENCO, ORCID: 0000-0003-1954-8167

Malek SHIADA, ORCID: 0000-0002-0787-6991

Universitatea Tehnică a Moldovei

CZU: 636.52/.58.085 + 614.95

e-mail: macvasile@mail.ru

Creșterea rapidă a populației pe Terra, lucru conjugat, incontestabil cu schimbările climatice, fenomene semnalate succesiv în ultimele decenii, impun mari obstacole în asigurarea oamenilor cu produse alimentare. În acest context, se specifică că influența schimbărilor climatice asupra întregului lanț valoric al sectorului agroalimentar din Republica Moldova este din ce în ce tot mai resimțită, cu repercusiuni evidente asupra agriculturii, în general, și asupra sectorului zootehnic, în particular [5]. În plus, aici se evidențiază faptul că printre principalele măsuri de adaptare a sectorului zootehnic se propune de evidențiat două:

- Perfecționarea și adaptarea la cerințele impuse ale sistemelor de creștere și întreținere a animalelor și păsărilor;
- optimizarea sistemelor de nutriție și alimentație a animalelor și păsărilor agricole pentru realizarea potențialului lor productiv și adaptiv, inclusiv utilizarea rațională a păsunilor.

Investigațiile întreprinse au ca reper două momente esențiale: interdicția utilizării la animalele de rentă, în calitate de promotori de creștere a antibioticelor furajere și substanțelor hormonale, cât și stresul tehnologic persistent la fermele avicole etc. Cele relatate au impulsat în ultimii ani o avalanșă de cercetări în mai multe țări, punându-se accentul pe evidențierea, studiul și implementarea în producere a noilor remedii medicamentoase, prioritate oferindu-le celor de origine naturală, în special vegetală [1, 2, 3, 4, 7].

În studiul realizat sunt aduse date despre efectele produsului medicamentos inofensiv, autohton – ZooBioR, folosit într-un studiu de implementare, asupra sănătății și parametrilor marker ai metabolismului lipidic la găinile ouătoare tinere, exploatate în condiții intensive de fabrică avicolă.

Materiale și metode de cercetare. Cercetările științifico-practice s-au petrecut în condiții fiziologice de fabrică avicolă, din satul Floreni, Republica Moldova. Remediul investigat a fost cercetat pe un număr de 112 găini analoage, aparținând hibridului Hy-Line, divizate în două loturi. Produsul testat este natural și conține compuși biologici activi derivați din *Spirulina platensis*, printre care aminoacizi, inclusiv imunoactivi, polizaharide, fosfolipide și microelementele: zinc și seleniu. Remediul ZooBioR a fost administrat găinilor în cantitate de 10 mg substanță activă/kg furaj, doză optimală stabilită în alt experiment, când au fost studiate patru doze diferite de acest produs medicamentos [4, 6]. Principiul de organizare a acestui studiu este redat în Tabel.

Tabel

Schema administrării produsului ZooBioR găinilor ouătoare, 20 mg/ml

| Specificare | Numărul de găini | Calea de administrare | Doza, mg substanță activă/kg furaj | Regimul de administrare |
|----------------|------------------|-----------------------|------------------------------------|-------------------------|
| Martor | 56 | - | - | |
| Experimentul 1 | 56 | per os cu hrana | 10,0 | zilnic |

La debutul experimentului, și ulterior pe intervalul acestuia, păsările au fost examinate, iar la 5 găini din fiecare lot s-a determinat temperatura corporală și mișcările respiratorii într-un minut; au fost prelevate probe de sânge în trei etape: la începutul experimentului de la 5 găini aleatorii; pe parcursul studiului, de la câte cinci păsări din fiecare lot – la cca 1 lună de la debutul studiului, precum și ulterior, la finele acestui experiment, în eprubete standard. Determinările lipidelor totale, colesterolului, trigliceridelor și β -lipoproteidelor s-au efectuat în serul sanguin la riderul spectrofotometric cu plăci PowerWave HT, BioTek, USA.

Rezultate. Remediul ZooBioR nu a provocat reacții adverse la găini, ci, dimpotrivă, exercită proprietăți antistresorii și adaptative la acestea, acțiuni reflectate și în temperatura corporală, care o fost mai scăzută cu 0,22-0,48°C în raport cu valorile lotului martor (LM). Aici, și valorile respirației în dinamica lor au fost în unison cu temperatura corporală, respectiv lipsind schimbări esențiale față de valorile de referințe, acțiune ce atestă inofensivitatea ZooBioR, cât și uniformitatea găinilor ouătoare luate în experiment. Rezultate similare sunt obținute de noi și în cazul testării acestui remediu pe mai multe loturi de găini ouătoare tinere [4, 6].

Experimentul realizat relevă implicarea potentă a produsului testat în evoluția parametrilor marker ai metabolismului lipidic la găinile tinere. Astfel, produsul testat induce o reducere a nivelului de lipide în serul sanguin, diminuarea fiind la finele studiului de cca 14 %, și una mai moderată de reducere a conținutului de colesterol în acest substrat biologic, respectiv cu 3,6% față de mator. Se remarcă că și alți autori care au administrat păsărilor alți compuși bioactivi au constatat tendințe de micșorare a Ch în sânge la găinile folosite în experiment [2]. Important este și faptul că evoluția trigliceridelor la 1-a

investigare manifestă o tendință unică de diminuare în ambele loturi, pe când la finele studiului se atestă o slabă creștere a indicatorului investigat. În plus, la această etapă produsul ZooBioR a menținut trigliceridele la un nivel mai scăzut cu cca 3% față de valorile de referință.

Studiile au relevat faptul că β -lipoproteidele la nivel de ser sanguin, la 1-a cercetare, la LM au o tendință de creștere, de cca 25%, față de fond, pe când, dimpotrivă, la LE parametrul investigat are o tendință de diminuare, scăderea fiind cu 6,0% față de fond, și, respective, cu 24,7%, față de martor. La ultima etapă, parametrul biochimic cercetat la păsări din LE are în continuare o tendință marcantă de scădere față de LM, reducerea fiind de 1,8 ori ($p < 0,01$), fenomen explicat, probabil, prin intensificarea proceselor metabolice, și în special a metabolismului lipidic.

Concluzii. Rezultatele denotă că produsul testat – ZooBioR a fost bine tolerat de găinile ouătoare, influențând, totodată, benefic statusul clinic și sănătatea păsărilor, ipoteză sprijinită și de efectele acestui remediu asupra metabolismului lipidic. Modificările valorilor marker ale metabolismului lipidic constituie probabil una din reacțiile de adaptare ale păsărilor, fenomen reflectat și în potențialul productiv al găinilor, subiect care însă va fi abordat într-un studiu separat.

Referințe:

1. BECZE, A., e al. V. Study regarding the influence of the salinity stress on the antioxidant capacity of *Arthrospira platensis*. In: *Agriculture, Science and Practice Journal*, 2017, vol. 103 (3-4), pp.12-16. ISSN 2536-7072.
2. CURCĂ, D., RĂDUȚĂ, A., PANTĂ, L. Unele observații privind efectele suplimentării hranei cu seleniu și, respective, L-carnitină la puicuțe. În: *Lucrări științifice ale Universității Agrare de Stat din Moldova, Medicină Veterinară*, 2014, vol. 40, pp. 242-247.
3. 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: *Brazilian Journal of Poultry Science*, 2021, vol. 33, no. 2, pp. 1-6.
4. MACARI, V., PISTOL, Gh., PUTIN, V. Efectele produsului ZooBioR – remediu autohton utilizat în diferite doze – asupra sănătății și productivității găinilor ouătoare în prima fază de ouat. În: *Știință, educație, cultură: materialele conf. șt.-practice intern.*, 12 feb. 2021, Universitatea de Stat din Comrat, 2021, vol. I, pp. 187-191.
5. MAȘNER, O., ș.a. *Bunele practici de adaptare a sectorului zootehnic la schimbările climatic*: Ghid practic pentru producătorii agricoli. Chișinău: Bonus Office, 2021. 200 p. ISBN 978-9975-87-776-3.
6. PISTOL, Gh., MACARI, V., PUTIN, V., ROTARU, A. Efectele suplimentării hranei găinilor tinere cu produsul ZooBioR asupra statusului clinico-he-

matologic. În: *Știința agricolă*, 2021, nr. 1, pp. 129-136. DOI: 10.5281/zenodo.5080033. ISSN 2587-3202.

7. КРАСНОБАЕВ, Ю.В. Астравит – поддержка иммунитета в критические периоды. В: *Птицеводство*, 2020, № 04, сс. 21-24. ISSN 0033-3239.

EVALUAREA MORFOBIOLOGICĂ A UNOR GENOTIPURI *CUPHEA* AIT. ÎN CONDIȚIILE REPUBLICII MOLDOVA

MORPHO-BIOLOGICAL EVALUATION OF SOME *CUPHEA* AIT. GENOTYPES IN CODITIONS OF THE REPUBLIC OF MOLDOVA

Victoria MIHĂILĂ, ORCID: 0000-0003-3984-9477
Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 575.22:582.776.1(478)

e-mail: victoriamihaila373@gmail.com

Introducerea în cultură a speciilor noi de plante reprezintă acel pilon ce stă la baza dezvoltării unei agriculturi durabile. Problema evidențierii surselor alternative de energie devine tot mai acută în prezent, iar un interes deosebit în realizarea acestui deziderat îl reprezintă valorificarea speciilor de plante ce furnizează uleiuri vegetale. Aceste produse pot fi utilizate în diverse ramuri ale industriei: alimentație, medicină, cosmetologie, dar și în producerea biocombustibilului. În prezent sunt cunoscute numeroase specii de plante ce au un conținut sporit de uleiuri în diferite organe. Printre acestea se regăsesc și reprezentanții genului *Cuphea* (fam. *Lythraceae* Jaume St.-Hil.) care, după diferiți autori, include 250-260 de specii originare din America Centrală și America de Sud [1, 2]. Investigațiile efectuate anterior au scos în evidență prezența în semințele multor specii a uleiurilor cu un conținut sporit de acizi grași cu catenă medie (capric, caprilic, lauric, miristic). Aceștia sunt utilizați în producerea săpunurilor, detergenților, plastifcatorilor, produselor cosmetice și a biocombustibilului cu proprietăți carburante înalte [2]. Sunt cunoscute două centre mari de diversificare a speciilor *Cuphea*, este vorba despre estul Braziliei și munții din estul și sudul Mexicului; o singură specie este originară din zona Centrală și de Est a Statelor Unite [1, 4].

În prezenta comunicare se expun unele date ce țin de manifestarea însușirilor biologice a trei specii din genul *Cuphea* și evidențierea mostrelor ce au demonstrat un înalt potențial de producivitate și rezistență în condițiile Zonei Centrale a Republicii Moldova. Materialul biologic de cercetare a inclus trei specii ale genului *Cuphea*: *Cuphea lanceolata* Ait (I), *Cuphea viscosissima* Jacq. (II) și *Cuphea lutea* Rose (III). Experiențele de câmp au fost montate în parcele experimentale, izolate spațial conform schemei – 70x40 cm. Pe parcursul perioadei de vegetație s-au realizat observații fenologice, măsurări biometrice, descrierea manifestării diferitelor caractere morfologice. A fost efectuată analiza individuală a fiecărei plante, axând atenția asupra următorilor parametri: talia plantei, gradul de ramificare, numărul de flori, fructe și semințe per plantă. Rezultatele măsurărilor au fost supuse prelucrării statistice prin intermediul pachetului de soft *Statistica 7*. Prin cercetări s-a stabilit că din componența speciilor incluse în studiu fac parte plante anuale, erbacee, heliofile, alogame (I) și autogame (II, III), cu un sistem radicular pivotant, bine dezvoltat. Tulpina este erectă, ramificată monopodial.

Lăstarii de la primele noduri au o dispoziție opusă pe tulpină (I, III), iar ceilalți – alterni (II). Plantele au frunze simple, ovat-lanceolate, cu marginea întregă, nervația – penat-reticulată, aranjate opus pe lăstari. Florile sunt mici, solitare, bisexuate. Caliciul include șase sepale concrescute ce se termină cu șase lobi deltați, culoarea poate fi vișinie (I), și verde (II, III). Corola înglobează șase petale neegale ca dimensiuni (două mari și patru mici). Culoarea petalelor variază de la violet pal până la vișiniu (I, III); la specia II două petalele dorsale, mai mari, sunt liliachii, iar patru petale ventrale, mici, sunt albe și străbătute de o nervură roșie în partea centrală. Androceul e compus din 11 stamine, geniceul e sincarpelar. Lăstarii, frunzele și florile sunt acoperiți de trihomi glandulari. Fructul e o capsulă polispermă, cu dimensiuni de la 0,8-1,0 cm (II) până la 2,0-3,0 cm (I) numărul de semințe poate varia de la 8 la 22 (I), 3-6 (II), 5-8 (III). Semințele au o formă discoidală de culoare brună (I), maro (II), neagră (III). Evaluarea indicilor cantitativi ai specimenilor de colecție a permis evidențierea unui spectru larg al variabilității după toți parametrii estimați, în special numărul de flori, fructe și semințe per plantă. Valorile parametrului *talia plantei* variază în limitele $117,4 \pm 7,7 - 64,2 \pm 4,0$ la mostrele speciei I (Fig.), iar pentru genotipurile II și III acestea ating un nivel mai mic.

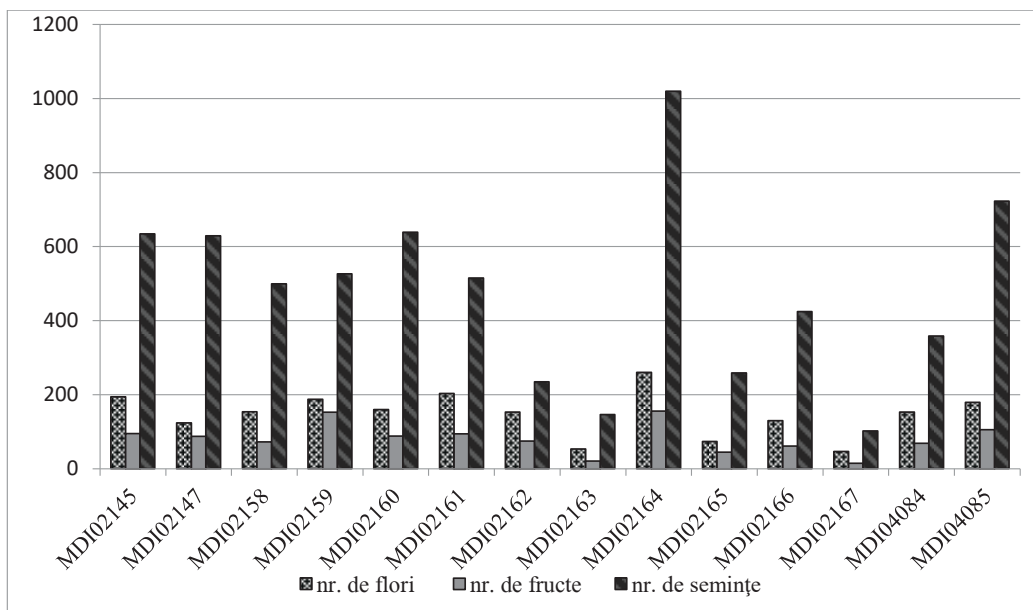


Fig. Variabilitatea unor parametri cantitativi la mostrele speciei *Cuphea lanceolata* Ait.

Cel mai înalt grad al ramificării a fost semnalat la specia I ($9,3 \pm 1,2 - 18,0 \pm 2,3$), iar cel mai diminuat – la specia II ($9,7 \pm 0,8 - 10,4 \pm 0,6$). Cele mai mari dimensiuni ale frunzelor au fost semnalate la specia I, constituind 3,97 cm lungime și 4,93 cm lățime, iar cele mai mici – la specia II având 3,5 cm lungime și 1,69 cm lățime. Datele parametrului *numărul de flori* au variat esențial la specia I – de la 56,0 (MDI 02167) până

la 260,0 (MDI 02164). Pentru specia II, cel mai mare număr de flori a fost semnalat la mostra MDI 02234 – 121,0; în cazul speciei III valoarea parametrului dat a constituit în medie 199,5. Un înalt coeficient de variație a fost detectat și după *numărul de fructe*, cel mai mare fiind la mostrele speciei I (260,0 – MDI 02164), iar cel mai redus – la specia III (56,0±9,5). Un număr sporit de semințe pentru specia I a fost semnalat la mostra MDI 02164 – 1019,6 cu un coeficient de variație de 75,4%, iar cea mai puțin productivă a fost forma MDI 02167 – 101,63. La specia II mostra MDI 02171 a format un număr mai mare de semințe – 190,0, iar pentru specia III valoarea medie a acestui parametru a constituit 608,8 ($V=20,5\%$). Speciile investigate sunt receptive la irigarea suplimentară și administrarea nutrienților în sol. Decalajul temperaturilor de zi și noapte limitează capacitatea de creștere și dezvoltare a speciilor *Cuphea*.

Pentru prima dată, în Republica Moldova, au fost introduse în cultură trei specii ale genului *Cuphea* Ait. Au fost efectuate studii ce țin de particularitățile morfobotanice ale acestor specii. În urma evaluărilor efectuate, a fost elucidat un spectru larg al variabilității caracterelor cantitative. Variabilitatea în manifestarea majorității parametrilor investigați permite de a selecta și multiplica formele de perspectivă în scopul ameliorării caracterelor utile.

Referințe:

1. GRAHAM, S.A. Revision of *Cuphea* section *Heterodon* (Lythraceae). In: *Systematic Bototani Monographs*. 1988, vol. 20. pp. 1-168.
2. BASSAM, N.El. *Handbook of bioenergy Crops: a complete reference to species, development and applications*. Earthscan, 2010. 516 p.
3. OLEJNICZAK, J. *Cuphea*. In: *Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources Oilseed*. 2011, pp. 117-136.
4. ROATH, W. W. et al. Morphological and agronomic variability in *Cuphea viscosissima* Jacq. In: *Industrial Crops and Products*. 1992. vol. 1, pp. 5-10.

Cercetările au fost realizate în cadrul proiectului Programului de Stat: 20.80009.5107.11 „Conservarea ex situ de lungă durată a resurselor genetice vegetale în Banca de gene cu utilizarea metodelor biologiei moleculare în testarea stării de sănătate a germoplasmelor vegetale”, finanțat de Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltare.

***STAPHYLINUS DIMIDIATICORNIS* GEMMINGER, 1851
(*COLEOPTERA, STAPHYLINIDAE, STAPHYLININAE*),
UN NOU STAFILINID ÎN LISTA FAUNISTICĂ
DIN REPUBLICA MOLDOVA**

***STAPHYLINUS DIMIDIATICORNIS* GEMMINGER, 1851
(*COLEOPTERA, STAPHYLINIDAE, STAPHYLININAE*),
A NEW STAPHILINID IN THE FAUNISTIC LIST OF THE
REPUBLIC OF MOLDOVA**

Irina MIHAILOV, ORCID: 0000-0002-6804-4742
Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 595.76:574.2(478)

e-mail: irinus1982@yahoo.com

Introducere. În Republica Moldova, timp de 15 ani sunt identificate și înregistrate specii, genuri, subfamiliile noi pentru grupul de stafilinide (*Coleoptera, Staphylinidae*); sunt cercetate diverse puncte/situri din anumite regiuni ale țării; este urmărită distribuția biotopică, substraturile populate; anual se colectează probe pe baza metodelor specifice de extragere a indivizilor din materialul cercetat. Acest aspect reflectă actualizarea listei operaționale a grupului cercetat, menținerea și completarea continue, dezvoltarea bazei de date a patrimoniului entomologic etc.

În acest context, în lucrare se prezintă rezultatele cercetărilor din anul 2022 pentru stafilinidul *Staphylinus dimidiaticornis* Gemminger, 1851, (ord. *Coleoptera*, fam. *Staphylinidae*, subfam. *Staphylininae*) cu statut de specie nouă pentru capitolul faunistic al țării.

Materiale și metode. Colectarea probelor cu stafilinide s-a efectuat prin utilizarea metodelor: 1. active (colectarea manuală, cu aspiratorul, cu fileul entomologic, prin flotație, prin scuturare, prin săpături de sol) și 2. pasive (capcanele de sol tip „Barber” și capcana cu lumină). Materialele de lucru: consumabilele (pungi, foarfece, containere sterile, cești petri, mănuși, hârleț, borcane, greblă) utile în procesul de colectare și literatura de specialitate necesară pentru identificarea indivizilor, constituie partea aplicativă în etapa de cercetare.

Rezultate și discuții. Anual, practicând colectări de probe în diverse puncte din țara noastră, anul 2022 s-a dovedit a fi unul fructuos din punct de vedere faunistic și înregistrarea de specii noi. În acest an s-a reușit în extragerea mai multor probe cu stafilinide din pădurile de Centru, Nord și Sud. Analizând materialul în laborator, printre exemplare de *Philonthus* sp., *Quedius* sp., *Aleochara* sp. și *Ischnopoda* sp. s-au extras câteva exemplare de stafilinide din genul *Staphylinus* Linnaeus, 1758. La prima constatare, specia a fost tratată ca fiind unul din reprezentanții cunoscuți deja la etapa de cercetare. Analizând mai amănunțit prin, extragerea aedeagusului, fotografierea com-

ponentelor corpului, compararea trăsăturilor morfologice după schema de identificare Coiffait, 1974 [1, p.402, 403, 406], inițierea măsurărilor capsule cefalice și a corpului în întregime, enumerarea și evidențierea localizării petelor de pubescență/repartiția pe corp, ca rezultat s-a confirmat stafilinidul *Staphylinus dimidiaticornis* Gemminger, 1851, înalitate de specia nouă pentru fauna Republicii Moldova, prezentând interes distinctiv la capitolul menționat (Fig.).



Fig. Stafilinidul *Staphylinus dimidiaticornis* Gemminger, 1851, prezentarea morfologică a masculului și organului copulator în diferite poziții (foto original Mihailov Irina, 19.08.2022)

Aspecte morfologice. Adultul atinge în lungime 16-25 mm. Corpul și palpii sunt de culoare neagră, antenele, elitrele, picioarele – de un roșu-brun. Pe partea de vârf a capului, pe gât (aria de unire între cap și protorace) pe marginea posterioară a pronotului, pe unghiurile anterioare ale scutului și pe părțile laterale ale tergitelor abdominale sunt prezente pete de pubescență aurie. Scutul, cu excepția unghiurilor anterioare, este de culoare neagră catifelată. Capsula cefalică și pronotul sunt acoperiți cu o punctuație foarte densă, mai fină pe suprafața pronotului decât cea de pe suprafața capului. Pe mijlocul pronotului se distinge o linie accentuată. Capul este transversal, mai lat decât alungit. La masculi, pe partea de jos a sternitului pigidiumului, este distinsă o adâncitură rotunjită.

Lobul median al organului copulator, *aedeagus*-ului este lat în partea apicală, trunchiat oblic spre vârf, cu extremitatea deviantă spre partea stângă. Parametrii sunt de acei=eași lungime cu lobul median, doar că ușor îngustați de la bază.

Distribuție biotopică. Se întâlnește în zonele împădurite, sub pietre, mușchi, frunze uscate, ciuperci în descompunere etc. În Republica Moldova a fost colectată din litiera de pădure.

Extindere geografică. Se întâlnește în Europa Centrală și Occidentală. Se menționează prezentă în Franța, Austria, Belgia, Marea Britanie, Bulgaria, Croația, Republica Cehă, Estonia, Germania, Italia, Ungaria, Polonia, Norvegia, Lituania, Letonia, partea europeană a Federației Ruse), [1, 2]. Se încadrează în grupul de tip geografic – Palearctic.

Prezența în Republica Moldova, pentru prima dată a fost găsită în pădurea din Rezervația Tâpova, r-nul Rezina. În țara noastră, se cunosc și sunt înregistrate doar două specii din acest gen: *Staphylinus caesareus* Cederhjelms, 1798 și *Staphylinus erythropterus* Linnaeus, 1758.

Concluzii: 1. Conform cercetărilor probelor acumulate din pădurile de nord, sud și centru, s-a extras și înregistrat o specie nouă de stafilinid pentru fauna țării noastre: *Staphylinus dimidiaticornis* Gemminger, 1851, reprezentant din ord. *Coleoptera*, fam. *Staphylinidae*, subfam. *Staphylininae*.

2. Specia este înregistrată în mai multe țări din Europa, iar în Republica Moldova a fost depistată pe teritoriul Rezervației Tâpova, r-nul Rezina.

Referințe:

1. COIFFAIT, H. Coleoptere staphylinidae de la region Palearctique occidentale. Sous famille *Staphylininae*. Tribus *Philonthini* et *Staphylinini*. Toulouse, 1974, vol. 2. 593 p.
2. *Staphylinus dimidiaticornis* Gemminger, 1851. In: https://fauna-eu.org/cdm_dataportal/taxon/d1603425-d596-42a2-8ece-e0628f9ae560 (accesat: 22.08.2022).

Statut. Rezultatele cercetărilor prezentate în lucrarea actuală, constituie parte realizabilă a obiectivelor conform Proiectului instituțional specializat: 20.80009.7007.02, Schimbări evolutive ale faunei terestre economic importante, ale speciilor rare și protejate în condițiile modificărilor antropice și climatice.

Mulțumiri. Mă adresez către cercetătorul, domnul Alexandru Vasilev prin semn de recunoștință și mulțumire pentru ajutorul oferit în acumularea materialului din teren și stocarea acestuia după schema specifică.

COMPOZIȚIA BIOCHIMICĂ A SEMINTELOR DE LINTE CULTIVATE ÎN MOD TRADIȚIONAL ȘI ECOLOGIC

BIOCHEMICAL COMPOSITION OF LENTIL SEEDS CULTIVATED BY TRADITIONAL AND ECOLOGICAL TECHNIQUES

Cristian MÎNZAT, ORCID: 0000-0002-0491-1771

Ala CHERDIVARĂ, ORCID: 0000-0003-1276-4959

Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 577.1:631.53.02:635.658(478)

e-mail: alacherdivara@mail.ru

În Republica Moldova se cultivă în mod tradițional leguminoasele, iar cele mai cultivate sunt fasolea *Phaseolis vulgaris*, mazărea *Vicia sativa* sp, soia *Glycin max* sp., năutul *Cicer arietinum*. În același timp, o cultură atât de importantă și de răspândită în lume precum linte, *Lens culinaris*, este cultivată în zone foarte limitate. Semințele de linte se disting nu numai prin conținutul lor ridicat de proteine (până la 32,1%), aminoacizi esențiali (arginina, lizină, leucină, fenilalanină și valină) și oligoelemente, dar sunt și importante ca sursă de glucide lent digerabile. Acest lucru face din linte o cultură valoroasă în alimentația persoanelor care suferă de diabet, deoarece are un indice glicemic scăzut. În acest sens, interesul pentru studierea acestei culturi și crearea de soiuri promițătoare a crescut [1]. Caracteristicile agrobiologice ale linte – rezistența la secetă și la temperaturi ridicate, rezistența la boli și dăunători, face ca cultivarea acesteia să fie profitabilă pentru agricultură.

Datorită importanței calității soiurilor de consum disponibile în Moldova, în această lucrare am realizat o analiză comparativă a principalelor componente biochimice, indicatori ai calității nutritive a semințelor (lipide, glucide, proteine) [2] în soiuri și forme de linte de la mai mulți producători și cultivate în diverse condiții agrotehnice.

Materiale și metode de cercetare. Pentru analiză au fost utilizate opt mostre de semințe de linte disponibile în vânzare în Moldova de la mai câțiva producători din șase țări din zonele de origine europene (Germania, Cehia, Slovacia) și asiatice (FR, Kazahstan și Turcia). Dintre opt probe, s-au ales trei forme cultivate în condiții ecologice și cinci – prin metode tradiționale. De asemenea, în lucrare au fost folosite două varietăți de linte – roșie și verde. Conținutul total de lipide în semințele de linte a fost determinat prin degresare, folosind hexan în aparatul Soxhlet [3]. Conținutul de glucide a fost evaluat conform metodei cu antronă [3]. Metoda Bradford [4] a fost utilizată pentru a determina cantitatea de proteine în semințele de linte.

Rezultate și discuții. Analiza comparativă a soiurilor de semințe de linte. În funcție de conținutul principalelor componente nutritive din soiurile de linte studiate (Fig. 1) s-a constatat o variație mai semnificativă în conținutul de lipide (0,22-0,55%) și glucide (29,96-46,7%), în timp ce conținutul de proteine a fost mai stabil (24,69-

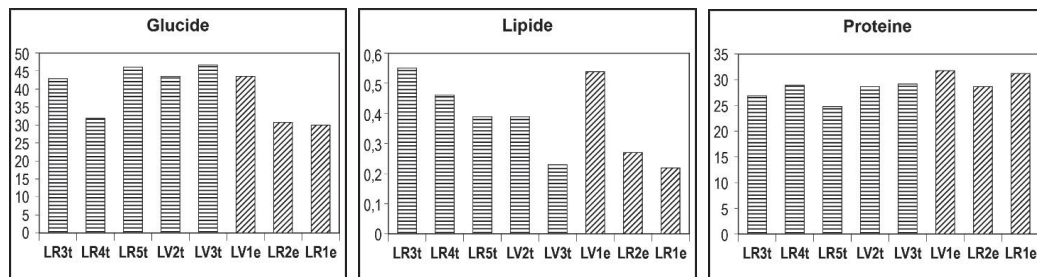


Fig. 1. Conținutul de glucide, lipide și proteine în semințele de linte, %

În același timp, nu există diferențe evidente între soiurile de linte roșie și verde, în ceea ce privește conținutul componentelor: conținutul de lipide în semințele de linte roșie și verde a variat între 0,22-0,55% și 0,23-0,54%, respectiv, conținutul de proteină a variat între 24,69-31,16% în semințele de linte roșie și între 28,64-31,76% în semințele de linte verde. Cu toate acestea, conținutul de glucide în semințele de linte verde este mai mare și mai stabil – 43,53-46,70%, față de semințele de linte roșie – 29,96-46,20%. Dintre soiurile studiate, se distinge linta verde *LV1e* cu un conținut ridicat de toate cele trei componente nutritive studiate.

Dependența compoziției biochimice a semințelor de linte de metoda de cultivare. Analizând rezultatele obținute privind conținutul componentelor în semințele de linte cultivate în mod ecologic și tradițional, am observat (Fig. 2):

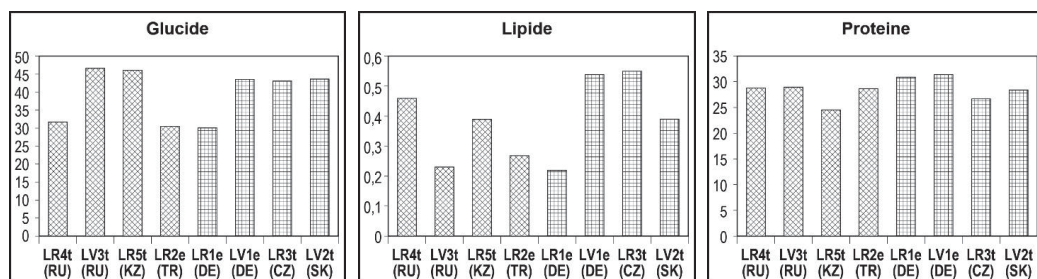


Fig.2. Dependența compoziției biochimice a semințelor de linte de metoda de cultivare, %

În medie, cantitatea de proteine în semințele de linte cultivate în mod ecologic este de 30,58%, în timp ce în semințele de linte cultivate în mod tradițional – 27,65%. Semințele de linte roșie *LR3t-LR5t* cultivate în mod tradițional au un conținut mai mare de lipide și glucide, în timp ce semințele *LR1e* și *LR2e* cultivate în mod ecologic au un conținut mai mare de proteine. În semințele soiurilor de linte verde se observă un conținut ridicat de lipide și proteine la soiul *LV1e* cultivat în condiții ecologice. Un conținut crescut de glucide se observă la soiul *LV3t*, cultivat prin metoda tradițională. Ținând cont de faptul că semințele de linte se numără printre produsele cu un conținut ridicat de proteine, ca fiind cea mai importantă componentă a acestora, se poate afir-

ma că cultivarea în condiții ecologice permite creșterea conținutului de proteine din semințe.

Compoziția biochimică a semințelor de linte de origine geografică diferită. La analiza comparativă a compoziției componentelor nutritive ale semințelor de linte (Fig. 3) a soiurilor din două zone geografice de origine - europeană (Germania, Republica Cehă, Slovacia) și asiatică (FR, Kazahstan și Turcia) au fost obținute următoarele date.

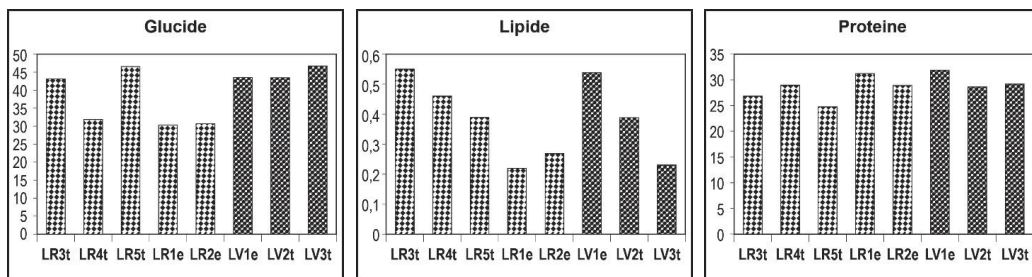


Fig. 3. Compoziția biochimică a semințelor de linte din zone geografice, %

Semințele atât de linte roșie cât și verde din zona europeană prezintă un conținut ridicat de lipide – 0,55% (LR3t, Cehia) și 0,54% (LV1e, Germania), iar un conținut mare de proteine – semințele de linte roșie și verde din Germania – 31,18% (LR1e) și 31,76% (LV1e). Lintea din regiunea asiatică, se caracterizează printr-un conținut ridicat de glucide – Kazahstan LR5t (46,2%) și FR LV3t (46,7%).

Concluzii. Semințele soiurilor de linte cultivate în mod tradițional se caracterizează printr-un conținut mai mare de lipide și glucide, în timp ce soiurile cultivate ecologic au un conținut mai mare de proteine. Soiurile de linte din zona europeană au valori mai mari ale indicatorilor biochimici decât soiurile de linte din Asia. Dintre soiurile studiate se poate distinge lintea verde din Germania, cultivată în mod ecologic, cu un conținut ridicat de toate cele trei componente nutritive principale.

Referințe:

1. CELAC, V. Leguminoasele pentru boabe create – sursă esențială de proteină. În: *Revista de Știință, Inovare, Cultură și Artă „Akademos”*. 2016, vol.1(40), pp. 67-71. ISSN 1857-0461.
2. URBANO, G. et al. Nutritional Value. In: *Lentil*, 2007, pp. 47-93. doi:10.1007/978-1-4020-6313-8_5.
3. GRIGORCEA, P., CHERDIVARĂ, A., GLIJIN, A. *Biochimie: Compendiu*. Lucrări de laborator. Chișinău, 2016. 87 p. ISBN 978-9975-133-15-9.
4. BRADFORD, M.M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. In: *Analyt. Biochem.*, 1976, vol.72, pp. 248-254. doi: 10.1006/abio.1976.9999.

ESTIMAREA SECHESTRĂRII CARBONULUI DE CĂTRE ALGE ÎN PROCESUL DE EPURARE A APELOR UZATE

ESTIMATION OF CARBON SEQUESTRATION BY ALGAE IN THE WASTEWATER TREATMENT PROCESS

Vladimir MOGÎLDEA, ORCID: 0000-0001-8544-1742

Andrian ȚUGULEA, ORCID: 0000-0002-7106-8921

Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 628.3:582.26

e-mail: vl.mogildea@yahoo.com

e-mail: andrusha_tugulea@yahoo.com

Schimbările climatice – este subiectul fierbinte care necesită soluții pentru a reduce emisiile de carbon (CO₂) și a le stoca pe cele generate.

Folosirea algelor în procesele de epurare a apelor uzate menajere, industriale (efluenți de la fabricile de zahăr, fabrici de conserve), deșeurilor lichide din gospodăriile agrozootehnice nu numai că îndeplinesc funcțiile ecologice de captare și îndepărtare a nutrienților și a altor substanțe periculoase, dar și contribuie la sechestrarea dioxidului de carbon – gaz cu efect de seră responsabil de încălzirea globală. Compoziția biomasei uscate de alge conține până la 46% carbon (C), 10% azot (N) și 1% fosfor (P), iar sinteza 1 kg de biomasă de alge (substanță uscată) utilizează până la 1,7 kg CO₂ [1]. În general, producția de biomasă a algelor poate varia între 9,6-42 tone ha⁻¹ an⁻¹, în funcție de condițiile de mediu, cum ar fi intensitatea luminii, temperatura, disponibilitatea nutrienților, CO₂ etc. În culturile extensive sub cerul liber acestea au capacitatea de a sechestra 322 t C ha⁻¹ an⁻¹, iar în culturile intensive procesul ar putea duce la creșterea randamentului de biomasă cu până la 100 t ha⁻¹ an⁻¹ și sechestrarea până la 1500 t C ha⁻¹ an⁻¹ [2].

În Republica Moldova, zonele urbane din regiunile de dezvoltare dispun de stații de epurare a apelor uzate, dar majoritatea instalațiilor de epurare existente nu sunt operaționale. Acestea oferă doar o epurare mecanică, în timp ce instalațiile biologice cu consum energetic sporit sunt scoase din funcțiune din cauza costurilor de operare mari. Calitatea apelor uzate epurate aproape în toate zonele urbane nu corespund normelor de deversare existente.

S-a cercetat posibilitatea epurării terțiare a apelor uzate de la stațiile de epurare (SE) a apelor uzate orășenești din mun. Cnișinău, mun. Bălți, or. Florești și or. Telenești cu ajutorul algelor verzi *Scenedesmus acutus* Meyen și estimată cantitatea de dioxid de carbon sechestrată de către alge și stocată în biomasă. Experiențele au fost efectuate în condiții de laborator în baloane Erlenmeyer cu volumul de 250 ml, unde s-au introdus 100 ml probă de apă uzată și s-a inoculat 0,1g biomasă algală. Cultivarea algelor s-a efectuat la temperatura de 22°C, intensitatea luminii 1000 lk în regim lumină:întuneric

12:12 ore. Măsurările biomasei se efectuau în fiecare zi cu ajutorul spectrofotometrului la lungimea de undă 750 nm până ce cultura atinge faza „plato”. Densitatea optică a culturii a fost recalculată în masa uscată a biomasei algei utilizând pentru aceasta curba de calibrare.

S-a stabilit că rata de creștere a algei în apele uzate din stațiile de epurare menționate variază între 0,10-0,18 kg/ m³ zi⁻¹ (Fig.).

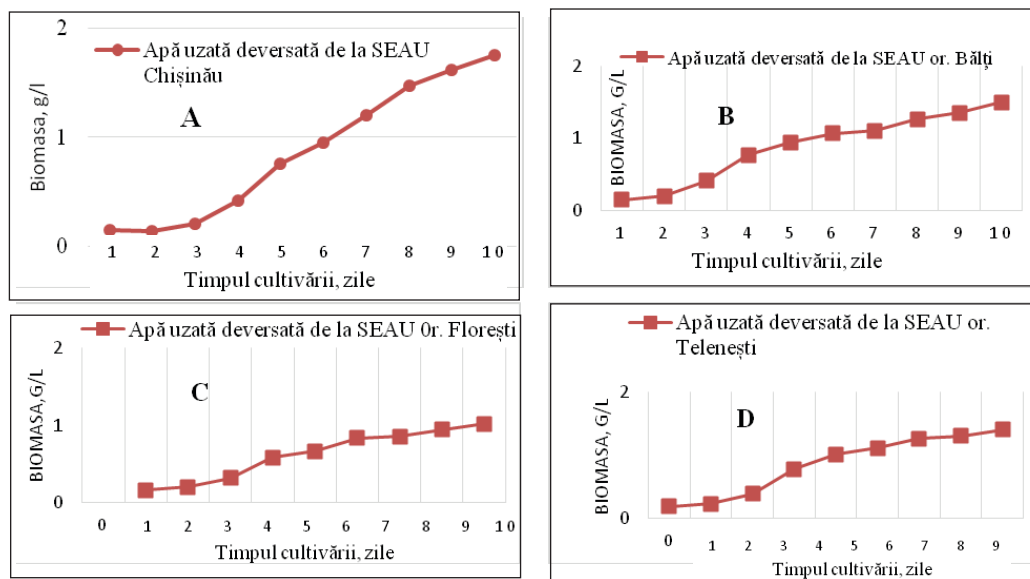


Fig. Creșterea microalgei *Scenedesmus acutus* Meyen în apele uzate:

A – apă uzată de la SEAU Chișinău; B – apă uzată de la SEAU Bălți;
C – apă uzată SEAU Florești; D – apă uzată de la SEAU Telenești

În procesul creșterii, algele asimilează intens substanțele poluante din mediul nutritiv. În Tabelul 1 este arătat gradul de epurare a apelor uzate rezultat în urma cultivării speciei de alge *Scenedesmus acutus* Meyen.

Tabelul 1

Parametrii fizico-chimici ai apelor uzate până și după cultivarea algei *S. acutus*

| Locul prelevării | PH | | CCOcr, mg/l | | NH ⁴⁺ , mg/l | | NO ³⁻ , mg/l | | PO ⁴⁻ , mg/l | |
|------------------|---------|-------|-------------|-------|-------------------------|-------|-------------------------|-------|-------------------------|-------|
| | Inițial | Final | Inițial | Final | Inițial | Final | Inițial | Final | Inițial | Final |
| SE Chișinău | 7,3 | 9,7 | 144,0 | 13,2 | 47,5 | 1,5 | 3,6 | 4,7 | 8,4 | 0,1 |
| SE Bălți | 7,7 | 9,8 | 98,4 | 12,4 | 27,0 | 1,4 | 5,8 | 0,6 | 4,9 | 0,3 |
| SE Florești | 7,6 | 9,5 | 78,6 | 10,3 | 14,6 | 0,6 | 8,2 | 1,2 | 4,4 | 0,2 |
| SE Telenești | 7,3 | 9,4 | 112,7 | 14,0 | 24,0 | 0,9 | 8,5 | 0,8 | 5,1 | 0,1 |

Cantitatea substanțelor organice în mediul de cultură în timpul cultivării scade de peste 10 ori. Intensiv se asimilează și compușii de azot și fosfor, gradul de epurare atinând 90-99%. În procesul cultivării algelor apele reziduale se limpezesc, dispare mirosul specific, sunt îmbogățite cu oxigen. Cercetările anterioare au demonstrat că după epurare în apele uzate dispar complet bacteriile patogene [3]. După separarea algelor, apa poate fi reutilizată în cele mai diverse scopuri.

Tabelul 2

Estimarea cantității de CO₂ sechestrată de alge în procesul de epurare a apelor uzate

| Stația de epurare | Productivitatea algelor, kg/m ³ zi ⁻¹ | Volumul de ape uzate, mii m ³ an ⁻¹ | Producția estimată de biomasă, t an ⁻¹ | Cantitatea sechestrată de CO ₂ , t an ⁻¹ |
|-------------------|---|---|---|--|
| SE Chișinău | 0,18 | 52254,8 | 9405,9 | 15990,0 |
| SE Bălți | 0,15 | 8974,8 | 1346,2 | 2288,6 |
| SE Florești | 0,10 | 245,8 | 24,6 | 41,8 |
| SE Telenești | 0,14 | 171,3 | 24,9 | 40,8 |

Cantitatea de biomasă produsă, recalculată la 1 ha de suprafață a instalației de cultivare pe toată perioada caldă (6 luni), se estimează la cca 82 t ha⁻¹, ceea ce echivalează cu 140 t ha⁻¹an⁻¹ dioxid de carbon sechestrat. Spre exemplu, în ecosistemul forestier rata anuală de sechestrare a dioxidului de carbon se estimează la 29 t CO₂ ha⁻¹ an⁻¹ [4].

În concluzie, putem afirma că în ecosistemele artificiale ale bazinelor biologice de epurare terțiară a apelor uzate cu ajutorul algelor, paralel cu obținerea biomasei algale, se sechestrează cantități mari de dioxid de carbon, ceea ce diminuează presiunea acestuia asupra schimbărilor climatice.

Referințe:

1. HU, Q. et al. Microbial triacygly-ceroes as feedstocks for biofuel production: perspective and advances. In: *Plant J.* 2008, no. 54, pp. 621-639.
2. VISWANAATHAN, S., PERUMAL, P.K., SUNDARAM, S. Integrated Approach for Carbon Sequestration and Wastewater Treatment Using Algal-Bacterial Consortia: Opportunities and Challenges. In: *Sustainability*, 2022, no. 14(3). 1075 p.
3. MOGÎLDEA, V. Cultura de alge în epurarea biologică a apelor reziduale de la complexele zootehnice. În: *Materialele Proiectului „Dezvoltarea durabilă a comunităților din valea râului Prut”*. Chișinău: Garuda-Art, 1999, pp. 112-120.

4. ALONSO, I., WESTON, K., GREGG, R. & MORECROFT, M. *Carbon storage by habitat - Review of the evidence of the impacts of management decisions and condition on carbon stores and sources*. Natural England Research Reports, Number NERR043.2012. 59 p. ISSN 1754-1956.

Cercetările au fost efectuate în cadrul Proiectului: 20.80009.7007.11 „Evaluarea stabilității ecosistemelor urbane și rurale în scopul asigurării dezvoltării durabile”.

ASPECTE ALE METABOLISMULUI MINERAL LA GĂINI, TRATATE CU PRODUSUL ZooBioR UTILIZAT ÎNTR-UN STUDIU DE IMPLEMENTARE

ASPECTS OF THE MINERAL METABOLISM IN HENS, TREATED WITH THE ZooBioR PRODUCT IN AN IMPLEMENTATION STUDY

Gheorghe PISTOL, ORCID: 0000-0002-3271-2534
Universitatea Tehnică a Moldovei

CZU: 636.52/.58.085 + 614.95

e-mail: gheorghepistol63@gmail.com

Derularea normală a metabolismului mineral este esențială pentru funcționarea optimă a tuturor proceselor fiziologico-metabolice în organismul animal. În plus, componentele metabolismului mineral sunt îndoite importante pentru păsări, atât în procesul de creștere, cât și în procesul de ouat [2, 5]. A fost identificat că în structura minerală a organelor parenchimotoase la prepeliță se găsește o cantitate relativ mare de macroelemente, precum: calciu în stomac, fosfor și sodiu în inimă, cât și magneziu în ficat [6]. Conform datelor din literatură, rolul biologic al Ca și P în organism este legat de dezvoltarea sistemului osos, cât și de alte activități, menționându-se despre interpeleții și interdependențe minerale, valoarea unui anumit raport de Ca:P, a fost dovedită și elucidată [3, p. 93-111]. Alți autori, în contextul tehnologiilor industriale de exploatare a animalelor, relatează despre necesitatea căutării posibilităților de elaborare, testare și utilizare a diverselor categorii de stimulatori de creștere, însă fără impact negativ asupra: animalelor, omului și mediului ambiant. Concomitent, prioritate au remediile medicamentoase de origine naturală și de origine vegetală, în special [1, 2, 4].

În baza acestora și a altor lucrări științifice, se poate de evidențiat faptul că cercetarea științifică, și în special cea axată pe asigurarea progresului în avicultura modernă, trebuie să ia în calcul: particularitățile fiziologico-metabolice ale păsărilor, producția mare de ouă, ecloziunea ridicată, consum specific, factorul de eficiență european (EEF), factorii igienico-tehnologici etc.

Obiectivul studiului s-a axat pe influența exercitată de remediul medicamentos, autohton – ZooBioR, utilizat într-o cercetare de implementare asupra sănătății și parame-trilor marcher ai metabolismului mineral la găinile tinere, exploatate în condiții intensive de fabrică avicolă.

Materiale și metode de cercetare. Cercetările științifico-practice au fost efectuate pe 112 găini tinere, analoage, divizate în două loturi egale. Remediul medicamentos, utilizat într-un studiu de implementare, realizat în condiții de fabrică avicolă, unde exploatarea păsărilor este intensivă, cu generarea stresului tehnologic, și incontestabil impactul negativ al acestuia asupra păsărilor. Remediul testat este un produs natural și conține compuși biologic activi derivați din *Spirulina platensis*, printre care aminoacizi,

inclusiv imunoactivi, polizaharide, fosfolipide și microelementele: zinc și seleniu. Hrana păsărilor din lotul experimental (n=56) a fost suplimentată cu ZooBioR, în cantitate de 10 mg substanță activă/kg furaj, doză optimală stabilită în alt experiment științific, când au fost studiate patru doze diferite de acest produs [1, 4]. Aici, concretizăm faptul că hrana păsărilor din lotul martor (LM) a fost intactă, fără orîșice adaus. În plus, ZooBioR, a fost încorporat în furaje concentrate, lucru realizat printr-o omogenizare minuțioasă. Conform prevederilor generale față de studii realizate pe animale, acestea au fost monitorizate permanent, investigate clinic (periodic s-a determinat temperatura corporală și respirația/min, masa corporală, prin cântăriri individuale).

Evidențiem faptul că găinile ouătoare, tinere, folosite în studiul de implementare a unui nou procedeu de fortificare a sănătății și potențialului productiv, au fost cazate în aceeași hală, și evident au beneficiat de aceleași condiții, microclimat, exploatare și asistență veterinară, conform măsurilor aplicate la această unitate zootehnică. Producția de ouă a fost stabilită în baza numărării și colectării zilnice a ouălor, separat pe loturi. Pentru cercetări de laborator au fost prelevate probe de sânge în trei etape: la debutul experimentului de la cinci găini aleatoriu; pe parcursul studiului, de la câte cinci păsări din fiecare lot, cât și la finele acestei cercetări.

Rezultate. Cercetarea complexă realizată, utilizând metode clinice, hematologice, biochimice, zootehnice etc. a stabilit că găinile ouătoare tinere au tolerat bine remediul testat, atât la nivel local (aparatură gastrointestinal), cât și la nivel de întregul organism. Parametrii clinico-hematologici înregistrați la păsări din LE permit să remarcăm proprietăți antistresorii și adaptative ale remediului testat, ipoteză sprijinită, în primul rând, de valori mai joase ale temperaturii corporale, cât și ale mișcărilor reparatorii pe minut. Mai mult, tendințe similare de acțiune a ZooBioR au fost constatate de noi și în cazul administrării anterior a acestui remediu în mai multe doze, tot găinilor ouătoare, tinere [1, 4].

Analiza indicilor marker ai metabolismului mineral în serul sanguin atestă faptul că conținutul calciului în dinamică are o creștere la păsări din LM de cca 8%, comparativ cu prima cercetare, iar diferențele la LE au înregistrat o diminuare de 1,4%, fenomen care, probabil, vorbește despre o utilizare mai intensă a acestui element chimic. Dovadă la cele bănuite de noi este și nivelul mai redus al Ca în ser la LE față de LM, ceea ce reprezintă o scădere de 9,5%. Cercetarea efectuată de alți autori a înregistrat date și tendințe similare cu ale noastre, unde un supliment probiotic „Amiloțin” administrat găinilor ouătoare în trei variante experimentale a redus cantitatea de Ca în sânge la acestea [7]. Pe durata studiului s-a stabilit o dinamică negativă de manifestare a P în ser la păsări din ambele loturi, parametru care la prima etapă de experiment, atât la LM, cât și la LE a scăzut semnificativ, $p < 0,05$. Tendința anterioară de manifestare a P în sânge s-a menținut diminuat și la finele cercetării cu doar 10% la LM, iar în lotul la care s-a administrat cu hrana ZooBioR scăderea a fost de cca 20%, comparativ cu cercetarea anterioară. Aceste rezultate vorbesc de la sine despre implicarea activă a P în procesele metabolice derulate în organismul găinilor exploatate pentru ouă, iar în lotul în care s-a aplicat procedeul propus de noi, nivelul P la finele experimentului a fost mai diminuat, comparativ cu martorul, scăderea fiind de 5,5%, fenomen incontestabil pozitiv, și care vorbește despre intensificarea proceselor metabolice cu implicarea fosforului.

Sub aspectul dinamicii conținutului de Fe către finele experimentului, acesta la găini din LE a identificat o scădere față de LM cu 11,6%, fapt ce relevă că ZooBioR nu influențează negativ metabolismul fierului, ci, dimpotrivă, intensifică utilizarea acestui oligoelement pentru necesitățile fiziologice. La prima cercetare, în LE conținutul de magneziu a fost mai mare cu cca 14%, $p < 0,05$, față de LM, tendință menținută și la finele studiului, creșterea fiind cu cca 4%, comparativ cu martorul, fenomen incontestabil benefic, care indică atât inofensivitatea produsului testat, cât și acțiunea pozitivă a elementului chimic investigat.

Astfel, putem menționa atât efectul pozitiv al produsului ZooBioR asupra găinilor ouătoare tinere, cât și acțiunea benefică a acestui remediu asupra metabolismului mineral la găini.

Referințe:

1. MACARI, V., PISTOL, Gh., PUTIN, V. Efectele produsului ZooBioR – remediu autohton utilizat în diferite doze – asupra sănătății și productivității găinilor ouătoare în prima fază de ouat. În: *Știință, educație, cultură: materialele conf. șt.-practice intern.*, 12 feb. 2021, Universitatea de Stat din Comrat, 2021, vol. I, pp. 187-191.
2. PAVLICENCO, N. *Efectele remediului BioR asupra indicilor fiziologo-metabolici și bioproductivi la prepeliță*: autoref. tz. dr. în științe biologice. Chișinău, 2019. 29 p.
3. PÂRVU, Gh. *Supravegherea nutrițional metabolică a animalelor*. București: Ceres, 1992. 391 p.
4. PISTOL, Gh., MACARI, M., PUTIN, M., ROTARU, A. Efectele suplimentării hranei găinilor tinere cu produsul ZooBioR asupra statusului clinico-hematologic. În: *Știința agricolă*, 2021, nr. 1, pp. 129-136. DOI: 10.5281/zenodo.5080033. ISSN 2587-3202.
5. ЗЛЕПКИН, А.В., ЗЛЕПКИН, Д.А., РУДАКОВ, А.В. Влияние бета-каротин содержащего препарата на морфо-биохимические показатели крови цыплят-бройлеров. В: *Птицеводство*. 2020, № 03, сс. 15-19. ISSN 0033-3239.
6. ЛИСУНОВА, Л.И., ТОКАРЕВ, В.С. Содержание макроэлементов в паренхиматозных органов перепелов в различные возрастные периоды. В: *Достижения науки и техники АПК*. 2015, т. 29. № 5, сс. 85-86. ISSN 0235-2451.
7. МАРТЫНОВА, Е.Г., КОРНИЕНКО, П.П. Влияние пробиотической кормовой добавки «Амилоцин» на продуктивность кур-несушек кросса Хайсекс Браун. В: *Актуальные вопросы сельскохозяйственной биологии: Теоретический и научно-практический журнал*. 2020, № 1(15), сс. 60-65. ISSN 2542-0283.

**ИСПЫТАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ФЕРОМОННЫХ
ЛОВУШЕК ДЛЯ ПРИВЛЕЧЕНИЯ КОРИЧНЕВО-
МРАМОРНОГО КЛОПА *HALYOMORPHA HALYS* (STAL) 1855,
HETEROPTERA: PENTATOMIDAE**

**TEST VARIOUS DESIGNS OF PHEROMONE TRAPS TO ATTRACT THE
BROWN MARMORATED STINK BUG *HALYOMORPHA HALYS* (STAL) 1855,
HETEROPTERA: PENTATOMIDAE**

Iuliana RUSU, ORCID: 0000-0002-6551-0955

Институт генетики, физиологии и защиты растений

Молдавский государственный университет

CZU: 595.754

e-mail: julianarusu@gmail.com

В последние годы большое экономическое значение в мировом сельском хозяйстве приобрел адвентивный вид *Halyomorpha halys* (Stal) 1855, (Heteroptera: Pentatomidae), опасность которого состоит в неконтролируемом размножении и широкой трофической специализации. *H. (halys)* является нативным видом региона Восточной Азии, его естественный ареал распространяется на территории Китая, Кореи, Тайваня, Японии, Мьянмы, Вьетнама. Его вторжение в другие континенты и страны началось с середины 1990-х гг., начиная с США, когда клоп был зафиксирован в Пенсильвании, уже через несколько лет он распространился в 40 государствах [2,3]. В настоящее время происходит формирование инвазивного ареала вредителя на территории Республики Молдова, где впервые вредитель был обнаружен в 2019 году. Поскольку *H. halys* продолжает расширять свой ареал и увеличивать популяцию, он представляет серьезную угрозу для сельского хозяйства, а также является неприятным вредителем, хорошо известным своим проникновением в человеческие постройки, такие как дома, школы и другие внутренние помещения. Наряду с этим стоит задача поиска возможных биологических методов борьбы или отлова насекомых, с целью сокращения его численности популяции. Одним из подобных методов – применение феромонных ловушек. На сегодняшний день использование феромонных ловушек является наиболее рентабельным и эффективным путем обнаружения и оценки численности широкого спектра вредителей-фитофагов по сравнению с другими известными методами. Их применение позволяет достоверно оценить масштабы и локализацию очагов вредоносных насекомых, предсказать сроки их возникновения, изучить сезонную активность вредителей, тем самым определить сроки и объемы истребительных мероприятий, а также заметно повысить их эффективность. Кроме того, феромониторинг дает возможность сократить использование инсектицидов на 40-70%, а применение феромонов, помещенных в ловушки в закрытых препаративных формах, исключает их контакт с другими организмами.

Как правило, против определенных вредителей применяются ловушки различной конструкции, однако итоговая компоновка включает три основных составляющих: корпус; синтетический феромон, помещенный в диспенсер; приспособление для отлова привлеченных насекомых. Каждый тип ловушек учитывает биологические особенности целевых видов насекомых. Таким образом, нами были отобраны ловушки, конструкции которых, на наш взгляд, могли бы оказаться наиболее подходящими для привлечения клопа *H. halys*.

Испытания различных конструкций феромонных ловушек проводились с целью сезонной мониторинга вредителя, а также установления возможности использования данных конструкций для отлова клопов *H. halys*, согласно общепринятым методикам [4].

Материалы и методы. Опыт проводился в экспериментальных садах Института Генетики, Физиологии и Защиты Растений в период II поколения (I декада августа по I декаду сентября), когда вредитель набирает максимальную численность популяции. В опытах были использованы по три ловушки различных конструкций и расцветок: воронкообразная (желтая) (рис. 1 а) и ловушки барьерного типа (черная и синяя) (рис. б, с) с использованием агрегационного феромона.



Рис. Феромонные ловушки различных конструкций: а – универсальная воронкообразная ловушка желтого цвета; б – черная ловушка барьерного типа; с – синяя ловушка барьерного типа

Ловушки располагались на плодовых культурах, таких как слива, яблоня и персик, на расстоянии не менее 40 м. друг от друга в шахматном порядке. Учеты проводились еженедельно. Диспенсер с феромоном заменялся один раз в 15 дней. До вывешивания диспенсер хранился в морозильной камере при температуре – 18°C. Сбору и учёту подлежали все особи коричнево-мраморного клопа (нимфы и имаго) привлеченные в ловушки, для исследования их в лаборатории и дальнейшей обработки данных.

Полученные результаты. Все данные, полученные за период проведения опыта представлены в таблице.

Таблица

Испытание феромонных ловушек различных конструкций

| Виды ловушек | Всего отловленных клопов за II поколение (среднее на 1 ловушку), шт. | % |
|----------------------------------|--|------|
| Воронкообразная ловушка (желтая) | 5 | 21,7 |
| Барьерная ловушка (черная) | 14 | 60,9 |
| Барьерная ловушка (синяя) | 4 | 17,4 |

Исходя из полученных результатов нами было отмечено, что в плодовых садах ИГФиЗР наиболее результативной показала себя конструкция черной барьерной ловушки, эффективность которой составила 60,9% от всего отловленных насекомых. В желтую воронкообразную ловушку отловилось только 5 особей *H. halys*, что составило 21,7% от всего отловленных клопов. Синяя барьерная ловушка оказалась наименее эффективной – 17,4%.

Выводы:

1. Было установлено, что при использовании агрегационного феромона наиболее результативной показала себя конструкция черной ловушки барьерного типа, ее эффективность составила 60,9%.
2. Отмечено, что желтая воронкообразная ловушка, а также синяя ловушка барьерного типа показали на 39,2% и 43,5% меньше эффективности в сравнении с черной ловушкой.

Список использованной литературы:

1. DERJANSCHIV., CHIMIȘLIUC. 2020. Ploșnițamarmorată Halyomorphahalys (Stal, 1855) (Heteroptera, Pentatomidae) – speciealogenă invazivă nouă înfauna Republicii Moldova. Buletin Științific. Revistă de Etnografie, Științele Naturii și Muzeologie, 30(43): 18-22. https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare_articol/104789
2. АЙБА, Л.Я., КАРПУН, Н.Н. Мраморный клоп *Halyomorpha halys* Stal. в Абхазии: биология и меры борьбы. Сухум, 2016. 17 с.
3. НЕЙМОРОВЕЦ, В.В. Восточноазиатский мраморный клоп *Halyomorpha halys* (Stal, 1855)(Heteroptera: Pentatomidae): морфология, биология, расширение ареала и угрозы для сельского хозяйства Российской Федерации (аналитический обзор) // Вестник защиты растений. 2018, №1 (95), с. 11-16.
4. Рекомендации по применению феромонов для надзора за хвое- и листогрызущими насекомыми. Федеральная служба лесного хозяйства России.

Протокол N 1 от 7 декабря 1993 года. [дата просмотра 02.02.2022] <https://docs.cntd.ru/document/9014428>

Исследования проведены в рамках проекта Государственной Программы: 20.80009.5107.27 «Разработка альтернативных методов, основанных на применении экологически безопасных средств и приемов, для контроля вредных членистоногих в различных агроценозах», финансируемой Национальным Агентством по Исследованиям и Развитию.

HIBRIDIZAREA APLICATĂ ÎN SCOPUL INTENSIFICĂRII RATEI DE CREȘTERE A PEȘTELOR ȘI AL OPTIMIZĂRII VALORIFICĂRII FURAJELOR

HYBRIDIZATION APPLIED FOR THE PURPOSE OF INTENSIFYING FISH GROWTH RATE AND OPTIMIZING FEED UTILIZATION

Vadim RUSU, ORCID: 0000-0001-8112-8193

Dorin DUMBRĂVEANU, ORCID: 0000-0002-0818-1577

Ion CROITORU, ORCID: 0000-0002-6659-4046

Mihail BUDEANU, ORCID: 0000-0002-4120-4152

Igor PÎRȚU, ORCID: 0000-0003-4537-3364

Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 639.3.043:597.2/.5

e-mail: vadyrus@gmail.com

e-mail: ddumbraveanu@gmail.com

e-mail: ioncroitoru1975@gmail.com

e-mail: np.plastigraf@mail.ru

Hibridizarea reprezintă o metodă de încrucișare a indivizilor sau grupurilor de indivizi diferențiate din punct de vedere genetic și poate fi atribuită indivizilor atât din cadrul aceleiași specii, cât și din specii diferite. Această tehnică de reproducere este folosită de acvacultori în speranța de a produce organisme acvatice cu trăsăturile dorite. La momentul actual, hibridizarea este pe larg utilizată pentru intensificarea ratei de creștere, determinarea raportului dintre sexe, producerea animalelor sterile, îmbunătățirea calității cărnii, sporirea rezistenței la boli și, nu în ultimul rând, sporirea toleranței la factorii mediului.

Unul dintre scopurile hibridizării ar fi intensificarea ratei de creștere la animale, inclusiv la peștii din bunurile piscicole. Astfel, hibridizarea a devenit o practică comună în cultura de pește, deși nu a atins încă locul său de drept în această ramură a economiei. Din punct de vedere practic, hibridizarea peștilor și-a demonstrat valoarea sa economică. Abordând cazuri concrete, hibridizarea a soluționat problemele privind cultura de crap din regiunile nordice. În acest sens, au fost create cu succes noi forme productive prin încrucișarea speciilor și variațiilor de caras (*Carassius*), precum și prin încrucișarea dintre crap (*Cyprinus*) și caras (*Carassius*). Ihtiologii s-au decis pentru inițierea unor cercetări privind încrucișarea peștilor ierbivori în scopul aclimatizării acestora în arii noi. Au fost determinate caracteristici economice ale unui număr de hibridi de *Ganoidei*. De asemenea, experimentele au demonstrat că hibridizarea are posibilități extinse în cultură sturionilor. Preferințele pentru hibridi se bazează pe caracteristicile moștenite prin heterozis, mai exact vigoarea hibridului, care se manifestă prin intensificarea ratei de creștere, viabilitate sporită, adaptare flexibilă și uneori chiar maturizare sexuală timpurie.

După cum se poate constata, lucrările de ameliorare bazate pe hibridizare se practică cu scopul de a obține produși cu însușiri valoroase, de a îmbunătăți o rasă sau pentru a crea rase noi. Producții rezultați (hibrizii) din încrucișare acumulează însușirile valoroase ale raselor parentale datorită efectului de heterozis. Acești hibrizi se caracterizează printr-o ereditate îmbunătățită, dar nestabilă, și se pot adapta cu ușurință condițiilor de mediu.

În scopul cercetării influenței hibridizării intraspecifică asupra ratei de creștere a peștilor, au fost aleși ca obiect de studiu peștișorii de acvariu *Trichogastertrichopterus* (Pallas, 1770) și, anume, variațiile *Blue* și *Gold*. *Trichogastertrichopterus* este o specie originară din sud-estul Asiei, dar introdusă și în alte părți. A fost descoperit la sfârșitul sec. XVIII în Indonezia. Apare în Europa în anul 1933, devenind într-un timp scurt pește favorit în multe acvarii. În libertate, acest pește poate atinge 35-40 cm și o greutate de 500 grame. În acvariu, însă, nu depășește 15 cm. Dimorfismul sexual este destul de evident la speciile adulte: masculul prezintă înotătoare impare, mai bine dezvoltate, mai ales la nivel dorsal și ascuțite, iar la femelă înotătoarele sunt puțin mai rotunjite.

Trichogastertrichopterus sunt considerați pești omnivori, dieta lor naturală fiind bazată pe diferite specii de nevertebrate. În acvariu, aceștia necesită o dietă care va include atât produse de origine vegetală, cât și animală. Pe parcursul experimentului, peștii au fost hrăniți cel puțin de 2 ori pe zi, în funcție de necesități. În prima săptămână de viață a puilor, hrănirea s-a efectuat cu *Paramecium* și *Infusoria*. După 7 zile de la eclozare și până la sfârșitul experimentului, puietul de pește a fost trecut la furajarea cu nauplius de *Artemia salina*. Odată ce acceptă *Artemia*, alevinii pot fi considerați sănătoși. Hrana a fost prezentă în mediu permanent și s-a consumat după necesitățile peștilor.

Pe parcursul studiului (*inițial, la interval de 10, 20 și, respectiv, 30 de zile*) s-au determinat unele caracteristici morfologice externe, cum ar fi masa corporală și lungimea corpului cu înotătoare caudală. Raportul inițial de producători ♀:♂ s-a luat de 1:1, aceștia fiind amplasați într-un singur acvariu. Pentru investigații s-au utilizat acvarii a câte 250 litri, câte unul pentru fiecare generație obținută. Popularea bazinelor cu materialul biologic constituit 2 specimene/litru, adică 500 de exemplare în fiecare acvariu.

Deja de la etapa inițială, descendenții hibrizi depășesc cu aproximativ 40 % lungimea descendenților obținuți de la forme parentale nehibridizate. Această rată de creștere este menținută până la sfârșitul experimentului. Prin comparație, indivizii nehibridizați au o greutate 0,007-0,009 g la începutul experimentului, în timp ce indivizii hibrizi au ajuns la 0,025-0,026 g. După 30 de zile, indivizii nehibridizați au înregistrat 0,158-0,206 g, pe când urmașii obținuți din încrucișări ale variațiilor *Blue* și *Gold*, au prezentat o greutate medie de 0,383-0,406 g. Analizând per ansamblu aspectele prezentate, constatăm că diferențe de creștere există nu doar între urmașii obținuți de la forme hibridizate și nehibridizate, dar chiar și în mod separat între aceștia. Indivizii obținuți din încrucișarea *femelă Gold x mascul Gold* prezintă o rată a creșterii mai mare comparativ cu indivizii din încrucișarea *femelă blue x mascul blue*. În același sens, rata de creștere este sporită la descendenții formelor hibridizate *femelă Blue x mascul Gold*, comparativ cu descendenții obținuți de la *femelă Gold x mascul Blue*. Luând în considerare valoarea coeficientului

de variație (Cv) care este mai mică de 30%, putem afirma că populația este uniformă, iar media este reprezentativă.

Analizând per ansamblu parametrii morfometrici, se poate remarca faptul că materialul biologic de gurami (*Trichogastertrichopterus*) are o evoluție a dezvoltării corporale, exprimată prin lungime totală și masă corporală, care se încadrează în limitele speciei pentru această categorie de vârstă. Datorită fenomenului de heterozis, parametrii indivizilor obținuți de la forme parentale hibridizate sunt vizibili mai mari și se evidențiază prin faptul că, la finalul cercetării, aceștia ating o lungime medie totală de 2,750-3,064 cm, în timp ce descendenții formelor parentale nehibridizate nu depășesc 2,298-2,396 cm. Comparând greutatea la descendenți, observăm că media masei hibridizilor este aproximativ dublă masei urmașilor obținuți de la formele parentale nehibridizate: 0,406 g (*f.Blue x m.Gold*) < 0,383 g (*f.Gold x m.Blue*) < 0,206 g (*f.Gold x m.Gold*) < 0,158 g (*f.Blue x m.Blue*).

Rezultatele obținute demonstrează o rată de creștere cu diferențe semnificative între descendenții hibridi și nehibridizați. Cea mai redusă rată de creștere a fost înregistrată la generația formelor parentale nehibridizate, și anume la *femelăBlue x mascul Blue* (valoarea maximă a lungimii=2,6 cm, valoarea maxima a greutății=0,211 g), parametrii fiind ușor măriți la generația *f.Gold x m.Gold*. Cea mai ridicată rată de creștere a fost observată la generația formelor parentale hibridizate, și anume *femelă Blue x mascul Gold*(valoarea maximă a lungimii=3,3 cm, valoarea maximă a greutății=0,484g), dovedind superioritate atât față de generația *f.Gold x m.Blue*, cât și față de speciile nehibridizate. Prin urmare, putem conchide că vigoarea hibridului, intensificarea ratei de creștere, viabilitatea sporită și adaptarea flexibilă se datorează caracteristicilor moștenite prin heterozis.

Hibridizarea intraspecifică poate fi folosită cu succes ca metodă de intensificare a ratei de creștere a peștilor de cultură. Avantajul acestui instrument de ameliorare se rezumă la eficiența economică a investițiilor, astfel că pentru aceeași bani cheltuiți pe hrană putem obține o creștere a productivității de până la 75 %.

Articol elaborat în cadrul Proiectelor: „Identificarea, evaluarea și perfecționarea unor noi procedee de sporire a ratei de creștere a peștilor, de diminuare a impactului maladiilor și de îmbunătățire a valorificării furajelor în cadrul instalațiilor piscicole de tip închis alimentate cu apă circulantă”. Cifru: 20.80009.7007.23 și „Evaluarea stabilității ecosistemelor urbane și rurale în scopul asigurării dezvoltării durabile”. Cifru: 20.80009.7007.11.

ASIGURAREA CALITĂȚII MEDIULUI ȘI DIMINUAREA IMPACTULUI REZIDUURILOR ORGANICE ÎN INSTALAȚIILE PISCICOLE CE FUNCȚIONEAZĂ PE BAZA SISTEMULUI DE RECIRCULARE A APEI

ENSURING THE QUALITY OF THE ENVIRONMENT AND REDUCING THE IMPACT OF ORGANIC WASTE IN FISH FACILITIES OPERATING ON THE BASE OF THE WATER RECIRCULATION SYSTEM

Vadim RUSU, ORCID: 0000-0001-8112-8193

Dorin DUMBRĂVEANU, ORCID: 0000-0002-0818-1577

Ion CROITORU, ORCID: 0000-0002-6659-4046

Mihail BUDEANU, ORCID: 0000-0002-4120-4152

Igor PÎRȚU, ORCID: 0000-0003-4537-3364

Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 639.3.06:597.2/.5

e-mail: vadyrus@gmail.com

e-mail: ddumbraveanu@gmail.com

e-mail: ioncroitoru1975@gmail.com

e-mail: np.plastigraf@mail.ru

Instalația acvatică cu circuit închis (IACÎ) este o tehnologie bazată pe utilizarea de filtre mecanice și biologice, folosită în special pentru cultivarea de pește, dar și a altor organisme acvatice, cum ar fi creveți, scoici etc. Principiul de funcționare a instalației constă în mișcarea circulară a apei între elementele sale, fiecare dintre acestea menținând parametrii vitali în limitele prescrise. Procesul de producere are loc într-un sistem închis de alimentare cu apă, cu o decontaminare completă a apei regenerabile prin ozonare și cu ajutorul radiației ultraviolete.

Ca variantă martor a servit *varianta clasică* (VC) de creștere a acestora. Creșterea peștilor în acest caz se realizează în bazine acvatice dotate cu filtre mecanice, instalații de oxigenare, de iluminare precum și alte materiale ambientale similare celor din mediul natural de origine, în acord cu cerințele speciilor cultivate (pietre, adăpost de tip grotă, cu sau fără substrat). Apa se schimbă periodic și parțial (aproximativ 20-25% pe lună), odată cu schimbarea acesteia, prin sifonare se înlătură și resturile organice de pe fundul bazinului. Influența mediilor de cultivare din aceste două variante: VC și IACÎ asupra dinamicii de creștere a peștilor de acvariu s-a testat pe două specii de pești de acvariu: *Trichogaster trichopterus* (Pallas, 1770) și *Platydoras costatus* (Linnaeus, 1758).

Materialul biologic a constat în exemplare de puiet cu vârsta de două luni ale celor două specii luate în studiu. În scopul de a preveni canibalismul, precum și pentru a evita diferențele prea mari, toate acvariile au fost populate cu pești selectați de aceeași

mărime. Pentru o mai mare veridicitate, la fiecare variantă de experiment s-au făcut trei repetări pentru cele două specii de pești. Astfel, au fost pregătite 12 acvarii a câte 400 de litri fiecare. Șase acvarii au fost conectate la instalații acvatiche cu circuit închis (variantele IACÎ), pe când în celelalte șase acvarii, a fost efectuată doar schimbarea parțială a apei (aproximativ 20% din volumul total), plus filtrarea mecanică (variantele VC). Popularea bazinelor cu material biologic a fost realizată în proporție de 1pește/litru, adică de circa 400 de exemplare în fiecare acvariu. Durata experimentului a constituit 30 de zile. Pe parcursul acestuia, inițial și la intervalul de 10 zile, s-a determinat prin cântărire *greutatea medie* și, prin măsurare, *dimensiunea liniară* a peștilor. Concomitent cu captura de control s-au prelevat probe hidrochimice pentru testarea valorii celor mai critici parametri fizico-chimici (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-}) ai apei în care au habitat peștii. Inițial, acvariile din VC (variantele clasice) au fost alimentate cu aceeași apă, cu aceleași proprietăți fizico-chimice, care urma să circule prin sistemul, la care erau conectate acvariile din IACÎ. Înainte de a fi introdusă în acvarii, aceasta a fost trecută prin instalația de ozonizare. Ozonizarea apei este aplicată pentru neutralizarea diferiților agenți patogeni, cum ar fi bacterii dăunătoare, protiste ectoparazite, poluanți etc. Pe lângă anihilarea rapidă a bacteriilor, ciupercilor parazite și a virusurilor, se obțin și alte beneficii, cum ar fi reducerea cantitativă a compușilor azotului și a fosforului, precum și reducerea materiei organice dizolvate, facilitând astfel procesul de filtrare mecanică. Concomitent, se atestă și o scădere a ionilor de calciu (Ca^{2+}) și magneziu (Mg^{2+}), ceea ce micșorează duritatea apei. Bacteriile benefice, cele care reduc amoniacul și nitriții din dejecțiile peștilor și alți poluanți, nu sunt afectate de ozon.

Prezența și acumularea în cantități mari în mediul de cultură a reziduurilor organice, provenite din descompunerea furajelor neconsumate și a dejecțiilor peștilor, induce o serie de efecte negative asupra calității apei. Aceasta, la rândul ei, determină realizarea unui spor de creștere modest, iar în cazuri mai grave îmbolnăvirea și chiar moartea peștilor. De exemplu, amoniacul (NH_4^+), cel mai toxic compus chimic pe bază de azot, chiar și la concentrații scăzute, poate avea efecte adverse asupra țesuturilor peștilor, mai ales la nivelul branhiilor, în sânge și creier. Peștele produce un mucus pentru a se apăra de arsurile amoniacului. Mucusul împiedică absorbția oxigenului, diminuând rata de creștere și rezistența la boli. Acumularea amoniacului în apa de cultură, în concentrații mai mari, induce intoxicații grave datorită creșterii concentrației de amoniac din sângele peștilor. Acest fenomen se manifestă prin agitație, accelerarea ritmului respirator și cardiac, contracții spasmodice musculare, înot la suprafață, zone hemoragice și necrotice la nivel branhiial culminând cu moartea exemplarelor expuse. Efectul concentrațiilor mai mici, neletale ale amoniacului asupra peștilor se manifestă prin înregistrarea unor sporuri de creștere inferioare datorită lipsei poftei de mâncare. Întrucât sunt puține căi de evacuare a acestor reziduuri organice, acumularea lor în acvariile din variantele VC este inevitabilă. Aceasta se poate identifica, analizând corelația dintre concentrația azotului amoniacal NH_4^+ (mg/l) și timpul creșterii peștilor (de exemplu, *Platydoras costatus*). Prelucrarea statistică, prin metoda celor mai mici pătrate, atestă că între concentrația azotului amoniacal și timpul creșterii peștilor în acvariile corespunzătoare se stabilește

o corelație funcțională. În acest fel se poate, cu ușurință, demonstra că în acvariile din VC, pe măsură ce crește timpul de cultivare a peștilor, crește și concentrația azotului amoniacal (NH_4^+). Comparativ cu acvariile din VC, în toate acvariile din IACÎ, valorile cantitative ale substanțelor sus-menționate se păstrează la un nivel optim pe toată perioada de cultivare.

Corelația directă dintre concentrația azotului amoniacal – NH_4^+ (mg/l) și timpul creșterii *Platydoras costatus* în bazinele experimentale, **varianta clasică n=600**, $r_{xy} = 0,985$ $S_x=4500,000$; $S_y=178,500$; $S_{xx}=105000,000$; $S_{yy}=119,295$; $S_{xy}=3367,500$, este descrisă prin ecuația regresională:

$$C_{(\text{NH}_4^+)} = (0,319 \pm 0,004) + (0,018 \pm 0,001) \cdot \tau.$$

În cazul instalației acvatice cu circuit închis (IACÎ) această corelație nu se manifestă, datorită neutralizării metaboliților respectivi prin activitatea bacteriilor din cadrul biofiltrelor caracteristice acestui tip de acvarii. Drept dovadă servește valoarea negativă mică a coeficientului de corelație (r_{xy}), ceea ce indică asupra absenței corelației dintre concentrația azotului amoniacal NH_4^+ (mg/l) și timpul de cultivare a peștilor în acvariile din IACÎ. În acest caz, ecuația regresiei se prezintă în felul următor: corelația dintre concentrația azotului amoniacal – NH_4^+ (mg/l) și timpul creșterii *Platydoras costatus* în bazinele experimentale, **varianta IACÎ n=600**, $r_{xy} = -0,135$ $S_x=4500,000$; $S_y=107,250$; $S_{xx}=105000,000$; $S_{yy}=38,363$; $S_{xy}=1605,000$. Dreapta conform ecuației regresionale:

$$C(\text{NH}_4^+) = (0,359 \pm 0,001) - (0,001 \pm 0,001) \cdot \tau.$$

Masa medie a peștilor, la debutul experimentului, înregistra valori de 0,86 g pentru cei din IACÎ și 0,91 g pentru cei din VC. Sporul de greutate corporală crește treptat, și ca în cazul lungimii, o creștere mai esențială s-a observat la peștii din varianta IACÎ, astfel încât, la finele experimentului, aceștia cântăreau 6,16 g, comparativ cu cei din VC, care însumau doar 3,37 g.

Valoarea principalilor parametri hidrochimici ce influențează activitatea vitală a peștilor se menține la un nivel optim în IACÎ pe toată perioada de cultivare. Se apreciază că un spor mai mare de creștere atât în lungime, cât și în greutate îl ating peștii cultivați în IACÎ. Se recomandă folosirea instalațiilor acvatice cu circuit închis în domeniul acvaculturii în scopul identificării, evaluării și perfecționării unor noi procedee de sporire a ratei de creștere a peștilor, de diminuare a impactului maladiilor și de îmbunătățire a valorificării furajelor.

Articol elaborat în cadrul Proiectelor: „Identificarea, evaluarea și perfecționarea unor noi procedee de sporire a ratei de creștere a peștilor, de diminuare a impactului maladiilor și de îmbunătățire a valorificării furajelor în cadrul instalațiilor piscicole de tip închis alimentate cu apă circulantă”. Cifrul: 20.80009.7007.23 și „Evaluarea stabilității ecosistemelor urbane și rurale în scopul asigurării dezvoltării durabile”. Cifrul: 20.80009.7007.11.

DINAMICA POPULAȚIILOR SPECIEI *MUS SPICILEGUS PETENYI*, 1882 (RODENTIA, MURIDAE) ÎN AGROCENOZELE DIN REPUBLICA MOLDOVA

SPECIES POPULATION DYNAMICS *MUS SPICILEGUS PETENYI*, 1882 (RODENTIA, MURIDAE) IN THE AGROCENOSES OF THE REPUBLIC OF MOLDOVA

Veaceslav SÎTNIC, ORCID: 0000-0003-3919-9232

Alina LARION, ORCID: 0000-0002-5313-4518

Victoria NISTREANU, ORCID: 0000-00029726-9684

Natalia CARAMAN, ORCID: 0000-0002-2506-3556

Institutul de Zoologie

Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 599.322/.324:591.5(478)

e-mail: sitnicv@gmail.com

e-mail: alinalarion68@gmail.com

e-mail: vicnistreanu@gmail.com

e-mail: CNatusea@yahoo.com

Dinamica populațională este determinată de mai mulți factori, unul dintre care este starea ecosistemelor. În condițiile unui lanșaft antropizat, unde cca 75% din suprafață este inclusă în circuitul agricol, câmpurile de graminee de toamnă reprezintă biotopuri favorabile pentru popularea de către rozătoare [5]. Acest tip de culturi agricole este prielnic pentru șoarecele de mișună *Mus spicilegus*, dar și pentru microtine *Microtus arvalis*, mai ales în acele anotimpuri, când celelalte culturi sunt de acum recoltate, sau au fost semănte de curând. Ele asigură rozătoarele cu sursa de hrană, fiind și adăposturi potrivite. Gramineele reprezintă pentru *Mus spicilegus* o nișă ecologică importantă, începând cu primăvara, spre deosebire de microtine, pentru care au o mare importanță pe parcursul întregului an [1, 2].

Scopul cercetărilor a fost studierea dinamicii efectivului numeric al populațiilor șoarecelui de mișună din culturile graminee – din momentul populării și până la recoltare cu înregistrarea fazelor de creștere, de vârf și descreștere ale efectivului până la construirea mișunilor.

Cercetările au fost efectuate în stațiunile agricole „Horăști” din zona de Centru a republicii. Ele au fost întreprinse pe parcursul întregului an pe câmpurile cu culturi cerealiere (grâu, orz, porumb), furajere (lucernă, trifoi, esparcetă), pe pajiști și în plantațiile multianuale. S-a aplicat metoda de apreciere a densității relative – specimen capturate la 100 băтели-нопți (%) [6]. Au fost folosite metodele de evidență a numărului de micromamalii, de determinare a stării generative și fertilității [4]. Efectivul populațiilor speciilor studiate a fost exprimat ca număr de indivizi raportat la unitatea de suprafață, cunoscut ca densitate absolută [6]. Rozătoarele au fost partajate în „rezidenți”, indivizii care au

fost capturați nu mai rar de trei ori, „migranți”, care au fost capturați o singură dată și „recruți” – indivizii tineri incluși în populație [3].

Sectoarele din cultura de grâu de toamnă, utilizate în cercetare sunt populate, în primul rând de masculii adulți *Mus spicilegus*. Ei părăsesc mișunile aflate în imediata apropiere a terenului agricol. Astfel, la sfârșitul lunii aprilie 2011, la staționarul „Horăști”, din 29 de indivizi capturați, 7 aparțineau speciei studiate. Din indivizii de *Mus spicilegus* numai doi aparțineau tipului „rezidenți”, iar restul cinci au fost identificați drept „migranți”. La mijlocul lunii mai, pe terenul de marcă de 1 hectar de la staționarul „Horăști” s-a stabilizat o structură spațială a rozătoarelor formată din 6 masculi și 6 femele „rezidenți”. Astfel de densitate s-a menținut aproximativ pe parcursul unei luni. Ulterior, efectivul masculilor „rezidenți” s-a micșorat brusc, iar la începutul lunii iulie ei au dispărut complet. Până la mijlocul lunii iunie majoritatea femelelor „rezidente” (80%) n-au participat la reproducere. Numai în a doua jumătate a acestei luni s-a înregistrat o majorare a ponderei femelelor, care se reproduc. Totodată, este destul de mare și efectivul femelelor, care nu se reproduc (15%).

La staționarul „Horăști” în anul 2012 pe terenul de 1 hectar s-au creat condiții de populare mai puțin favorabile pentru rozătoare din cauza condițiilor meteo, și anume, a unei cantități mai mici de precipitații. Gramineele s-au dezvoltat mai slab, grâul de toamnă fiind mai rar. Drept urmare, și popularea terenului de către indivizii *M.spicilegus* s-a desfășurat mai târziu, comparativ cu anul 2011. Acest proces a avut loc în decada a treia a lunii mai, când s-a stabilizat structura spațială. În biotopul respectiv efectivul femelelor „rezidente”, care se reproduc, de asemenea este mic (20%). Efectivul total al rozătoarelor este de 3-3,5 ori mai mic, comparativ cu cel din anul precedent.

În anul 2013 s-a desprindăvârât aproximativ cu 2 săptămâni mai târziu decât media multianuală. Din această cauză, s-a reținut activitatea de primăvară și însuși procesul de migrație a șoarecelui de mișună. Aceasta a avut drept urmare o populare într-un termen mai restrâns a câmpului de graminee. La finele decădei a doua a lunii mai masculii și femelele, care au iernat, de tip „rezident” au populat întregul teren de cercetări. În a treia decadă a lunii mai a fost înregistrată cea mai mare densitate a indivizilor cu sectoarele individuale strict conturate (7 masculi și 10 femele). Această densitate este mai mare comparativ cu aceeași perioadă a anului precedent. Ponderea speciei *M.spicilegus* în comunitatea de rozătoare în luna mai era de 85%, comparativ cu 34% în anul precedent. La finele lunii iunie efectivul masculilor „rezidenți” s-a micșorat comparativ cu anul 2011, iar a femelelor reproducătoare și a celor sterile a rămas majorat. În a doua decadă a lunii iulie pe teren au rămas masculi solitari și comparative mai multe femele.

În primăvara anului 2014 s-a înregistrat o activitate a speciei *M.spicilegus* la finele lunii aprilie și începutul lunii mai, ceea ce coincide aproximativ cu procesul înregistrat în anul 2012. În această perioadă la staționarul de cercetări specia *Apodemus sylvaticus* este substituită de specia *Apodemus a grarius*. Structura spațială a speciei *M.spicilegus* s-a stabilizat la începutul celei de-a doua decăde a lunii mai. În această perioadă s-a stabilit cel mai mare efectiv (59 de indivizi) ai șoarecelui de mișună, ceea ce a constituit cca 90% din efectivul total al rozătoarelor. Ulterior, efectivul speciilor *M.arvalis*

și *A.sylvaticus* s-a majorat. Drept urmare, s-a redus neesențial ponderea speciei *M.spicilegus* din comunitate. Cu toate acestea, densitatea masculilor și femelelor „rezidente” s-a menținut. E necesar de menționat că în anul 2011, când din contul populației terenului de către *M.arvalis* s-a înregistrat cea mai mare densitate a rozătoarelor, densitatea speciei *M.spicilegus* a fost cea mai mică din toți cei patru ani de studiu la staționarul „Horăști”. Acest fenomen poate fi explicat prin faptul că începutul reproducerii în grâul de toamnă a șoarecelui de mișună și migrația timpurie au provocat pierderea femelelor care s-au reprodus anterior și a progeniturilor lor. Totodată, efectivul relativ înalt al microtinelor de pe sectorul de cercetări a reținut populația și creșterea efectivului speciei *M.spicilegus*.

În concluzii, menționăm că în anul 2011, ca urmare a populației terenului de către *M.arvalis*, s-a înregistrat cea mai mare densitate a rozătoarelor, densitatea speciei *M.spicilegus* fiind cea mai mică din toți cei patru ani de studiu. Acest fenomen poate fi explicat prin demararea procesului de reproducere în grâul de toamnă a șoarecelui de mișună și migrația timpurie, ce au provocat pierderea femelelor care s-au reprodus anterior.

Referințe:

1. МУНТЯНУ, А.И., САВИН, А.И. *Некоторые эколого-морфологические особенности мышей рода Mus в Молдавии*: Тез. Всесоз. совещ. «Эволюция и генетическое исследование млекопитающих». Владивосток. 1990, ч.2, с. 217.
2. LARION, A., NISTREANU, V., SAVIN, A., SÎTNIC, V. Particularitățile ecologice ale speciei *Mus spicilegus* Petenyi (Muridae, Rodentia) în ecosistemele agrare din zona centrală a Republicii Moldova. În: *Materialele Simpozionului științific Internațional „Protecția plantelor – probleme și perspective”*. Chișinău, 2012, pp.148-152.
3. LIDICKER, W.Z. Ecological observations on a feral house mouse population declining to extinction. In: *Ecol. Monogr.* 1966, vol. 36, no. 1, pp. 27-50.
4. НАУМОВ, Н.П. Мечение млекопитающих и изучение их внутривидовых связей. В: *Зоол. журн.* 1956, № 35(1), сс.3-15.
5. АРТЕМЬЕВ, Ю.Т., ОКУЛОВА, С.М. Методика полевого изучения эмбриональной смертности до имплантации у грызунов. В: *Микроэволюция*. Казань. 1981, т. 1, сс. 64-74.
6. PIELOU, E.C. *An Introduction to Mathematical Ecology*. New York: Wiley-Interscience, 1969. 294 p.

Articolul a fost elaborat în cadrul Proiectului Program de Stat: 20.80009.7007.02.

**ACTIVITY OF CARBOHYDRASES AND PROTEASES OF
THE MUCOUS MEMBRANE OF THE SMALL INTESTINE
OF ALBINO RATS WITH DIFFERENT LEVELS OF
CONSTITUTIONAL STRESS REACTIVITY**

**ACTIVITATEA CARBOHIDRAZELOR ȘI PROTEAZELOR MUCOASEI
INTESTINULUI SUBȚIRE LA SOBOLANII ALBI CU NIVEL DIFERIT
DE REACTIVITATE CONSTITUȚIONALĂ LA STRES**

Vladimir ȘEPTIȚCHI, ORCID: 0000-0002-6306-7021

Olesea GROSUL-RAILEANU, ORCID: 0000-0002-4305-3503

Ana LEORDA, ORCID: 0000-0002-2923-8843

*Institute of Physiology and Sanocreatology,
Moldova State University*

CZU: 612.333

e-mail: septitchi@mail.ru

e-mail: railianu.radu@yandex.com

e-mail: leorda-ana64@mail.ru

Introduction. For the development of a sanogenic nutrition system, which provides for the individualization of the diet and for solving the problems of an individual approach to the prevention and correction of disorders of digestive functions, it is important to identify the constitutional features of the functioning of the digestive system. A number of studies have shown the relationship between a person's belonging to one or another basic type of phenotypic constitution (ectomorph, mesomorph or endomorph) and the expression of genes encoding metabolic enzymes, biochemical indicators of metabolism, eating behavior, the size of the digestive organs, structural indicators of the intestine, the level of synthesis some intestinal hormones, predisposition to certain diseases of the digestive organs [1-5]. Along with this, the constitutional features of the activity of digestive enzymes have been studied extremely insufficiently, and, at present, there are practically no ideas about the features of digestion depending on the type of constitution. In a few studies, differences in changes in the enzyme excretory function of the stomach and pancreas in individuals of different somatotypes in response to stimulation of the digestive glands were revealed [6, 8], some structural and functional features of the intestine in model animals with different levels of stress reactivity were shown, corresponding to a certain type of constitution [7, 9-11]. It is known that each type of constitution has its own type of stress reactivity. This is the basis of the methodology for dividing experimental animals into types of constitution corresponding to a certain level of stress reactivity, which was used in this work.

The aim of the work was to study the activity of membrane-bound enzymes (carbohydrases - maltase, sucrase and glucoamylase and alanine aminopeptidase protease) in

different parts of the small intestine of albino rats with different levels of constitutional stress reactivity.

Material, and methods. The studies were performed on male Wistar rats kept in a vivarium on a standard diet with free access to food and water. Rats were divided into three groups, depending on the level of constitutional stress reactivity: 1 - high stress reactivity; 2 – average level of stress reactivity; 3 – low stress reactivity. Constitutional stress reactivity was assessed, using a set of behavioral tests and analysis of histopathological differences in the tissues of the stomach, thymus, and adrenal glands in some animals of each group after immobilization stress. Enzyme activity was determined in homogenates of the mucous membrane of the small intestine (duodenum, proximal and distal parts of the jejunum, ileum), using known biochemical methods.

Results and discussion. The highest maltase activity in the parts of the small intestine, with the exception of the ileum, was observed in rats with an average level of stress reactivity compared to animals with high and low stress reactivity, while in rats with high and low stress reactivity, the values of maltase activity were similar. In the ileum, the highest maltase activity was recorded in rats with high stress reactivity. The highest sucrase activity in the duodenum and proximal jejunum is observed in rats with moderate stress reactivity compared to animals with low and, especially, high stress reactivity (differences between groups reach 62%, $P < 0.05$), and in the distal area in the jejunum and ileum there was a tendency to increase sucrase activity in highly reactive animals compared to animals with an average and, especially, low level of reactivity.

The highest activity of glucoamylase is observed in rats with high stress reactivity in all parts of the small intestine, with the exception of the proximal part of the jejunum, where glucoamylase activity is highest in animals with an average level of stress reactivity, and its minimum values are observed in animals with a low level of stress reactivity. The highest values of alanine aminopeptidase activity in all parts of the small intestine were recorded in rats with low stress reactivity compared to animals with high and moderate stress reactivity (differences between groups reach 38%, $P < 0.05$), and the lowest values were in highly reactive animals except for the ileum. It should be noted that we previously recorded an increased overall proteolytic activity of the small intestine in rats with low stress reactivity [11].

Thus, the results obtained demonstrate the existence of a relationship between the genetically determined stress reactivity of the body and the digestive function of the small intestine and the prospects for further research in this scientific direction. The data obtained confirm the ideas about the essential features of the digestive processes in representatives of different constitutional types, which must be considered when developing sanogenic and preventive nutrition, demonstrate the need for typology and individualization of nutrition, individualization of approaches in the prevention and correction of disorders of the digestive organs.

References:

1. BAEK, T.H., CHOI, J.R., PARK, S.S. A correlation research of digestion according to Sasang constitution. In: *Journal of Sasang Constitutional Medicine*. 2004, nr. 16, p. 112-119.
2. HOTOLEANU, C., POPP, R., TRIFA, A.P. et al. Genetic determination of irritable bowel syndrome. In: *World J. Gastroenterol.* 2008. vol. 14. nr. 4. p. 6636-6640.
3. LEE, J., HAN, S.Y., HWANG, M. et al. Biopsychological and pathophysiological features of Cold-Heat subgroup of Sasang typology with Sasang Digestive Function Inventory, Sasang Personality Questionnaire and Body Mass Index. In: *Integr Med Res.* 2018, vol. 7, nr. 1, p. 68-76.
4. LEE, J., LEE, J., SHIN, K., KIM, K.-S. Suggestion of new possibilities in approaching individual variability in appetite through constitutional typology: a pilot study. In: *bmc complement altern. med.* 2012, nr. 12, p. 122.
5. PARK, S., REW, J., LEE, S. et al. Association of CCK(1) Receptor Gene Polymorphisms and Irritable Bowel Syndrome in Korean. In: *J. Neurogastroenterol. Motil.* 2010, vol.16, p. 71-76.
6. ГРИГОРОВИЧ, М.А. *Секреторная функция и морфологические особенности слизистой оболочки желудка у людей разных типов телосложения* / Автореф. дисс. канд. биол. наук. Курган, 2003.
7. ГРУЗДКОВ, А.А., ДМИТРИЕВА, Ю.В., АЛЕКСЕЕВА, А.С. и др. Оценка уровня всасывания глюкозы в тонкой кишке крыс различных линий в естественных условиях. В: *Журнал эволюционной биохимии и физиологии.* 2018, т. 54, № 4, с. 271-277.
8. КОСОЛАПОВ, О.Н. *Влияние различного уровня двигательной активности и соматотипа на секреторную функцию желудка и поджелудочной железы* / Автореф. дисс. канд. биол. наук. Курган, 1999.
9. НИКОЛАЕВ, В.Г. Использование антропологического подхода в клинической медицине. В: *Актуальные проблемы морфологии.* Красноярск, 2008. с. 93-95.
10. САВОЧКИНА, Е.В., ДМИТРИЕВА, Ю.В., ПАВЛОВА, М.Б. и др. Структурные и функциональные параметры кишечника у крыс с различной возбудимостью нервной системы. В: *Интегративная физиология.* 2022, т. 3, № 1, с. 110-117.
11. СТРУТИНСКИЙ, Ф.А., ШЕПТИЦКИЙ, В.А., ЗОЛОТАРЕВА, Г.В. и др. Влияние рационов для астеника на активность протеолитических ферментов тонкого кишечника. В: *Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии.* 2017, т. 27, № 5, Приложение № 50, с. 34.

PARTICULARITĂȚILE INDICILOR SISTEMULUI SANGVIN PERIFERIC AL LONGEVIVILOR DIN RAIONUL ȘTEFAN VODĂ

THE PARTICULARITIES OF THE PERIPHERAL BLOOD SYSTEM INDICES OF THE LONGEVIVES FROM THE ȘTEFAN VODA DISTRICT

Vladimir ȘEPTIȚCHI, ORCID: 0000-0002-6306-7021

Ana LEORDA, ORCID: 0000-0002-2923-8843

Liliana BURLACU, ORCID: 0000-0003-1561-9394

Universitatea de Stat din Moldova, Centrul de sănătate Talmaza, r-nul Ștefan Vodă

CZU: 611.1-053.9(478)

e-mai: septitchi@mail.ru

e-mai: leorda-ana64@mail.ru

e-mai: liliana.irimita.1990@mail.ru

Introducere. Studiul particularităților funcționale și al proprietăților adaptive ale sistemelor organismului persoanelor, care au atins longevitatea și, într-o măsură sau alta, și-au păstrat sănătatea, are o importanță deosebită pentru rezolvarea problemei prevenirii diminuării precoce a funcțiilor organismului și majorării speranței de viață. Interesul pentru studiul persoanelor longevive crește constant pe plan mondial. În complexul investigațiilor, privind mecanismele longevității, un loc aparte îi aparține studiului modificărilor sistemului sangvin odată cu îmbătrânirea fiziologică a organismului. Indicii sistemului sangvin periferic ai persoanelor longevive din diferite țări rămân puțin studiați până în prezent.

Materiale si metode. Studiul a implicat 72 de persoane longevive (21 de bărbați și 51 de femei) cu vârste cuprinse între 90 și 102 ani, care locuiesc în localitățile raionului Ștefan Vodă. Lotul martor 1 a inclus 100 de reprezentanți sănătoși cu vârstă matură (25-50 de ani), iar lotul martor 2 – 80 de persoane vârstnice și senile (65-80 de ani), cu raportul de sex corespunzător. Participarea la studiu a fost voluntară, subiecții au fost informați despre toate aspectele studiului. Analizele de laborator a sângelui au fost efectuate cu utilizarea metodelor general acceptate.

Rezultate și discuții. S-a constatat că indicii sistemului sangvin periferic ai majorității longevivilor din raionul Ștefan Vodă se încadrează în norma fiziologică. La bărbații longevivi, conținutul de hemoglobină din sânge constituie $116,73 \pm 7,28$ g/l, indice semnificativ mai mic, comparativ cu loturile de control. La femeile longevive, conținutul de hemoglobină ($117,95 \pm 8,23$ g/l) nu diferă la persoanele din lotul 1, dar este mai mare decât la femeile vârstnice și senile. Numărul de eritrocite în sânge la bărbații longevivi este de $3,24 \pm 0,28 \times 10^{12}/l$, veridic mai mic decât în loturile martor, iar la femei – $3,62 \pm 0,42 \times 10^{12}/l$, indice care nu diferă de martorul 1, dar este mai mare, comparativ cu martorul 2, iar conținutul mediu de hemoglobină din eritrocite (MCH) are tendință de scădere. Creșterea numărului de eritrocite la longevive, posibil, constituie un mecanism compensator care nu permite dezvoltarea anemiei.

Valoarea vitezei de sedimentare a hematiilor (VSH) la bărbații longevivi ($21,36 \pm 8,68$ mm/h) este mai mare decât la loturile martor, iar la femeile longevive ($14,79 \pm 4,72$ mm/h) mai mare comparativ cu lotul martor 1.

Conținutul de leucocite în sângele longevivilor se încadrează în norma fiziologică, în același timp, numărul mediu de leucocite este veridic mai mare la reprezentanții lotului 1, comparativ cu persoanele longevive și cu lotul martor 2, ceea ce poate indica o reactivitate mai mare a sistemului lor imunitar. În sângele longevivilor se atestă o creștere a numărului de neutrofile și o scădere a numărului de eozinofile, comparativ cu leucograma persoanelor de vârstă medie. Conținutul mediu de limfocite la longevivi nu diferă de conținutul acestora la reprezentanții loturilor martor.

Datele indicate sugerează că limfopenia este asociată cu supraviețuirea redusă independent de factorii de risc tradiționali și aditivi, în special atunci când este însoțită de eritropoieză modificată și / sau inflamație intensificată. Riscul imunitar poate fi analizat ca o entitate multidimensională derivată din testele de rutină, care facilitează medicamentele de precizie și intervențiile pentru sănătatea populației [1].

Privind grupele de sânge la longevivi, persoanele cu grupa sangvină 0 constituie 32%, iar în lotul martor – 22%; A, respectiv – 48 și 41%; B – 18 și 29%; AB – 2 și 8%. *Nu au fost depistate diferențe între longevivi și grupul martor privind factorul Rh al sângelui (în lotul martor – Rh+ 82%, longevivi – Rh+ 84%).*

Conținutul glucozei din sângele longevivilor este în limitele normei, conținutul α -amilazei este de 1,5 ori mai mare, comparativ cu reprezentanții lotului martor 1, ceea ce poate mărturisii despre prevalența bolilor cronice ale pancreasului la longevivi.

Caracteristicile dezvăluite ale indicilor sângelui longevivilor moldoveni sunt inerente celor din Polonia, Italia, Olanda, SUA, Marea Britanie și Federația Rusă unde au fost efectuate studii similare [2-7], cu toate acestea, există și diferențe regionale. Astfel, conținutul de hemoglobină al femeilor longevive din SUA și Italia este sub valorile normei, în cazul longevivilor din Italia, nivelul de glucoză este scăzut, iar a celor din Olanda este crescut. Una dintre problemele controversate este distribuția longevivilor în funcție de grupele sangvine.

Astfel, indicii sistemului sangvin periferic al longevivilor din raionul Ștefan Vodă se încadrează în norma fiziologică. În același timp, o serie de parametri, în funcție de sex, într-o măsură sau alta, diferă veridic de indicii corespunzători ai persoanelor de vârstă matură, vârstnică și senilă, ceea ce, probabil, este determinat atât de modificările legate de vârstă, cât și de mecanismele compensatorii. În rândul longevivilor, grupa 0 de sânge este semnificativ mai răspândită, iar grupele sangvine B și AB se întâlnesc mai rar, respectiv – de 1,5 și 4 ori, ceea ce atestă rolul important al apartenenței la o anumită grupă sangvină ca unul dintre factorii de longevitate.

Referințe:

1. DAVID, A. Zidar, SADEER, G. Al-Kindi, YONGMEI, Liu et al. Association of Lymphopenia With Risk of Mortality Among Adults in the US General Population. In: *JAMA Netw Open*. 2019;2(12):e1916526.

2. BUCCI, L. et al. Immune parameters identify Italian centenarians with a longer five-year survival independent of their health and functional status. In: *Exp. Gerontol.* 2014, vol. 54, pp. 14-20.
3. LAGAAY, A.M. The prevalence of morbidity in the oldest old, aged 85 and over: a population-based survey in Leiden. In: *Arch. Gerontol. Geriatr.* 1992., vol.15, pp.115-131.
4. MOSSAKOWSKA, M. et al. Cognitive performance and functional status are the major factors predicting survival of centenarians in Poland. In: *J. Gerontol.* 2014, vol. 69, pp.1269-1275.
5. POON, L.W. Lessons learned from the Georgia Centenarian Studies. In: *Annu. Rev. Gerontol. Geriatr.* 2007, vol. 27, pp. 231-264.
6. COLLERTON, J., DAVIES, K., JAGGER, C. et al. Health and disease in 85 year olds: baseline findings from the Newcastle 85+ cohort study. In: *BMJ.* 2009, no. 339, pp. 4904.
7. АЛИДЖАНОВА, Х.Г., КАУРОВ, Б.А., АРТЕМЬЕВА, О.В. Долгожительство: социальные, клинические и некоторые метаболические аспекты. В: *Успехи геронтол.* 2010, т. 23, № 4, сс. 611-620.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО
ИМПЕДАНСНОГО АНАЛИЗАТОРА В ОЦЕНКЕ
НУТРИТИВНОГО СОСТОЯНИЯ БОЛЬНЫХ С
ХРОНИЧЕСКИМИ ДИФФУЗНЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ
ПЕЧЕНИ**

**USE OF A BIOELECTRIC IMPEDANCE ANALYZER IN ASSESSING
THE NUTRITIONAL STATE OF PATIENTS WITH CHRONIC
DIFFUSED LIVER DISEASES**

Юлианна ЛУПАШКО, ORCID: 0000-0002-1282-5080

Елена БЕРЕЗОВСКАЯ, ORCID: 0000-0003-0360-745X

Татьяна ГЕЛЬМИЧ, ORCID: 0000-0001-6566-2943

Инна ВЕНГЕР, ORCID: 0000-0001-9702-1059

Людмила ГОЛОВАТЮК, ORCID: 0000-0002-5570-625X

Даниелла ЛУПАШКО, ORCID: 0000-0003-1876-6322

Калина БУГОР, ORCID: 0000-0003-3035-710X

Татьяна БУРДА, ORCID: 0000-0002-1274-4002

*Государственный университет медицины и фармации им. Николае Тестемицану
Республиканская клиническая больница им. Тимофей Мошняга*

CZU: 616.008.9-074:616.36-002

e-mail: labgastroenterologie@usmf.md

Введение. Хронические диффузные заболевания печени (ХДЗП) представляют собой серьезную проблему внутренней медицины, так как циррозы печени (ЦП) являются причиной смертности (2-4%) во всем мире [1]. Весьма серьезной является тенденция изменения этиологических причин смертности, обусловленной неалкогольной жировой болезнью печени (НАЖБП). [2]. Согласно последним данным ВОЗ, Молдова занимает 10-е место в мире, и третье место по стране [3] по коэффициенту смертности от ХДЗП. В этой связи необходимы новые методы диагностики для своевременного выявления различных нарушений метаболизма и нутритивного статуса [4] наряду с рутинными практиками. В этой связи интересным является возможность использования биоэмпедансного анализа состава тела.

Цель исследования. Использование биоэлектрического биоэмпедансного анализатора БЭА (Tanita BC-601) для определения нутритивного состояния больных с ХДЗП.

Материалы и методы. Нами было обследовано 253 пациентов из которых 1 гр. составили лица хроническим гепатитом (ХГ) 34-13,44%, 2 гр. - с НАЖБП 32-12,65%, и 3 гр. – с ЦП 187-73,91%. Средний возраст составил – 54,62±2,06,

49,61±2,41 и 55,45±0,73 лет, соответственно. У всех больных был проведен БЭА состава тела (масса тела, процент жира (ПЖ), процент мышечной массы (ПММ), процент костной массы (ПКМ) и процент воды (ПВ) в организме обследуемого). Для всех больных был рассчитан ИМТ [1]. Для статистического анализа использовали проценты и средние значения и ошибку среднего, значимость различий (р) оценивали с помощью непараметрического U-критерия Манна-Уитни.

Результаты. Средний вес пациентов исследуемых групп был примерно одинаков и составил 81,83±2,78кг у лиц с ХГ, 87,84±2,55кг – с НАЖБП и 79,54±1,21кг – с ЦП. Интересным явилось, что ИМТ во всех случаях соответствовал категории лиц с избыточным весом, он составил у больных с ЦП 27,91±0,40, тогда как у больных ХГ и НАЖБП имелась тенденция к повышению 29,06±0,91 и 29,77±0,89, соответственно. В тоже время % содержания жира в 3 группе (28,94±0,74) был достоверно ниже, чем у лиц с ХГ $p \leq 0,01$ (33,71±1,78) и НАЖБП $p \leq 0,01$ (34,38±2,18). Тогда как показатель содержания висцерального жира практически не отличался в исследуемых группах (ЦП -10,64±0,38, 2гр. -10,45±0,64, 3гр. -10,75±0,81). Что касается % содержания воды в организме, то самый высокий его показатель наблюдался у пациентов с ЦП 51,21±0,56 в сравнении с данными 1 (47,66±1,47) и 2 (47,31±1,44) группы $p \leq 0,005$, $p \leq 0,01$. Вместе с тем данные % содержания мышечной массы практически не отличались во всех исследуемых группах ХГ-50,78±2,09, НАЖБ- 52,46±1,79, ЦП 52,77±0,85, также, как и ПКМ.

Дискуссия. В нашем исследовании, согласно полученным данным ИМТ во всех группах пациентов представили категорию лиц с избыточным весом, что соответствует имеющимся статистическим данным ВОЗ о глобализации ожирения в мире [5]. Процентное содержания жира у пациентов 2 и 3 группы был значительно выше группы лиц с циррозом печени (ХГ - 33,71±1,78 $p \leq 0,01$) и НАЖБП - 34,38±2,18 $p \leq 0,01$). В то время как ИМТ является приблизительной оценкой жира в организме, ПЖ в организме является более точным показателем, что полностью соответствует данным полученным в ходе нашего исследования в котором лиц с ЦП он был достоверно ниже, чем у лиц с ХГ $p \leq 0,007$ и НАЖБ $p \leq 0,01$. Используя % содержание жира в организме, мы можем обнаружить, что пациент имеющий избыточный вес, согласно ИМТ, может иметь невысокое содержание жира в организме. Тогда как человек с нормальным весом по шкале ИМТ может иметь его повышенное содержание и подвергаться риску заболеваний, находясь в категории лиц с мальнутрицией [6]. Процентное содержание воды не отличалось от нормы во всех группах исследуемых лиц (усредненная норма ПВ 50-70%), в то же время ПВ у пациентов с ХГ (47,66±1,47) и НАЖБП (47,31±1,44) были значительно ниже пациентов 3 группы. Данный факт можно объяснить тем, что у людей с высоким ПЖ в организме содержание воды уменьшается, так как жировые ткани содержат очень мало воды. Полученные данные ПМ, которые в нашем исследовании несколько превышают показатели нормальных величин (норма в среднем от 29 до 38% для соответствующей возрастной ка-

тегории), говорят в пользу отсутствия саркопении во всех группах исследуемых лиц.

Выводы. ИМТ во всех группах соответствовал категории лиц с избыточным весом. Процентное содержания жира у пациентов с ЦП был достоверно ниже, чем у лиц с ХГ $p \leq 0,007$ и НАЖБ $p \leq 0,01$, что говорит в пользу использования данного метода исследования. Процентное содержание воды не отличалось от нормы во всех группах исследуемых, однако было выявлено снижение у пациентов с ХГ ($p \leq 0,005$) и НАЖБП ($p \leq 0,01$) по сравнению с ЦП. Процентное содержания мышечной массы превышали данные нормальных величин, что говорит в пользу отсутствия саркопении во всех группах исследуемых лиц. В нашем исследовании не было выявлено нарушений показателей процентного содержания костной ткани во всех группах.

Литература:

1. GBD 2017 Cirrhosis Collaborators. The global, regional, and national burden of cirrhosis by cause in 195 countries and territories, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet Gastroenterol Hepatol.* 2020, 5(3), pp. 245-266. doi: 10.1016/S2468-1253(19)30349-8.
2. SEPANLOU, SG., SAFIRI, S., BISIGNANO, C. et al. The global, regional, and national burden of cirrhosis by cause in 195 countries and territories, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet Gastroenterol Hepatol.* 2020, 5, pp. 245-266.
3. Worldhealthrankings. Live Longer Live Better. [Accessed 15.08.2022] <https://www.worldlifeexpectancy.com/moldova-liver-disease#:~:text=Moldova%3A%20Liver%20Disease&text=According%20to%20the%20latest%20WHO,Moldova%20%2310%20in%20the%20world>.
4. ISMAIL, F.W., KHAN, R.A., KAMANI, L., WADALAWALA, A.A., SHAH H.A., et al. Nutritional status in patients with hepatitis C. *J Coll Physicians Surg Pak.* 22 (2012), pp. 139-142. <http://dx.doi.org/02.2012/JCPSP.139142>
5. CURCIC, IB., BERKOVIC, MC., KUNA, L, ROGULJIC, H., SMOLIC, R., et al. Obesity Paradox in Chronic Liver Diseases: Product of Bias or a Real Thing? *J Clin Transl Hepatol.* 2019.28,7(3) pp. 275-279. doi: 10.14218/JCTH.2019.00029.
6. HO-PHAM, LT., CAMPBELL, LV., NGUYEN, TV. *More on body fat cutoff points.* *Mayo Clin Proc.* 2011. Jun, 86(6), p. 584; author reply 584-5. doi: 10.4065/mcp.2011.0097.

Работа была выполнена в рамках проекта: 20.80009.8007.37 „Bolile cronice hepatice și pancreatice: aspecte nutriționale și chirurgicale”.

ACLIMATIZAREA SPECIEI *ACONTIA CANDEFACATA* (HUBNER, 1831) (LEPIDOPTERA: *NOCTUIDAE*) ÎN REPUBLICA MOLDOVA

ACLIMATIZATION OF THE SPECIES *ACONTIA CANDEFACATA* (HUBNER, 1831) (LEPIDOPTERA: *NOCTUIDAE*) IN THE REPUBLIC OF MOLDOVA

Cristina ȚUGULEA, ORCID: 0000-0002-5882-4753

Institutul de Zoologie

Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 595.786(478)

e-mail: tuguleacristy@yahoo.com

Introducere. Familia *Noctuidae* este una dintre cele mai mari familii de fluturi, înregistrând peste 25 de mii de specii în lume și aproximativ 1300 în Europa. În Republica Moldova au fost înregistrate 425 de specii de noctuide, dintre care circa 50 de specii, ceea ce constituie 12% din totalitatea speciilor semnalate pe teritoriul Republicii Moldova, sunt dăunători sau potențial dăunători ai diferitelor plante cultivate și spontane, în timp ce 88% de noctuide nu au nici o valoare economică ca dăunători [1]. Deși sunt cunoscute mai mult ca dăunători economic importanți, unele specii de noctuide sunt utilizate în combaterea biologică sau integrată ce constituie unul din principalii factori în soluționarea unor probleme ecologice prioritare.

Noctuida *Acontia candefacta* (Hubner, 1831) a fost introdusă din America de Nord în Rusia în lupta biologică cu planta periculoasă *Ambrosia artemisiifolia*, considerată una dintre cele mai invazive plante existente pe teritoriul țării noastre. Ambrosia este periculoasă nu doar prin polenul alergen, dar și prin impactul ecologic, social și economic, inclusiv prin potențialul de acaparare a habitatelor altor specii. Numită și iarba pârlăgelor, ambrosia este originară din America de Nord, fiind observată pentru prima dată în Europa în 1863, în Germania. Sunt cunoscute cca 50 de specii ale ambrosiei, cea mai răspândită la nivel global fiind *Ambrosia artemisiifolia*, care a invadat Europa, Asia și Australia. În Republica Moldova s-a aclimatizat relativ recent (40-50 de ani) și s-a răspândit rapid în toate raioanele țării. Abandonarea terenurilor arabile, a viilor și livezilor, fenomen care s-a acutizat în ultimii 30 de ani, au creat condiții prielnice pentru răspândirea acestei plante. Extinderea ambrosiei este stimulată și de consecințele schimbării climatice – secetele prelungite și temperaturile ridicate. Anume în aceste condiții cantitatea de polen generată de ambrosie se dublează. Această plantă, care poate atinge o înălțime de 1-2 m, ocupă din ce în ce mai multe teritorii, afectând astfel nu doar sănătatea umană, ci și agricultura, și biodiversitatea [2].

Scopul acestei lucrări este studiul aclimatizării speciei *Acontia candefacta* în condițiile Republicii Moldova. Aceste date aduc o contribuție semnificativă la cunoașterea arealului de răspândire și a procesului de aclimatizare a speciei în Europa.

Materiale și metode. Materialele ce stau la baza prezentei lucrări au fost obținute ca rezultat al cercetărilor efectuate asupra diversității faunistice și aspectelor ecologice ale lepidopterelor din familia Noctuidae din Republica Moldova în perioada de vegetație a anilor 2012-2022.

Noctuidele au fost colectate utilizând următoarele metode: colectarea manuală, cu ajutorul unei pânze albe iluminate și prin instalarea capcanelor cu lumină albă și ultravioletă. Identificarea apartenenței taxonomice s-a realizat pe baza celor mai recente chei de determinare [1].

Rezultate și discuții. *Acontia candefacta* este răspândită în America de Nord, unde a fost înregistrată din nordul Statelor Unite până în sudul Mexicului. Specia a fost introdusă în Rusia (regiunea Krasnodar) din Canada, în anii 1967-1968 pentru aclimatizare, ca agent de control biologic a speciei invazive de plante – *Ambrosia artemisiifolia*. În perioada anilor 1995-1969, specia a fost deja observată în mod regulat în timpul cercetărilor faunistice. Condițiile de mediu s-au dovedit a fi prielnice pentru buha ambroziei, astfel că între anii 1994-1995 a fost semnalată în apropiere de Crimeea, iar câțiva specimeni au fost colectați între anii 1999-2002 în regiunile Luhansk și Donetsk din Ucraina, deși nu s-au întreprins oarecare acțiuni speciale pentru introducerea noctuidei în aceste regiuni. În ultimii ani, specia *Acontia candefacta* își extinde arealul în Europa, spre vest, fiind recent raportată și pentru următoarele țări europene: România, Bulgaria, Serbia și Ungaria. Istoric, *Acontia candefacta* este prima specie de insecte care a fost introdusă în mod intenționat în Europa pentru controlul biologic al ambroziei, deși au fost analizate și alte variante, cum ar fi introducerea unor insecte din ordinul Coleoptera, care la fel se dezvoltă pe ambrozie.

În America de Nord, specia *Acontia candefacta* se dezvoltă pe *Ambrosia artemisiifolia*, *A. psilostachya*, *Arctium lappa* și *Symphotrichum dumosum*. În Europa singura plantă-gazdă înregistrată până acum este *Ambrosia artemisiifolia*. Deoarece ar putea ataca alte specii de plante răspândite în Europa, este important de a fi monitorizată extinderea speciei și relațiile trofice cu plantele-gazdă. Deși se răspândește rapid în Europa, deocamdată dinamica efectivului numeric este mult mai mică decât cea necesară pentru suprimarea eficientă a speciei invazive *Ambrosia artemisiifolia*.

În fauna Republicii Moldova, noctuida *Acontia candefacta* a fost semnalată pentru prima dată în anul 2015, în zona de nord a Republicii Moldova, în c. Brânzeni (r-nul Edineț). În următorii ani a fost înregistrat doar câte un exemplar pe data de 22.07.2016 și de 18.08.2017. De asemenea, noctuida a fost semnalată și în zona de centru a Republicii Moldova în Rezervația naturală silvică „Cobîleni” (r-nul Orhei) în perioada 07-23.08.2016, când au fost colectați la capcana cu lumină patru exemplare. În anul 2019 au fost semnalate trei exemplare în c. Brânzeni în prima decadă a lunii august, și alte cinci exemplare în rezervația „Cobîleni”. Pe data de 28.07.2020 au mai fost semnalate două exemplare de *Acontia candefacta* în zona de nord a Republicii Moldova. Aceste date demonstrează că are loc o aclimatizare lentă a speciei la condițiile climatice ale Republicii Moldova.

Acontia candefacta este un fluture de talie mică, cu anvergura aripilor de 18-22 mm. Specia dezvoltă 2-4 generații pe an în Europa, și poate fi observată atât noaptea cât și ziua în stare de repaus, din mai până în septembrie. O femelă care are o durată de viață de 15-30 de zile, depune între 300-500 de ouă pe plante de ambrozie. Larvele sunt verzi cu o dungă laterală albă. Iernează în stadiul de pupă, ascunsă în sol. Preferă habitatele mezotermofile, formate din zone uscate, pline de buruieni.

Aclimatizarea reușită a speciei *Acontia candefacta* în agroecosisteme poate face mari economii. Combaterea biologică este mult mai economică ca cea chimică, deoarece eficacitatea este mai mare și costul mult mai mic. Cu regret, la etapa actuală, utilizarea ei este foarte mică din motivul necunoașterii pe deplin a particularităților bioecologice ale unor specii, această metodă necesitând multe studii și cercetări suplimentare din partea specialiștilor.

Studierea detaliată a speciilor de noctuide din punct de vedere faunistic și legăturile lor trofice cu plantele-gazdă, dar și distribuția lor în diferite ecosisteme naturale și antropizate, permite de a fundamenta științific rolul și importanța unor specii, precum *Acontia candefacta* ca resurse biologice vii în combaterea biologică a unor plante invazive.

Concluzii. Depistarea speciei *Acontia candefacta* în condiții naturale pe teritoriul Republicii Moldova și în alte țări (recent în Ungaria, Serbia, Ucraina și România) demonstrează că această specie nord-americană s-a aclimatizat spontan în partea de sud-est a Europei.

Integrarea speciei *Acontia candefacta* în agrocenoze ar permite reducerea pe cale naturală a ambroziei, astfel evitându-se poluarea mediului înconjurător cu insecticide și așa se vor putea obține produse agricole ecologic pure. Pentru aceasta, se recomandă de continuat cercetările speciale asupra procesului de aclimatizare, distribuție la nivel local și relațiilor trofice ale speciei.

Referințe:

1. ȚUGULEA, C. *Starea actual și importanța fluturilor din familia Noctuidae (Lepidoptera) în ecosistemele natural și antropizate din Republica Moldova*: teza de doctor. Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir”: Republica Moldova, 2020. 34 p.
2. TOCARCIUC, N. *Cod roșu în Republica Moldova. Cea mai alergică buruienă a împânzit țara*, 2020. [citat iunie 2020]. Disponibil pe: <https://nordnews.md/cod-roșu-in-r-moldova-cea-mai-alergica-buruiana-a-impanzit-tara/>

Cercetările au fost efectuate în cadrul Proiectului Programul de Stat: 20.80009.7007.02.

POLIZAHARIDELE CIANOBACTERIENE – AGENȚI POTENȚIALI CU ACȚIUNE ANTIBACTERIANĂ

CYANOBACTERIAL POLYSACCHARIDES – POTENTIAL AGENTS WITH ANTIBACTERIAL ACTION

Alina TROFIM, ORCID: 0000-0003-4557-9602

Liliana ZOSIM, ORCID: 0000-0003-0510-8064

Valentina BULIMAGA, ORCID: 0000-0002-5042-2952

Greta BALAN, ORCID: 0000-0003-3704-3584

Valeriu RUDIC, ORCID: 0000-0001-8090-3004

Daniela ELENCIUC, ORCID: 0000-0002-5090-5057

Universitatea de Stat din Moldova,

Universitatea de Stat de Medicină și Farmacie „Nicolae Testemițanu”

CZU: 615.281:582.232

e-mail: alinatrofim@yahoo.com

Introducere. În ultimele decenii, cianobacteriile au devenit tot mai recunoscute drept surse de metaboliți bioactivi secundari cu efecte antibacteriene, antivirale, antiinflamatoare, anticancerigene etc. [1-4].

Polizaharidele reprezintă resurse regenerabile care sunt atribuite unei clase importante de materiale polimerice de interes biotehnologic. Caracteristicile polizaharidelor sintetizate de cianobacterii diferă de cele ale altor microorganisme. Ele sunt de natură anionică, majoritatea dintre care conțin diferiți acizi uronici, fapt specific doar cianobacteriilor, conțin unul sau două resturi de pentoză care sunt, de obicei, absente în alte polizaharide procariote [1, 5]. Cel mai des polizaharidele sintetizate de cianobacterii sunt complexe, formate din șase sau mai multe monozaharide. Aceasta este diferența esențială dintre polizaharidele cianobacteriene și polimerii sintetizați de alte bacterii sau microalge, la care numărul de monomeri este, de obicei, mai mic de patru [6]. Datorită proprietăților sale chimice, fizice și biologice, polizaharidele oferă o mare varietate de produse potențial utile pentru umanitate. Numeroase studii întreprinse au demonstrat că polizaharidele din cianobacterii și microalge pot manifesta activitate antitumorală, antiinflamatoare și antivirală, oferind perspective promițătoare pentru industria farmaceutică [1-4, 7].

Materiale și metode. În calitate de obiecte de studiu au servit cianobacteriile *Calothrix marchica* Lemmermann și *Spirulina (Arthrospira) platensis*, din colecția Laboratorului „Ficobiotehnologie” al USM. Cultivarea a fost efectuată în colbe de sticlă în volum de 500 ml timp de 10-14 zile. Cultivarea cianobacteriei *Calothrix marchica* a fost efectuată pe mediul lichid BG11, iar a cianobacteriei *Spirulina platensis* pe mediul Zarrouk în două variante experimentale cu și fără suplimentarea acetatului de zinc. Extractele cu conținut de polizaharide au fost obținute din biomasa cianobacteriilor *Calothrix mar-*

chica și *Spirulina (Arthrospira) platensis* prin extragere fracționată și purificare parțială ulterioară prin înlăturarea fracției proteice. Testările acțiunii antibacteriene a extractelor cu conținut de polizaharide au fost efectuate în cadrul USMF „Nicolae Testemițanu” pe tulpinile de bacterii patogene *Staphylococcus aureus* ATCC25923 și *Bacillus cereus* ATCC 11778.

Rezultate și discuții. Au fost obținute din biomasa cianobacteriilor *Calothrix marchica* și *Spirulina (Arthrospira) platensis* extracte cu conținut de polizaharide (5-5,9 mg/ml glucide).

Pentru screening-ul calitativ al activității antimicrobiene a extractelor cu conținut de polizaharide luate în studiu, a fost utilizată metoda godeurilor, standardizată pentru controlul activității antimicrobiene și propusă de standardul CLSI (*engl. Clinical & Laboratory Standards Institute*).

Extractele care s-au dovedit a manifesta activitate asupra tulpinilor bacteriene gram-pozitive au fost selectate pentru testarea ulterioară prin metoda diluțiilor succesive pentru determinarea CMI (Concentrației Minime Inhibitorii) și CMB (Concentrației Minime Bactericide).

În urma rezultatelor obținute, a fost constatat faptul că extractul cu conținut de polizaharide

obținut din biomasa cianobacteriei *Calothrix marchica* în diluția 1:1 a manifestat acțiune inhibitorie asupra tulpinilor de *Staphylococcus aureus* ATCC25923 și *Bacillus cereus* ATCC 11778. Extractul polizaharidic obținut din biomasa cianobacteriei *Spirulina platensis* cultivată în prezența acetatului de zinc a manifestat cea mai pronunțată activitate antibacteriană, astfel observându-se acțiune atât inhibitorie (diluția 1:2) cât și bactericidă (diluție 1:1) asupra tulpinii de *Staphylococcus aureus* ATCC25923 și *Bacillus cereus* ATCC 11778. Extractul polizaharidic obținut din biomasa cianobacteriei *Spirulina platensis* cultivată fără suplimentarea acetatului de zinc a manifestat acțiune bactericidă (diluția 1:1) doar asupra tulpinii de *Staphylococcus aureus* ATCC25923, asupra tulpinii de *Bacillus cereus* ATCC 11778 extractul dat a manifestat doar acțiune inhibitorie în diluție 1:2 (Tab.).

Tabel

Activitatea bactericidă și bacteriostatică a extractelor cu conținut de polizaharide asupra unor tulpini de bacterii gram-pozitive

| Extractele cu conținut de polizaharide obținute din diferite tulpini de cianobacterii | <i>S. aureus</i> ATCC25923 | | <i>B. cereus</i> ATCC 11778 | |
|--|-------------------------------|-----|--------------------------------|-----|
| | CMI | CMB | CMI | CMB |
| Extract polizaharidic din biomasa cianobacteriei <i>Calothrix marchica</i> | 1 | - | 1 | - |
| Extract polizaharidic din biomasa cianobacteriei <i>Spirulina (Arthrospira) platensis</i> | 2 | 1 | 2 | - |
| Extract polizaharidic din biomasa cianobacteriei <i>Spirulina (Arthrospira) platensis</i> îmbogățită cu Zn | 2 | 1 | 2 | 1 |

Concluzii. Extractele cu conținut de polizaharide (5-5,9 mg/ml glucide) obținute din biomasa cianobacteriilor *Calothrix marchica* și *Spirulina (Arthrospira) platensis* sunt preparate cu un potențial inhibitor asupra dezvoltării unor bacterii gram-pozitive (*Staphylococcus aureus* ATCC25923 și *Bacillus cereus* ATCC 11778). Extractul cu conținut de polizaharide obținut din biomasa cianobacteriei *Spirulina (Arthrospira) platensis* cultivată în prezența acetatului de zinc a manifestat nu doar efect inhibitor asupra dezvoltării tulpinilor de bacterii patogene dar și efect bactericid (diluție de 1:1).

Referințe:

1. BHATNAGAR, M., BHATNAGAR, A. *Diversity of Polysaccharides in Cyanobacteria. Microbial Diversity in Ecosystem Sustainability and Biotechnological Applications*, 2019, pp. 447-496.
2. BELHAJ, D. et al. Box-Behnken design for extraction optimization of crude polysaccharides from Tunisian *Phormidium versicolor* cyanobacteria (NCC 466): partial characterization, in vitro antioxidant and antimicrobial activities. In: *Int. J. Biol. Macromol.* 2017, vol.105, pp.1501-1510.
3. BELHAJ, D. et al. Polysaccharides from *Phormidium versicolor* (NCC466) protecting HepG2 human hepatocellular carcinoma cells and rat liver tissues from cadmium toxicity: evidence from in vitro and in vivo tests. In: *Int J Biol Macromol*, 2018, vol.113, pp. 813-820.
4. BHATNAGAR, M. et al. Exopolymers from *Tolypothrix tenuis* and three *Anabaena* sp (*Cyanobacteriaceae*) as novel blood clotting agents for wound management. In: *Carbohydr Polym*, 2014, vol. 99, pp. 692-699.
5. SUTHERLAND, I.W. Structure-function relationships in microbial exopolysaccharides. In: *Biotech. Adv.* 1994, no.12, pp.393-448.
6. SINGH, S. DAS, S. Screening, production, optimization and characterization of cyanobacterial polysaccharide. In: *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 2011, vol. 27, no 9, pp. 1971-1980.
7. XIAO, R., ZHENG, Y. Overview of microalgal extracellular polymeric substances (EPS) and their applications. In: *Biotechnol. Adv.* 2016 doi: 10.1016/j.biotechadv.2016.08.004.

Articol elaborat în cadrul Proiectului: „Determination of Bioactivity and Antimyeloma Properties of Various Cyanobacteria”. Cifrul: 22.80013.5107.2TR.

CONFIGURAȚIA ȘI NATURA PROFILURILOR DE SOL CA DOVADĂ A VÂRSTEI SOLULUI DIN SITURILE ARHEOLOGICE ALE MICROZONEI SAHARNA

THE CONFIGURATION AND NATURE OF SOIL PROFILES AS EVIDENCE OF THE SOIL'S AGE FROM ARCHAEOLOGICAL SITES OF THE SAHARNA MICROZONE

Vitalie SOCHIRCĂ, ORCID: 0000-0003-3924-2253

Tatiana NAGACEVSCHI, ORCID: 0000-0002-2897-4785

Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 631.4:902.2"638"(478-22)

e-mail: vitalie.sochirca@usm.md

e-mail: tatiana.nagacevschi20@gmail.com

Scopul cercetării: evaluarea vârstei solurilor din stratul cultural aferent epocii fierului în siturile arheologice din microzona Saharna.

Metodele de analiză utilizate în determinarea parametrilor chimici și fizici ai solului: componența granulometrică – prin metoda pipetei după N.A. Kacinski; densitatea fazei solide – prin metoda Petinov; humusul – prin metoda I.V. Tiurin, cu modificarea de V.N. Simakov; P_2O_5 – prin metoda B.P. Macighin; K_2O – prin metoda fotometrică.

Rezultate. Solul, ca produs al biocenozei, este un fel de oglindă care reflectă istoria formării și evoluția proprietăților lui de-a lungul timpului, păstrând și unele mărturii ale dinamicii condițiilor naturale, dar și ale istoriei civilizației umane (vestigii arheologice ș.a.). Solul se formează sub influența condițiilor climatice și a biocenozelor, în decursul evoluției organismelor terestre, pe contul stratului superior al rocilor, pe diferite elemente de relief. Timpul necesar pentru ca un sol să-și realizeze profilul propriu, distinct, depinde de mulți factori: clima, natura materialului parental (rocile), organismele și relieful. Solurile tind să se formeze mai repede în condiții climatice calde, umede, împădurite, unde există apă suficientă pentru migrarea coloizilor și cantitatea apreciabilă de materie organică pentru a fi descompusă. În condiții ideale, un sol ușor de recunoscut se poate dezvolta în cca 200 de ani, pe când în condiții mai puțin favorabile timpul poate fi extins la mai multe mii de ani. Se estimează că în condiții naturale de pedogeneză, pe roci compacte, formarea solului este posibil să dureze de la ca 200 până la 1000 de ani. Astfel, în condițiile naturale ale zonei temperate, specifice teritoriului țării noastre, cel mai tânăr cernoziom carbonatic, format pe terasa inferioară a râului Prut, probabil are vârsta de aproximativ 6000 de ani. În decursul ultimilor 2000 de ani, profilul cernoziomului tipic slab humifer (obișnuit) practic nu a evoluat [1, p. 70-76]. Pe unele

obiecte antropice (Valurile lui Traian, Movila Măgurii, vârsta cărora poate fi apreciată la aproximativ 1800-2000 de ani), în acest răstimp s-au format doar niște profiluri de sol primitiv, care tind spre cernoziom carbonatic [1, p. 70-76; 2, p. 170-173]. Evoluția contemporană a solurilor este supusă și diferitelor procese sau fenomene tehnogenetice, care influențează construcția morfologică, componența substanțială, procesele pedogenetice și proprietățile solurilor.

Ca rezultat al investigației solurilor din microzona Saharna (Saharna-Țiglău – cernoziom tipic slab humifer; Saharna Mare/„Dealul Mănăstirii” și Saharna-Rude – cernoziom carbonatic), s-a stabilit că profilurile de sol din proximitatea siturilor arheologice au trăsături tipice pentru un profil de sol genetic nemodificat, cu o așezare firească a orizonturilor, neantropizate, cu parametri fizici și chimici conform normativelor cunoscute [3, p. 25-26]. Pe când, profilurile din secțiunile arheologice au urme evidente de modificări antropice, de regulă, de la adâncimea de 60-70 cm în jos, atât morfologice, cât și analitice, după parametrii fizici și chimici ai solului. Din punct de vedere textural, cernoziomul tipic slab humifer din situl arheologic Saharna-Țiglău, cernoziomul carbonatic din siturile Saharna Mare / „Dealul Mănăstirii” și Saharna-Rude, se caracterizează ca luto-argiloase. În ceea ce privește componența granulometrică, pe profil nu se observă modificări nefirești, cu excepția conținutului sporit de praf în intervalul 60-100 cm, în timp ce solurile din preajmă cu profil integru genetic au conținutul acestei fracțiuni cu 5-7% mai mic. Conținutul majorat al fracțiunii de praf la solurile din siturile arheologice se datorează prezenței cenușii, ce are diametrul ca și al prafului de 0,05-0,001 mm. Solul din situri, în comparație cu cele limitrofe, au un conținut relativ ridicat de humus – de peste 4-8% la adâncimea de până la 30 cm a profilului de sol, cu o tendință firească de micșorare odată cu adâncimea. Însă, un interes deosebit prezintă conținutul de humus la adâncime în orizontul C – roca de solificare, care depășește 1%, ceea ce nu este caracteristic unui profil natural de cernoziom. Determinarea humusului se bazează pe identificarea conținutului de carbon organic, care într-un profil natural nu este prezent în roca de solificare, pe când la solurile cercetate din situri conținutul este de 1-2%. Prezența materiei de origine organică la adâncimea de 110-200 cm poate fi explicată prin influența unei activități antropice într-o perioadă îndepărtată de timp, de la arderea resturilor vegetale și a altor materii în urma activității antropice, ceea ce se observă vizibil și pe profilul solului. Conținutul de N_{total} este în corelație cu conținutul de humus, deoarece 95% este de origine organică și dacă în partea superioară a profilului până la 50 cm conținutul lui este majorat, dar nu esențial, în comparație cu profilurile limitrofe, ce se poate explica prin stratul înierbat, atunci în orizonturile subiacente se conține de 2 ori mai mult. Se remarcă și conținutul sporit de fosfor (P) și de potasiu (K) la adâncimea de 60-130 cm, în comparație cu profilurile limitrofe. La solul din situri conținutul de P la adâncimea de peste 60 cm este de 2-3 ori mai mare, iar al K de 1,5-2 ori mai mare. Aceasta indică, de asemenea, impactul antropic al unor teritorii populate, deoarece fosforul mobil reprezintă fosforul acceptabil – de origine primară organică și poate fi generat de deșeurile culturale și cenușa de origine vegetală. În același timp, conținutul mai mare al potasiului (K),

în comparație cu orizonturile superioare și cele subiacente, poate fi legată de prezența cenușii rămase de la arderea resturilor vegetale.

Conținutul de microelemente se încadrează în limitele caracteristice pentru cernoziomul tipic slab humifer, însă cu o creștere evidentă a concentrației în stratul de 60-80 cm, care coincide cu stratul cultural atribuit epocii fierului. Astfel, dintre cele opt microelemente investigate, patru microelemente (Fe, Co, Pb și Cr) au o concentrație maximă în stratul de 70-80 cm, alte trei microelemente (Mn, Cu și Zn) în stratul de 50-60 cm. Această concentrație a microelementelor în stratul cultural ar putea fi generată de o concentrație sporită de rămășițe rezultate din activitatea antropică, inclusiv cenușa. Cenușa de plante (lemn, vreascuri etc.) are un înalt conținut de potasiu, calciu, magneziu și de alte minerale esențiale. Cenușa de origine animală conține mai mult sodiu și în special fosfat calcic din oase.

Există calcule, conform cărora un strat de sol cu grosimea de 2,5 cm, se poate forma sub un înveliș ierbos compact în decurs de 250-400 ani [1, p. 70-76, citat după Боннетт, 1958], iar pentru teritoriul Republicii Moldova un strat de sol cu grosimea de 1 cm se formează în circa 60-70 de ani [1, p. 70-76; 2, p. 170-173].

Concluzii. În baza estimărilor pentru teritoriul Republicii Moldova, durata medie de formare a unui strat de sol cu grosimea de 1 cm este de cca 65 de ani. Rezultă că stratul de sol din secțiunile siturilor arheologice ale microzonei Saharna de la adâncimea de 60-70 cm ar fi fost nivel de călcare acum cca 4500-3900 de ani.

Referințe:

1. КРУПЕНИКОВ, И.А. Погребенные почвы Нижнего Траянова вала и некоторые вопросы палеопочвоведения. В: *Охрана природы Молдавии*. Вып. 1. Кишинев, 1960, сс. 70-76.
2. URSU, A., VLADIMIR, P., MARCOV, I., Specificul pedogeografic al dealului Măgura. În: *Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții*. Chișinău, 2007, nr. 1 (301). ISSN 1857-064X, pp. 170-173.
3. SOCHIRCĂ, V., NAGACEVSCHI, T. Considerații privind vârsta solurilor din stratul cultural aferent epocii fierului în siturile arheologice din microzona Saharna. În: *Sesiunea științifică a Departamentului Istoria românilor, Universală și Arheologie, USM, Facultatea de Istorie și Filosofie*, ediția VIII. Chișinău, 2022, pp. 25-26. ISBN 978-9975-159-41-8.

Articol elaborat în cadrul Proiectului: „Patrimoniul arheologic din epoca fierului în regiunea Nistrului Mijlociu și bazinul râului Cogâlnic: cercetare interdisciplinară și valorificare științifică”. Cfrul: 20.80009.1606.14.

CADRUL BIOFIZIC DE OPTIMIZARE A SISTEMELOR DE ÎNTREȚINERE A SOLURILOR ÎN CONDIȚII DE INSTABILITATE CLIMATICĂ

BIOPHYSICAL FRAMEWORK FOR OPTIMIZING SOIL MAINTENANCE SYSTEMS IN CONDITIONS OF CLIMATIC INSTABILITY

Gheorghe JIGĂU, ORCID: 0000-0002-4778-2105

Anjela STADNIC, ORCID: 0000-0003-3784-121X

Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 631.44:631.8

e-mail: anjela.stadnic@mail.ru

Obiectivul de bază al agriculturii pedoregenerative în cadrul zonei cernoziomice este restabilirea rolului prioritar al procesului de formare și de acumulare a humusului în cadrul pedogenezei cernoziomice antropizate.

Conform cercetărilor mai recente, principalul factor care limitează realizarea acestui obiectiv este degradarea fizică cauzată de practicarea de tehnologii agricole bazate pe mecanizarea și chimizarea intensivă [1]. În tendința atenuării impactului acestui factor, în ultimii 30-35 de ani este promovată o nouă paradigmă a agriculturii orientată pe promovarea regenerării și conservării solurilor în cadrul Sistemului Agricol Conservativ (SAC). Prin esență SAC este un sistem de agricultură care poate preveni degradarea terenurilor și regenera resursele de sol prin menținerea unei acoperiri permanente a solului și diversificarea speciilor de plante cultivate, sporirea biodiversității și intensificarea proceselor biologice naturale pe suprafața și în profilul solului, care contribuie la creșterea eficienței utilizării apei și a elementelor nutritive, și la o producere durabilă a agrofiteozelor care au substituit biocenozele naturale [2].

În opinia noastră, în acest sistem se înscrie sistemul rotațional de lucrare a solurilor care este pe larg utilizat în R. Moldova mai recent cunoscut ca sistem rotațional landsafto-adaptat de lucrare pornind de la alternarea în timp a adâncimii de lucrare fără întoarcerea brazdei, în strictă concordanță cu necesitățile solurilor și luarea în calcul a solicitărilor culturilor cultivate [3,4].

Scopul prezentei lucrări presupune evaluarea eficienței pedo-funcționale și agro-ecologice a sistemului rotațional landsafto-adaptat prin prisma principiilor conceptului FAO al SAC din perspectiva practicării în scopul conservării și regenerării procesului cernoziomic în cadrul pedogenezei cernoziomice antropizate, în baza cercetărilor desfășurate în perioada 2016-2022 în condiții de producție în cadrul, 12 raioane pedogeografice și a unor terenuri-pilot.

Sistematizarea rezultatelor cercetărilor a scos în evidență că mai receptiv la elementele tehnologice orientate pe minimalizarea lucrărilor și ecologizarea-biologizarea sistemului agricol sunt alcătuirea structural-agregatică și activitatea biologică a solurilor.

În cadrul alcătuirii structural-agregative a solului se conturează o ușoară tendință de ameliorare a structurii agregative (Tab.1): a) reducerea conținutului de agregate > 10 mm și menținerea valorilor acestora pe parcursul perioadei de vegetație sub pragul critic – 30%; b) sporirea sau menținerea pe parcursul perioadei de vegetație a conținutului de agregate valoroase (10-0,25 mm); c) sporirea sau menținerea pe parcursul perioadei de vegetație a conținutului de agregate agronomice prețioase 5-1 mm, responsabile de asigurarea plantelor de cultură cu apă; d) sporirea și menținerea conținutului de agregate fine (1-0,25 mm) care asigură rezervele de apă pentru desfășurarea proceselor microbiologice în soluri. Totodată, acestea alcătuiesc rezerva de agregare-structurare a masei solului. Sporirea unidirecționată a conținutului acestora denotă că în solurile întreținute în cadrul sistemului tehnologic rotațional landșafto-adaptat au demarat procesele de agregare-structurare cu ameliorarea regimurilor biohidrotermice aferente acestora.

Coeficientul de structurare, în majoritatea cazurilor, la sfârșitul perioadei de vegetație are o tendință de sporire sau rămâne practic neschimbat. Aceasta ne permite să considerăm că pe parcursul perioadei de vegetație în soluri decurg procese de reproducere a structurii.

Tabelul 1

Alcătuirea structural-agregativă a cernoziomurilor la începutul și la sfârșitul perioadei de vegetație în condiții de sistem rotațional de lucrare (date medii strat 0-50 cm)

$$\left(\frac{\text{la început de vegetație}}{\text{la sfârșit de vegetație}} \right)$$

| Diametrul agregatelor, mm | Solul | | | | | | |
|---------------------------|---------------------------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | Conținutul agregatelor, % | | | | | | |
| > 10 | 14,6 | 26,2 | 9,1 | 12,6 | 34,7 | 14,9 | 15,4 |
| | 11,0 | 22,0 | 21,6 | 15,6 | 23,9 | 17,1 | 9,9 |
| 10-0,25 | 82,6 | 72,3 | 83,5 | 84,7 | 64,4 | 81,0 | 77,4 |
| | 81,7 | 74,6 | 73,3 | 82,0 | 73,8 | 77,4 | 69,9 |
| 5-1 | 51,2 | 41,0 | 46,7 | 52,2 | 31,8 | 47,2 | 48,5 |
| | 50,1 | 35,8 | 42,0 | 47,3 | 39,5 | 34,8 | 30,6 |
| 1-0,25 | 31,4 | 31,3 | 36,8 | 34,0 | 32,6 | 33,8 | 48,5 |
| | 31,6 | 38,8 | 31,0 | 34,7 | 34,3 | 34,8 | 30,6 |
| < 0,25 | 8,4 | 1,3 | 7,4 | 3,1 | 1,0 | 4,1 | 4,0 |
| | 8,4 | 4,1 | 5,0 | 2,4 | 2,4 | 5,4 | 12,9 |
| Coeficient de structurare | 4,7 | 2,6 | 5,1 | 5,5 | 1,8 | 4,3 | 3,4 |
| | 4,5 | 2,9 | 2,7 | 4,6 | 2,8 | 3,4 | 2,3 |

Solurile: a) cenoziom carbonatic; b) 2,6,7 cernoziomuri tipice moderat humifere; c) 3,4,5 cernoziomuri tipice slab humifere.

Ameliorarea regimului biohidrotermic contribuie la intensificarea activității celulozolitice care indică intensificarea proceselor de descompunere-humificare a resturilor organice (Tab.2).

Tabelul 2

Intensitatea descompunerii pânzei de in în stratul arabil al cernoziomurilor în condiții de diverse sisteme de întreținere a solurilor (durata expunerii 30 de zile)

| Anul | Adâncimea, cm | Sistem de lucrare | | | |
|------|---------------|-------------------|-------|--------------|------------|
| | | Arătură | Cizel | Superficială | Rotational |
| 2016 | 0-10 | 28,5 | 28,9 | 29,7 | 29,9 |
| | 10-20 | 25,4 | 25,8 | 25,5 | 26,4 |
| | 20-30 | 24,4 | 24,3 | 23,5 | 24,3 |
| 2017 | 0-10 | 48,6 | 54,2 | 52,4 | 58,8 |
| | 10-20 | 45,7 | 43,2 | 46,2 | 48,6 |
| | 20-30 | 43,7 | 37,8 | 41,2 | 436,9 |

Intensitatea diferită a proceselor de descompunere a pânzei de in diferă în funcție de condițiile bioclimatice ale anului (2016 relativ secetos, 2017 relativ umed).

Concluzii. Sistemul rotațional landsafto-adaptat de întreținere a cernoziomurilor asigură dezvoltarea în soluri a proceselor de regenerare a proceselor tipogenetice cernoziomice în cadrul pedogenezei cernoziomice antropizată.

Referințe:

1. JIGĂU, Gh., LEȘANU, M. *Reabilitarea ecologică a terenurilor agricole*. Chișinău s.n., 2021 (ÎS, „Tipografia Centrală”, „Bons Offices”). 200 p.
2. JIGĂU, Gh. *Sisteme agricole conservative: principii și condiții de implementare în R.Moldova*. Chișinău: 2018. 39 p.
3. FALA, A., CAINAREAN, Gh., JIGĂU, Gh., TIMUȘ, A. *Managementul durabil al terenurilor*. Chișinău s.n., 2015 (ÎS, „Tipografia Centrală”). 192 p.
4. FALA, A., JIGĂU, Gh., BOTNARU, V. *Chid de autoevaluare a practicilor de management durabil al terenurilor*. Chișinău s.n., 2018 (ÎS, „Tipografia Centrală”). 112 p.

Articolul a fost elaborat în cadrul Proiectului: 21.80015.5807.253T.

DINAMICA EFECTIVULUI POPULAȚIEI ÎN ZONA DE IMPACT A CHE NISTREAN

DYNAMICS OF THE POPULATION NUMBER IN THE IMPACT AREA OF DNESTRIAN HPP

Petru BACAL, ORCID: 0000-0003-4262-1553
Daniela BURDUJA, ORCID: 0000-0003-2027-0297
Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 314(478:282.247.314)

e-mail: pbackal16@gmail.com
e-mail: danavirlan3@gmail.com

Scopul prezentului studiu constă în analiza dinamicii efectivului populației în zona de impact a CHE Nistrean. Obiectivele de bază pentru atingerea scopului propus sunt: 1) efectele socio-economice scontate și obținute ale construcției CHE Nistrean; 2) identificarea tendințelor principale ale dinamicii efectivului populației în localitățile urbane și rurale din zona de impact a CHE Nistrean; 3) efectele directe și indirecte ale CHE Nistrean asupra efectivului, structurii și comportamentului populației din zona riverană a fluviului Nistru.

Metodele principale utilizate au fost: *statistico-matematice*, la procesarea datelor privind dinamica numărului populației localităților din aria de studiu, inclusiv din zona riverană cu impact direct a CHEN; *analiza și sinteza*, cu accentul pe relația cauză-efect; *comparativă; cartografică*.

Complexul Hidroenergetic Nistrean (CHEN) a fost construit în anii 1970-2000 și cuprinde CHE-1 de la Novodnestrovsk (finalizată în 1983) Ucraina și CHE-2 (finalizată în 2002), situat cu 20 km în aval CHE-1 între satele Nahoreni (Ucraina) și Naslavcea (Republica Moldova), precum și lacurile de acumulare formate de barajele hidrocentralelor respective. Obiectivele principale ale construcției CHEN au fost: regularizarea debitului fluviului și prevenirea inundațiilor masive, acumularea necesarului de apă pentru populația și activitățile economice din zona respectivă, irigarea masivă a terenurilor agricole [1]. Totodată, funcționarea CHE Nistrean a produs și efecte negative majore, inclusiv asupra efectivului populației riverane din zona de impact direct a acestuia.

Per ansamblu, în perioada anilor 1970-2014, în majoritatea localităților din zona de impact a CHE Nistrean se înregistrează o reducere a efectivului populației (Fig.). Reducerea maximală ($\geq 20\%$) a populației se observă în raioanele din proximitatea CHE Nistrean. Dinamica respectivă este condiționată de evoluția situației social-economice, precum și de reducerea semnificativă a oportunităților pentru ocupațiile tradiționale ale populației din localitățile riverane.

Ritmurile maxime de diminuare a numărului populației se observă în localitățile din apropierea CHE Nistrean (Fig.), inclusiv în satele Naslavcea (de 3 ori), Gârbova

(de 2,5 ori), Verejeni (de 1,9 ori), r-nul Ocnîța; Arionești și Teleșeuca (de 2 ori), r-nul Dondușeni; Iarova (de 2,1 ori), Tătărauca Veche, Holoșnița, Oclanda (de 2,0 ori), r-nul Soroca; Târgul-Vertiujeni (de 2,5 ori), Văscăuți (de 2,0 ori), Cuhureștii de Sus și Cunicea (de 1,9 ori), r-nul Florești; Vadul Rașcov (de 5,0 ori), Alcedar și Dobrușa (de 2,0 ori), Cotiujenii Mari (de 1,9 ori), r-nul Șoldănești; Saharna Nouă (de 2,0 ori), Bușăuca (de 1,9 ori), r-nul Rezina. Astfel, depopularea a afectat, în special satele riverane mici și mijlocii, îndeosebi din raioanele Ocnîța, Soroca și Șoldănești.

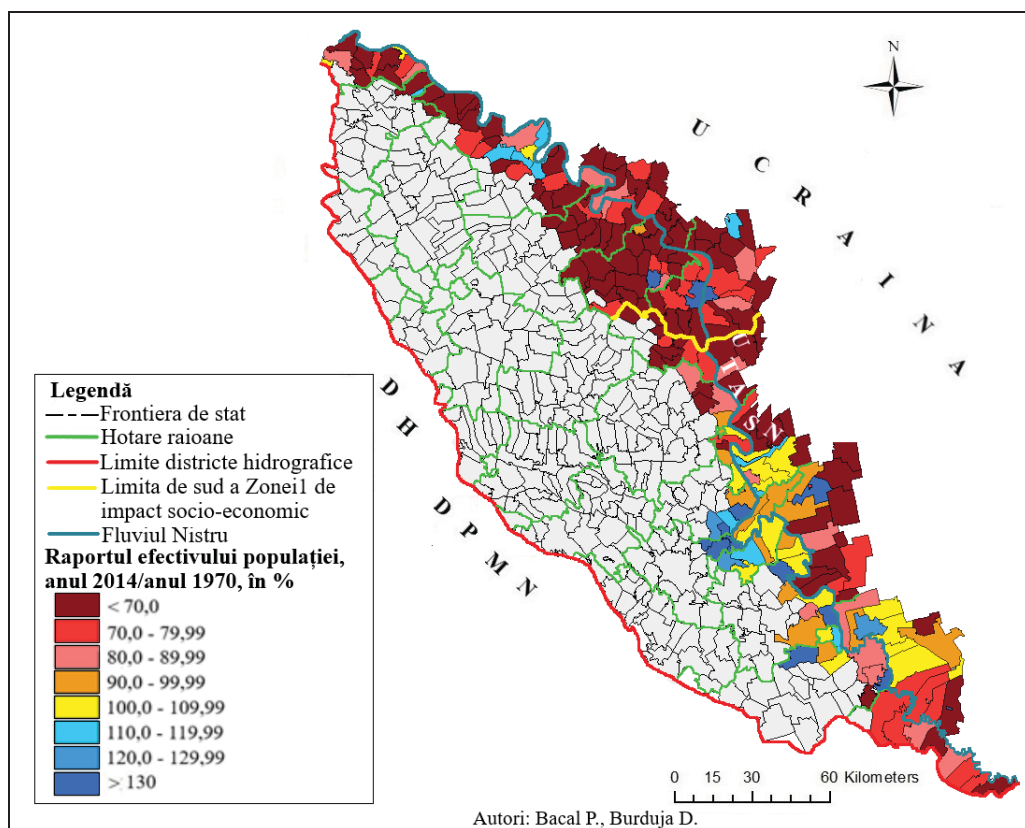


Fig. Dinamica efectivului populației în zona de impact a CHE Nistreen, anul 2014 (15)/anul 1970

Sursa datelor: BNS. Recensămintele populației din anii 1970 [6], 1989 [4] și 2014 /15 [3,5].

În partea stângă a Nistrului, reducerea maximală a numărului populației se observă în raionul Camenca (de 1,8 ori), care a pierdut, după 1992, localitățile componente din partea dreaptă a Nistrului, trecute la raioanele Florești și Șoldănești. Numărul populației urbane înregistrează o creștere de cca 15% (cu 43 mii locuitori), dar care se observă

doar în orașele Tiraspol (+23%), Râbnița (+39%), Dnestrovsc (+34%), Slobozia (+2%). Reducerea populației urbane se înregistrează în orașele Camenca (de 1,4 ori), Dubăsari (de 1,3 ori) și Grigoriopol (-2%) și se datorează evoluției acestui indicator după anul 1991. În mediul rural se atestă o reducere semnificativă (de 1,6 ori) a numărului populației, care se înregistrează în toate raioanele transnistrene și pe toată perioada analizată (1970-2015). Reducerea maximală se observă în raioanele nordice Camenca (de 2 ori) și Râbnița (de 1,8 ori). La nivel de localități, reducerea maximală se observă, de asemenea, în raioanele de nord ale regiunii, precum și în majoritatea localităților periferice de la frontiera cu Ucraina cu excepția celor din proximitatea orașelor Tiraspol, Dubăsari și Slobozia (Fig.). Printre acestea menționăm: comunele Valea Adâncă și Cuzmin (de 2,5 ori), Rașcov (de 2,0 ori), Hrușca, și Podoima (de 1,9 ori) din raionul Camenca; Cobasna și Plopi (de 3 ori), Haraba (de 2,0 ori), Popencu (de 1,9 ori) din raionul Râbnița; Dubău (de 2,5 ori) și Goian (de 1,9 ori) din raionul Dubăsari; Șipca, Speia și Vinogradnoe din raionul Grigoriopol (de 2,0 ori). Reducerea mai masivă și mai rapidă a efectivului populației rurale în stânga Nistrului se datorează manifestării mai intense a proceselor de urbanizare și industrializare, concentrării întreprinderilor industriale mari în regiunea respectivă în perioada sovietică, iar după 1991 migrației masive, inclusiv de revenire, spre Federația Rusă și Ucraina.

În anii 1970-1989, ca urmare a intensificării proceselor de industrializare și urbanizare, migrației intense de la sat la oraș, dar și afluxului masiv al populației din republicile ex-URSS [2, p. 164], se înregistrează o dinamică pozitivă a efectivului populației, dar care se manifestă mult mai rapid în spațiul urban și suburban. În majoritatea localităților rurale se înregistrează o diminuare lentă a numărului populației. Ritmuri mai rapide de reducere se observă în satele mici și mijlocii.

În anii 1989-2014, dinamica negativă se înregistrează în majoritatea absolută a localităților, iar ritmurile maxime de declin a populației se atestă în raioanele din proximitatea CHE Nistreen. Reducerea efectivului populației se înregistrează atât în mediul rural, cât și urban, cu excepția unor orașe din mun. Chișinău. Cauzele principale ale declinului demografic au fost: declanșarea crizei social-economice după destrămarea URSS, pierderea locurilor de muncă și pauperizarea masivă a populației, cu urmări asupra comportamentului reproductiv și migrațional al populației [2, p. 175].

Reducerea semnificativă a populației din raioanele riverane din cursul inferior al fluviului Nistru, se datorează falimentării agroindustriale mari consumatoare de apă și de forță de muncă ieftină, dar și de declanșarea conflictului armat din anii 1991-1992.

Concluzii. În localitățile riverane din zona de impact a CHEN, reducerea efectivului populației a fost impulsionată de reducerea semnificativă a oportunităților pentru ocupațiile tradiționale locale.

În perioada analizată (1970-2014), în majoritatea absolută a localităților din zona de impact a CHE Nistreen se înregistrează o reducere a efectivului populației, care se manifestă mai intens în partea de nord a regiunii, aflată în proximitatea obiectivului economic respectiv.

În anii 1970-1989, se înregistrează o dinamică pozitivă a efectivului populației în spațiul urban și suburban. În majoritatea localităților rurale se înregistrează o diminuare lentă. În anii 1989-2014, în majoritatea absolută a localităților rurale și urbane se atestă o dinamică negativă.

Referințe:

1. BACAL, P., BURDUJA, D., CAZANTEVA, O. et. Al. *Studiul impactului social și de mediu al complexului hidroenergetic nistrean*. Rezumat nontehnic. Chișinău, PNUD Moldova. 34 p.
2. MATEI, M., HACHI, V. Sainsus et al. *Formarea populației Republicii Moldova*. Chișinău: ASEM, 2017. 340 p.
3. BIROUL NAȚIONAL DE STATISTICĂ. *Recensământul populației și al locuințelor din anul 2014*. [Accesat 17.07.2022]. Disponibil: www.statistica.gov.md
4. Тоталуриле реченсымынтулуй унионал ал популацией дин РСС Молдова дин анул 1989, волумул I, партя I-II. Кишинэу, 1990.
5. Ежегодник городских (районных) управлений статистики. 2020 [Accesat 23.06.2021]. Disponibil <http://mer.gospmr.org/gosudarstvennaya-sluzhba-statistiki>
6. Итоги всесоюзной переписи населения 1970 года по Молдавской ССР. Статистический сборник, том I, части I-II. Кишинёв, 1972.

EVALUAREA RITMULUI DE CREȘTERE ÎN ÎNĂLȚIME A DIFERITELOR PROVENIENȚE DE STEJAR PEDUNCULAT

ASSESSMENT OF THE HEIGHT GROWTH RATE OF DIFFERENT PEDUNCULATED OAK ORIGIN

Petru CIORCHINĂ, ORCID: 0000-0002-6123-325X
Rezervația științifică „Plaiul Fagului”

CZU: 582.632.2:581.143(478)

e-mail: ciorchinapetru87@gmail.com

În silvicultură, influența însușirilor ereditare ale arboretelor de origine asupra ritmului de creștere a descendențelor (proveniențelor) instalate în noile condiții de mediu se verifică prin testarea particularităților de creștere a culturilor de proveniență diferită. Studiul culturilor de proveniență se realizează în vederea evaluării particularităților de creștere a diferitelor proveniențe și selectarea celor mai performante pentru utilizarea materialelor forestiere de reproducere (altoaie, semințe) la constituirea plantațiilor semincere și pentru investigațiile ulterioare de identificare a zonelor de recoltare și utilizare a semințelor [1].

În lucrarea de față, se prezentăm rezultatele cercetărilor privind particularitățile de creștere în înălțime a cinci proveniențe de stejar pedunculat (*Quercus robur* L.) în scopul evidențierii performanțelor lor de creștere și formulării unor propuneri referitoare la utilizarea științific argumentată a semințelor la efectuarea lucrărilor de împădurire.

Pe teritoriul Rezervației științifice „Plaiul Fagului” au fost înființate culturi forestiere de stejar pedunculat de proveniență ecologică diferită. Pentru acest experiment, ghinda a fost recoltată din masivele forestiere cu condiții de mediu diferite ale teritoriului republicii [2], cum au fost: Ocoalele silvice Edineț, Hârjauca, Zloți, Baimaclia și Rezervația „Plaiul Fagului”. Fiecare proveniență a fost reprezentată cu ghinda recoltată de la 10 arbori seminceri de stejar pedunculat, care au fost selectați în funcție de parametrii lor dendrometrici și însușirile calitative ale trunchiurilor.

Instalarea culturilor de proveniență s-a efectuat în toamna anului 2003, fiind realizate semănături cu ghindă în cuiburi. Fiecare proveniență a fost reprezentată de descendența obținută de la 10 arbori. Ghinda provenită de la un anumit arbore a fost semănată în cincisprezece cuiburi, la o adâncime de 6-7 cm. În fiecare cuib au fost introduse câte 5-6 ghinde. Distanța dintre cuiburi a constituit 1 x 1 m [3, 4].

Rezultatele referitoare la ritmul de creștere în înălțime a puietilor de stejar pedunculat proveniți din ghinda recoltată din nordul, centrul și sudul republicii, redată prin valorile medii pe proveniențe, sunt prezentate în tabel.

Tabel

Valorile medii și coeficienții de variație a înălțimii puietilor de stejar pedunculat de proveniență ecologică diferită

| Vârsta, ani | O.S. Edineț | | O.S. Hârjauca | | Plaiul Fagului | | O.S. Zloți | | O.S. Baimaclia | |
|----------------|----------------|------|----------------|------|----------------|------|----------------|------|----------------|------|
| | \bar{X} , cm | C,% | \bar{X} , cm | C,% | \bar{X} , cm | C,% | \bar{X} , cm | C,% | \bar{X} , cm | C,% |
| 2 | 43,2 | 35,2 | 44,1 | 29,5 | 39,4 | 30,8 | 41,1 | 23,6 | 36,1 | 29,4 |
| 4 | 83,2 | 44,4 | 76,4 | 42,0 | 66,7 | 37,9 | 65,4 | 34,9 | 58,6 | 45,7 |
| 6 | 200,7 | 39,0 | 177,9 | 35,0 | 155,8 | 42,9 | 142,2 | 39,7 | 139,8 | 46,8 |
| 8 | 382,1 | 24,1 | 346,1 | 22,7 | 322,6 | 24,0 | 286,8 | 26,3 | 297,8 | 27,7 |
| 10 | 505,5 | 26,1 | 494,1 | 21,3 | 458,5 | 22,6 | 405,4 | 26,0 | 405,6 | 25,8 |
| 16 | 912,1 | 23,6 | 948,6 | 20,5 | 963,9 | 14,4 | 883,4 | 17,9 | 737,5 | 28,9 |

Datele prezentate în Tabel denotă că pe parcursul primilor 2 ani de viață, indiferent de proveniență, puietii de stejar pedunculat s-au caracterizat prin creșteri în înălțime lente și în general asemănătoare. În anii care au urmat, creșterea puietilor s-a accelerat, iar diferențele dintre proveniențe s-au accentuat. La vârsta de 4 ani, proveniența Edineț, în comparație cu celelalte, s-a caracterizat prin cea mai rapidă creștere, atingând înălțimea medie de 83,2 cm, iar proveniența din Baimaclia a avut cea mai lentă creștere (de doar 45,7 cm). Proveniența locală (Plaiul Fagului) a fost cea care avea o creștere medie (valoarea medie fiind de 66,7 cm).

Pe parcursul primilor 10 ani de viață, tendințele de creștere a proveniențelor arătate mai sus s-au păstrat. Cu titlu de exemplificare menționăm că la vârsta de 10 ani în fruntea clasamentului, cu cele mai rapide performanțe de creștere a puietilor, s-a aflat proveniența din Edineț. La proveniența respectivă, înălțimea medie a arborilor de stejar a depășit-o pe cea din Rezervația „Plaiul Fagului” (adică cea locală) cu 10,2% ($p < 0,01$, $t_{\text{calc.}} = 3,233$). De asemenea, proveniența Edineț a crescut semnificativ mai rapid (cu 24,7%), în comparație cu cea din Zloți, unde înălțimea medie a înregistrat valoarea cea mai scăzută.

După al 16-lea an de viață, relațiile de creștere în înălțime dintre proveniențe s-au schimbat. Printre proveniențele investigate, în partea superioară a clasamentului a fost proveniența locală (Plaiul Fagului), care a avut o creștere în înălțime cu 5,8% mai superioară decât cea din Edineț. Pe a doua poziție în clasament se găsea proveniența Hârjauca, care a avut înălțimea medie de 948,6 cm, fiind cu 15,3 cm mai joasă după acest parametru decât proveniența locală. Însă diferențele dintre înălțimile medii ale proveniențelor respective nu sunt statistic asigurate. Creșterile cele mai scăzute în înălțime au fost proprii pentru stejarii provenienței Baimaclia.

Pe marginea celor relatate se poate deduce că pentru un teritoriu nu atât de întins din arealul stejarului pedunculat se manifestă adaptarea seculară a populațiilor lui la anu-

mite condiții de mediu specifice, fapt care denotă un anumit ritm de creștere a culturilor de proveniență care vegetează în condiții ecologice similare din teritoriul rezervației. De aceea, la efectuarea lucrărilor de regenerare a arboretelor, silvicultorul trebuie în mod neapărat să opteze pentru regenerarea naturală din sămânță a stejărețelor cu structuri naturale fundamentale. La instalarea semințișului de stejar pedunculat sub masiv de pădure și la executarea lucrărilor de completare a regenerărilor naturale este indicat să se folosească ghinda de proveniență locală.

Un alt aspect care poate fi urmărit din Tabel se referă la faptul că după primii doi ani de viață puietii proveniențelor studiate au manifestat un grad înalt de variabilitate după înălțime. Datele obținute demonstrează că gradul de variabilitate a înălțimii puietilor a avut valori cuprinse între 23,6%, cât a variat înălțimea stejăreilor în cadrul provenienței Zloți și 35,2%, cât a avut proveniența Edineț. Menționăm că după 16 ani de viață a arborilor de stejar s-a diminuat semnificativ gradul lor de variabilitate în interiorul proveniențelor analizate (în raport cu anul al 2-lea de viață cu 3,8-17,4%). Diferența dintre înălțimea puietilor s-a mărit considerabil în interiorul proveniențelor Hârjauca și Plaiul Fagului (cu 9,0 și, respectiv, 16,4%). Este evident că variabilitatea înălțimii arborilor a scăzut vizibil în proveniențele care s-au caracterizat prin creșteri mai performante (cum sunt proveniențele Edineț, Hârjauca și cea locală), în comparație cu proveniențele din sudul republicii (Zloți și Baimaclia). Creșterea rapidă a arborilor în proveniențele arătate mai sus a determinat o competiție acerbă între stejari pentru lumină și elementele minerale din sol, fapt care a slăbit creșterea exemplarelor cu creșterea lentă și a eliminat exemplarele mai puțin viguroase de stejar.

Referințe:

1. РАЙТ, В. Джонотан. *Введение в лесную генетику*. Москва: Лесная промышленность, 1978. 471 с.
2. GOCIU, D., CUZA, P. Distribuirea pădurilor pe zone ecologice. În: *Защита растений*, 2004, nr. 7, pp. 4-5.
3. CUZA, P., ȚÎCU, L. Studiul creșterilor în înălțime a puietilor stejarului pedunculat (*Quercus robur* L.) de diferită proveniență. În: *Studia Universitatis. Seria „Științe ale naturii”*, 2007, nr. 7, pp. 177-180.
4. CUZA, P. Influența provenienței ghindei asupra creșterii în diametru a puietilor de stejar pedunculat (*Quercus robur* L.). În: *Culegere de articole științifice: Academicianul P. M. Zhukovski – 120 ani*. Chișinău, 2008, pp. 33-35.

simetric, orientate NNV-SSE, NV-SE sau N-S. Aceste văi consecvente simetrice pot fi împărțite în: văi cu versanți domoli și slab degradați, precum cei din v. Ialpușelului și v. Salciei, și văi cu versanți abrupti, puternic degradați care s-au format prin adâncirea puternică, cum este cazul bazinelor superioare ale văilor, v. Șamalia și v. Salcia Mare (Fig. 2 și 3).

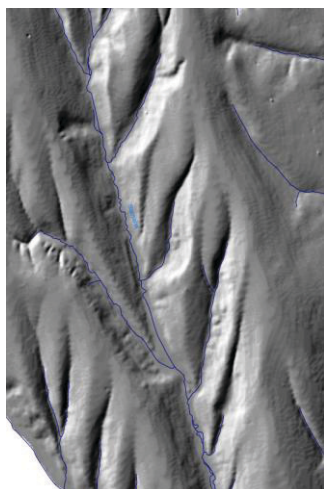


Fig. 2. Valea Salcia – de tip simetric cu versanți domoli

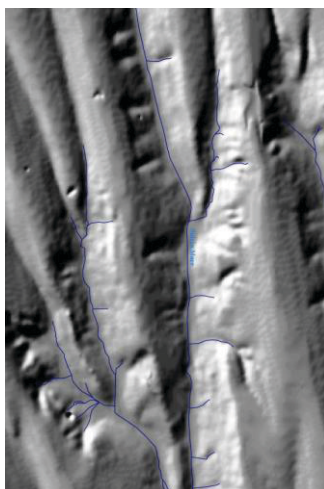


Fig. 3. Valea Șamalia – de tip simetric cu versanți abrupti

Văile subsecvente sunt dispuse transversal față de înclinarea stratelor geologice sau rețază stratele sub un unghi mai mare sau mai mic de 90° [2]. Acestea sunt specifice asimetriei structurale de ordinul I [2] și pot fi divizate în văi subsecvente tipice și văi subsecvente diagonale. Cele tipice sunt orientate E-V sau V-E, iar cele diagonale au direcție NV-SE sau NE-SV. Caracteristica lor principală reprezintă asimetria, în care versantul orientat invers înclinării stratelor are

rol de frunte de cuestă, iar versantul conform cu înclinarea stratelor este un revers de cuestă, domol și slab afectat de procese geomorfologice. Aici includem afluenții de stânga ai văilor Saca (v. Hârtopului, v. Bărăneasa), Larga (v. Crăciunului, v. Cuțașaga), precum și cursurile mijlocii și inferioare ale v. Andrușului și v. Roșului (Fig. 4).

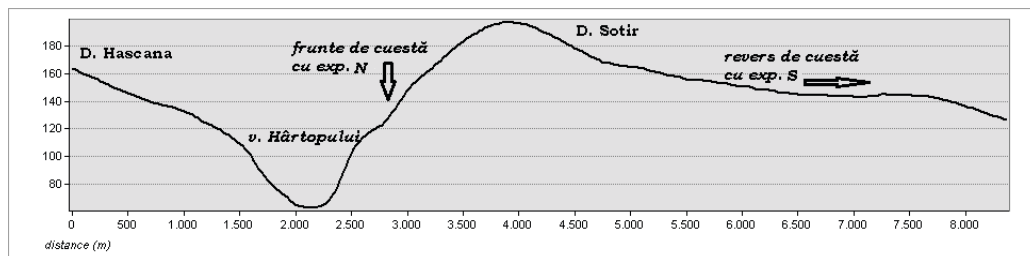


Fig. 4. Profil transversal pe direcție N-S. Valea Hârtopului – vale subsecventă asimetrică, versantul stâng frunte de cuestă cu expoziție nordică, iar cel drept – revers de cuestă cu expoziție sudică

Văile reconsecvente, la fel sunt orientate conform înclinării stratelor geologice, însă spre deosebire de cele consecvente, s-au format relativ recent. Fiind orientate pe direcția NNV-SSE, aceste văi s-au dezvoltat preponderent pe versanții dreپți ai bazinelor

hidrografice Ialpuș (v. Sasâghiol, v. Haragâșului, v. Șamaliei, v. Enichioiului), Larga (v. Harmanului, v. Ciubuciei, v. Stâii), Salcia (v. Cuciurgoaia).

De regulă, văile consecvente/reconsecvente prezintă un profil transversal simetric, însă în mod paradoxal majoritatea se caracterizează printr-o asimetrie evidentă, unde își fac apariția frunțile de cuestă cu expoziție vestică. [5] semnaleză această asimetrie în Podișul Moldovei de peste Prut, denumind-o asimetrie structurală de ordinul al II-lea și consideră că „este corect ca pentru aceste văi să se adopte o dublă subordonare: ele sunt consecvente cu înclinarea majoră nord-sud, care le-a impus direcția principală de scurgere și subsecvente în raport cu căderea stratelor spre răsărit” (Fig. 5). Similitudinea reliefului pe ambele regiuni ale Prutului confirmă caracterul de unitate al întregului Podiș al Moldovei [3], de aceea considerăm că este pertinent și necesar să se evidențieze caracteristicile acestor tipuri de văi.

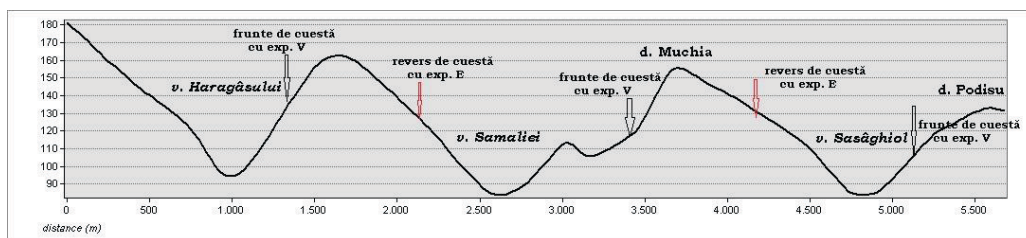


Fig. 5. Profil transversal pe direcția SV-NE. Văi reconsecvente cu asimetrie de ordinul al II-lea în bazinul hidrografic Ialpușel

Văile obsecvente sunt dispuse contrar înclinării stratelor geologice inserându-se pe frunțile de cuestă, profilul longitudinal fiind scurt, cu pante pronunțate. Majoritatea au direcție generală SE-NV sau SSE-NNV și se caracterizează printr-un profil transversal simetric. În arealul nostru de cercetare, acest tip de văi sunt slab conturate și le putem întâlni pe versanții de stânga ai bazinelor Larga, Saca și Andrușul.

Concluzie. Nota caracteristică a Colinelor Tigheci este dată de predominarea reliefului sculptural în structură monoclinală care se extinde pe o suprafață de 1667,4 km². Această structură a favorizat dezvoltarea unor tipuri de văi cu o morfologie specifică, precum: văi consecvente, subsecvente, reconsecvente și obsecvente. Studiarea acestor văi este necesară în deslușirea evoluției reliefului Moldovei, dar și pentru activități de proiectare și amenajare antierozională.

Referințe:

1. BĂCĂUANU, V. *Geomorfologie*. Iași: Editura Universității „Al.I.Cuza”, 1988.
2. BĂCĂUANU, V. *Evoluția văilor din Podișul Moldovenesc. Realizări în Geografia României*. Culegere de Studii. București: Editura Științifică, 1973.

3. BUNDUC, T. *Relații pedo-geomorfologice în bazinul hidrografic Larga (Colinele Tigheciului)*. Chișinău, 2021.
4. DONISĂ, I., BOBOC, N., IONIȚĂ, I. *Dicționar geomorfologic*. Iași: Editura Universității „Al.I.Cuza”, 2009.
5. IONIȚĂ, I. *Relieful de cuate din Podișul Moldovei*. Iași: Corson, 2000.

Lucrarea de față a fost realizată grație Proiectului: „Modelarea spațio-temporală a factorilor abiotici de mediu pentru estimarea stabilității ecologice a peisajelor” din cadrul Programului de Stat 20.80009.7007.08.

ASPECTE SOCIALE ALE FUNCȚIILOR RECREATIVE ALE PĂDURILOR DIN REPUBLICA MOLDOVA

SOCIAL ASPECTS OF FOREST RECREATION IN REPUBLIC OF MOLDOVA

Natalia CIUBUC, ORCID: 0000-0002-9007-9300

Vladislav GRATI, ORCID: 0000-0002-9007-9300

Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 630*1:316.74:

e-mail: ciubucusm@gmail.com, grativlad@yahoo.com

O creștere semnificativă a populației lumii și urbanizarea duc la izolarea rezidenților urbani de natură. Există o necesitate crescândă de recuperare emoțională și sănătate. Prin urmare, în ultimele decenii, cererea populației pentru servicii de agrement forestier a crescut semnificativ. Acest lucru se datorează și faptului că dintre diversele complexe naturale, pădurea creează cele mai favorabile condiții pentru recreerea omului, îndeosebi dacă în preajmă există corpuri de apă și spații deschise. Aerul curat, sunete naturale, o varietate de ingrediente, arome și culori, ciuperci și fructe de pădure atrag din ce în ce mai mulți oameni în păduri.

Obiectivele ecologice, economice și sociale se definesc în raport cu cerințele societății având la bază strategia de dezvoltare durabilă a silviculturii, programele la nivel național în domeniul forestier, precum și alte studii economice și social ecologice, dacă acestea nu contravin documentelor oficiale și au asigurată finanțarea. Corespunzător obiectivelor social-economice și ecologice prin amenajament, sunt precizate funcțiile pe care trebuie să le îndeplinească pădurile, respectiv încadrarea pe categorii funcționale. Pentru pădurile de recreere este atribuită subgrupa 4 – păduri cu funcții speciale de recreere și categoriile funcționale aferente [1]. Din această categorie fac parte pădurile din jurul orașelor, municipiilor și altor localități, precum și pădurile situate în perimetrul constructibil al acestora, păduri din jurul stațiunilor balneoclimaterice, păduri din jurul monumentelor de cultură arheologică (mănăstiri, monumente arheologice, istorice etc.), păduri de interes cinegetic, pădurile de pe teritoriul parcurilor naționale etc. [1-3]. Pădurile încadrate în grupa 1 funcțională subgrupa 1.4, pe lângă rolul prioritar de recreere, pot asigura și reglementarea procesului de producție, prin care se permite recoltarea de masă lemnoasă. Modul de gospodărire în pădurile de recreere sunt diferite de alte categorii funcționale. Soluțiile tehnice adoptate sunt în corespundere cu specificul tipului de categorie funcțională și intensității de frecventare a acestor păduri [1].

Pentru furnizarea calitativă a serviciilor de agrement forestier, este necesară o gospodărire corespunzătoare a pădurilor, ținând seama, inclusiv, de aspectele sociale ale gospodăririi pădurilor de agrement: dependența frecventării pădurilor și preferințele vizitatorilor cu privire la tipul de pădure, vârsta și sexul vizitatorilor, natura angajării lor etc.). Utilizarea pădurilor în scopuri recreative este asociată cu astfel de factori

ai activității recreative forestiere, cum ar fi natura activității recreative, acoperirea cu vegetație forestieră a zonei, prezența corpurilor de apă, sezonul de odihnă ș.a. [3, 4].

O analiză a interesului de recreere într-un landsaft silvic demonstrează faptul că cca 26,3% din populație vizitează pădurea de cca 1-2 ori pe vară, 48% vizitează pădurea cel puțin o dată pe lună. Ponderea celor care nu vizitează pădurea pentru agrement este de cca 5,5% dintre respondenți. Studiul realizat demonstrează că persoanele angajate în câmpul muncii vizitează pădurea mai rar decât pensionarii, studenții și elevii. Ponderea celor care vizitează pădurea în scopuri recreative de cel puțin 1-2 ori pe vară, pentru categoriile menționate este de 69,7; 45,3 și, respectiv, 43,9%. Locuitorii orașelor mari vizitează pădurea în scopuri recreative mai des decât locuitorii așezărilor rurale, care preferă pădurile din preajma localității, în comparație cu locuitorii orașelor mari, care sunt gata să se deplaseze la distanțe mai mari.

Pentru o experiență mai bună, urmează să fie realizate activități de îmbunătățire recreativă a zonelor forestiere utilizate tradițional în acest scop, creând condiții optime inclusiv pentru utilizarea rațională a plantațiilor forestiere și prevenirea impactului negativ al vizitatorilor asupra mediului natural din cauza încărcării excesive. Amenajarea teritoriului oferă odihnă de calitate pentru un număr mai mare de oameni, contribuie la stabilizarea zonelor de recreere, disciplinează vizitatorii, reduce numărul de încălcări și incendii, ceea ce asigură durabilitatea pădurilor. Zonele în care se concentrează cel mai mare număr de vizitatori ar trebui să fie echipate corespunzător.

La elaborarea unui proiect de amenajare și ameliorare a pădurilor în scop recreativ sau a unui proiect de amenajare peisajeră, vor fi luate măsuri organizatorice, silvotecnice și de protecție a mediului, care să cuprindă măsuri importante ce permit menținerea echilibrului natural, a unui mediu forestier sănătos și valoros din punct de vedere estetic, care îndeplinește pe deplin funcțiile recreativă, sanitară și de îmbunătățire a sănătății, adică, pe de o parte, se urmărește crearea condițiilor pentru ca oamenii să se relaxeze în pădure, pe de altă parte, pentru a preveni digresiunea recreativă a plantărilor. La îngrijirea peisajului, este necesar să se păstreze aspectul natural al acestuia, ținând cont de introducerea adecvată a formelor artificiale și a elementelor peisajului cultural pentru a reduce monotonia peisajului forestier. Îngrijirea pădurilor este orientată inclusiv spre prevenirea incendiilor, reconstrucția arboretelor și reabilitarea pădurilor. Îngrijirea zonelor de agrement prevede tăieri sanitare, de reconstrucție, tăierea pentru formarea lizierei, tăieri de reînnoire, îngrijirea arborilor deosebit de valoroși ș.a. Lucrările de îngrijire includ măsuri de creștere a productivității (inclusiv reabilitarea biologică și hidrotehnică), măsuri de restabilire a biodiversității și menținerii rolului pădurii ca element important de mediu etc. [3, 4]. Astfel, în pădurile urbane și periurbane, teritoriile adiacente stațiunilor balneoclimaterice ș.a. urmează să fie create plantații rezistente la impactul recreativ, complexe ca formă și compoziție, cu includerea speciilor de conifere. Consistența acestora nu trebuie să scadă sub 0,6. Intensitatea lucrărilor este stabilită în funcție de sarcini în fiecare zonă specifică, complexitate, compoziție, vechime, bonitate, structura și starea arboretului. Pentru a păstra integritatea învelișului ierbos și structura solului, lucrările se vor realiza în special în perioada de iarnă.

Principalele obiective ale conducerii pădurilor folosite pentru recreere sunt: formarea de plantații cu compoziția, densitatea și structura speciilor – țintă, oferind și crearea condițiilor favorabile pentru recreere; îmbunătățirea compoziției, distribuției spațiale, calităților estetice ale arboretelor forestiere; îmbunătățirea calității, stabilității biologice și diversității biologice naturale a arboretelor forestiere, fără a reduce potențialul genetic al acestora; conservarea și consolidarea proprietăților de protecție (inclusiv a bazinelor acvatice), sanitară și utilizarea în timp util a lemnului în procesul de creștere a pădurilor, prevenind acumularea excesivă de lemn mort și dezordinea în pădure.

Îmbunătățirea include următoarele activități: amenajarea căărilor și potecilor; amenajarea și dotarea zonelor de agrement și a plajelor; amenajarea parcurilor; dotarea locurilor pentru campare, grătare; construcția foișoarelor, adăposturilor de ploaie, podurilor, scărilor, toaletelor; montarea mobilierului forestier și a formelor arhitecturale mici, a cabinelor de plajă, a indicatoarelor; organizarea de catering și închiriere de echipamente etc. La fel este necesară curățirea și amenajarea bazinelor acvatice și amenajarea izvoarelor.

În concluzie, putem afirma că este necesară creșterea suprafeței pădurilor amenajate în scop recreativ, amenajarea și dotarea corespunzătoare a pădurilor destinate recreerii. Organizarea unor campanii de sensibilizare/educare a populației în legătură cu importanța pădurii pentru mediu și viață; și despre necesitatea gestionării durabile a acestora.

Referințe:

1. CIOBANU, A., GRATI, V. et al. *Norme tehnice privind folosirea, conservarea și dezvoltarea pădurilor Republicii Moldova*. Print-Caro, 2012.499 p. ISBN 978-9975-56-058-0.
2. *Funcțiile sociale ale ecosistemelor forestiere și alte aspecte socio-economice ale gestionării pădurilor*, citat pe <https://www.rasfoiesc.com/business/agricultura/silvicultura/FUNCTIILE-SOCIALE-ALE-ECOSISTE87.php> pe 02.09.2022
3. ЮШКЕВИЧ, М.В., ШИМАН, Д.В., КЛЫШ, А.С. *Рекреационное лесоводство: Учеб.-метод. пособие для студентов специальности 1-75 01 01 «Лесное хозяйство»: в 2 кн. Кн. 1*. Минск: БГТУ, 2021. 258 с. ISBN 978-985-530-918-6.
4. РОЖКОВ, Л.Н. *Основы теории и практики рекреационного лесоводства*. Минск: БГТУ, 2001. 292 с.

PRINCIPII DE GESTIONARE A PĂDURILOR ÎN RAPORT CU MENȚINEREA BIODIVERSITĂȚII FORESTIERE

FOREST MANAGEMENT PRINCIPLES IN RELATION TO MAINTAINING FOREST BIODIVERSITY

Petru CUZA, ORCID: 0000-0003-0192-4427
Rezervația științifică „Plaiul Fagului”

CZU: 502.35:630*1(478)

e-mail: petrucuza@mail.ru

Pe plan global, chiar dacă pădurile sunt gestionate în baza unor principii diferite, acestea dețin o diversitate forestieră ridicată, care se constituie dintr-un șir de specii asociate în structuri diverse ale arboretelor și fac parte din habitate specifice.

Cu referire la pădurile din Republica Moldova, menționăm că până în secolul al XVIII-lea acestea au fost pe larg răspândite, însă urmare a dezvoltării sectorului agrar, arboretele au fost defrișate treptat și înlocuite prin culturi agricole. Începând cu a doua jumătate a secolului al XIX-lea, când suprafața pădurilor din Basarabia a constituit 340 mii ha, aceasta s-a redus semnificativ, astfel în anul 1914 a constituit doar 248,9 mii ha [1]. Defrișarea pădurilor a determinat eliminarea irecuperabilă din natură a unor populații și specii de plante și animale.

Deopotrivă cu defrișările abuzive ale pădurilor, în decursul ultimilor două secole ele au fost gospodărite în baza principiului „tăierilor industriale tradiționale”. Aplicarea în arboretele de stejar a tăierilor rase cu regenerarea lor în generații repetate din lăstari (3-4 generații) a condus la deteriorarea pădurilor și reducerea biodiversității forestiere. În plus, ghinda care se utiliza la instalarea culturilor forestiere era colectată neluându-se în considerație specificul genetic și fiziologic ale arborilor materni [1, 2].

În cazul gestionării tradiționale industriale a pădurilor, influența principală a managementului asupra biodiversității forestiere este soldată prin modificarea structurii și compoziției pădurilor [3]. Urmare a acestui fapt, structura și compoziția sunt, în frecvente cazuri, deteriorate în mod vădit în vederea realizării a unui anumit tip de ecosistem silvic cu funcții distincte. Monitorizarea modificărilor care survin în structura arboretelor, determinantă importantă a biodiversității forestiere, este necesară atunci când nu există date experimentale referitoare la abundența speciilor forestiere și distribuția populațiilor acestora, precum și despre variația lor genetică [4].

În perioada sovietică, în RSS Moldovenească, a fost aplicată regenerarea artificială în arborete, care se executa în exclusivitate prin plantare. Procedul tehnologic prevedea executarea tăierilor rase cu defrișarea ulterioară a cioatelor și desfundarea solului. Defrișarea cioatelor la speciile de stejar, care au un sistem radicular pivotant, în cazuri frecvente a determinat scoaterea la suprafață a rocii materne. Desfundarea solului, în calitate de operație tehnică ulterioară, a determinat amestecarea orizonturilor genetice ale

acestui. Un astfel de procedeu tehnologic aplicat a determinat modificarea substanțială a condițiilor de mediu caracteristice pădurii, ceea ce făcea dificilă, în primii ani după plantare, prinderea, creșterea și adaptarea puieților de stejar la noile condiții de mediu [5]. Această tehnologie, aplicată fiind, a condus la eliminarea de genotipuri și populații naturale din ecosisteme, ceea ce a redus diversitatea forestieră și a deteriorat condițiile de mediu ale habitatului (sol, apă etc.) [2].

După constituirea statului Republica Moldova, lucrările de regenerare a pădurilor au fost reconsiderate, astfel încât, treptat, au fost perfecționate tehnologiile de exploatare-regenerare. În gospodărirea pădurii au fost aplicate tratamentele tăierilor progresive și succesive. Acestea au prevăzut, în funcție de specificul condițiilor staționale, introducerea stejarului pedunculat sau a gorunului sub masiv de pădure prin semănături directe. Promovarea regenerării naturale, dar și instalarea sub masivul pădurii derivate de la tipul natural-fundamental a semințișului prin executarea semănatului ghindei de proveniență locală a constituit o viziune conceptuală nouă, fapt care a permis racordarea procesului tehnologic la modul de regenerare a pădurii pe cale naturală. Regenerarea naturală a arboretelor cu executarea lucrărilor de completare a golurilor neregenerate prin semănarea ghindei speciilor de stejar de proveniență locală a constituit o măsură indispensabilă de menținere a fondului de gene și genotipuri ale populației native în mediul său de trai și, totodată, a oferit soluția optimă de adaptare ecologică a arborilor.

În ultimele decenii, pe plan european, abordările referitoare la gestionarea pădurilor în baza principiului „silviculturii apropiate de natură” s-au soldat cu recomandarea de a „îmbogăți” habitatul printr-o sporire a numărului de elemente structurale, cum ar fi lemnul mort și arborii bătrâni de dimensiuni mari. Pentru implementarea practică, acest fapt înseamnă mărirea vârstei exploatabilității în arborete, păstrarea arborilor cu caracteristici de microhabitat, creșterea volumului de lemn mort și chiar crearea artificială a arborilor morți și a unor cioate înalte [6].

Un alt principiu de management forestier – „silvicultura de retenție” – a fost introdus cu câteva decenii în urmă ca răspuns la procesul de transformare și omogenizare rapidă a pădurilor, în curs de dezvoltare, și la necesitatea de a echilibra mai corect obiectivele producției de lemn și de conservare a biodiversității [7]. Silvicultura de retenție urmărește să reducă contrastele structurale și funcționale dintre pădurile cu funcții prioritare de producție și cele naturale. Aceste dezacorduri de opinie pot fi depășite, în principal, prin sporirea numărului de elemente în structura arboretelor gospodărite, importante pentru menținerea biodiversității forestiere, cum ar fi, de exemplu, arborii bătrâni și cei morți [8]. Obiectivul fundamental a silviculturii de retenție constă în aceea că arborii solitari și/sau trupurile de pădure intacte să fie păstrate la recoltare, având ca scop general atingerea unui nivel de continuitate în structura și complexitatea pădurii, care s-ar asemena mai degrabă cu consecințele perturbărilor naturale, ceea ce ar ameliora biodiversitatea pădurilor și ar spori funcțiile lor ecologice [7]. Principala diferență dintre „silvicultura de retenție” și „silvicultura industrială tradițională” constă în faptul că, în primul caz, arborii sunt selectați și menținuți o perioadă de timp lungă în vederea men-

ținerii biodiversității forestiere. Silvicultura de retenție este promovată ca o modalitate menită să integreze preocupările legate de biodiversitate în silvicultura industrială.

Este foarte necesar să fie înțelese răspunsurile biodiversității forestiere și procesele de formare a unor structuri complexe ale arboretelor în cazul promovării „silviculturii de retenție”, deoarece acest model de recoltare a masei lemnoase este practicat, în prezent, în arborete pe o suprafață de peste 150 mil. de hectare de păduri boreale și temperate [7]. Au fost efectuate numeroase studii care evaluează răspunsurile florei și faunei la retenția forestieră. S-au făcut comparații între suprafețele regenerare după principiul „silviculturii de retenție” și după cel al „silviculturii industriale tradiționale” [9].

Referințe:

1. CUZA, P. *Instalarea și menținerea speciilor de stejar (aspecte teoretice și practice)*. Chișinău: Tipografia centrală, 2017. 256 p. ISBN 978-9975-53-806-0.
2. CUZA, P. Sugestii privind conservarea diversității biologice a pădurilor din Republica Moldova. În: *Analele științifice ale Universității de Stat din Moldova. Seria „Științe chimico-biologice”*. 2001, pp. 181-186.
3. KUULUVAINEN, T. Forest management and biodiversity conservation based on natural ecosystem dynamics in northern Europe: the complexity challenge. In: *Ambio*, 2009, vol. 38(6), pp. 309-315.
4. TABOADA, Á. et al. Plant and carabid beetle species diversity in relation to forest type and structural heterogeneity. In: *Eur. J. Forest Res*, 2010, vol. 129(1), pp. 31-45.
5. CUZA, P. și al. Principiile ecopedologice a reconstrucției arboretelor din Rezervația „Plaiul Fagului”. În: *Factori și procese pedogenetice din zona temperată*. Iași, 2005, vol. 4, pp. 179-184.
6. BAUHUS, J. et al. Silviculture for old-growth attributes. In: *Forest Ecol Manag*, 2009, vol. 258(4), pp. 525-537.
7. GUSTAFSSON, L. et al. Retention forestry to maintain multifunctional forests: a world perspective. In: *BioScience*, 2012, vol. 62, pp. 633-645.
8. LINDENMAYER, D.B. et al. Global decline in large old trees. In: *Science*, 2012, vol. 338, pp. 1305-1306.
9. ROSENVALD, R., LÖHMUS, A. For what, when, and where is green-tree retention better than clear-cutting? A review of the biodiversity aspects. In: *Forest Ecol Manag*, 2008, vol. 255, pp. 1-15.

EVALUAREA IMPACTULUI ANTROPIC ASUPRA RESURSELOR DE APĂ ALE RÂURILOR DIN CADRUL REGIUNII DE DEZVOLTARE NORD A REPUBLICII MOLDOVA

EVALUATION OF HUMAN IMPACT ON WATER RESOURCES OF THE RIVERS FROM NORTH DEVELOPMENT REGION OF THE REPUBLIC OF MOLDOVA

Ana JELEAPOV, ORCID: 0000-0002-2210-7621
Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 556.16(478)

e-mail: anajelepov@gmail.com

Starea resurselor apelor de suprafață din cadrul Regiunii de Dezvoltare Nord a Republicii Moldova este determinată de cei doi factori: naturali și antropici. Factorul antropic joacă un rol important, cu precădere, negativ, în evoluția cantității și calității resurselor de apă. La nivel internațional, pentru a diminua impactul antropic asupra resurselor de apă, a fost elaborată și este implementată Directiva Cadru privind Apa (DCA)[2], scopul căreia este de a proteja și a îmbunătăți calitatea apei. În baza DCA, sunt elaborate planuri de gestionare a bazinelor hidrografice, în cadrul cărora se evaluează impactul antropic asupra apelor, dar și se reglementează măsurile pentru diminuarea acestuia.

Prezenta cercetare este dedicată evaluării impactului activității umane asupra stării cantitative a resurselor de apă ale râurilor mici și mijlocii situate în limitele Regiunii de Dezvoltare Nord (RDN) a Republicii Moldova (Fig. 1). Obiectivele de bază constau în evaluarea surselor principale ce determină modificarea volumelor de apă, estimarea modificărilor resurselor de apă sub acțiunea impactului antropic, elaborarea suportului cartografic specific cercetării. Metodologia de studiu a fost preluată din documentul normativ național [1] în cadrul căruia sunt propuse spre aplicare metode de evaluare a impactului antropic asupra stării hidrologice a râurilor exprimat prin urbanizare, acumulări de apă, activități agricole. Anume, acțiunea acestor elemente a fost estimată în prezenta cercetare, influența altor factori va fi analizată în studii viitoare. Informația spațială utilizată a fost extrasă din [3], iar reprezentările spațiale au fost efectuate cu ajutorul QGIS [4].

Impactul localităților (Fig. 1) asupra scurgerii de apă se exprimă prin creșterea volumelor de apă ce se scurge pe terenurile impermeabile (acoperite cu asfalt, beton, etc.). Astfel, cu cât mai mari sunt suprafețele localităților din cadrul bazinelor hidrografice, cu atât volumele de apă vor crește. În linii generale, ponderea suprafețelor urbanizate se încadrează în limitele 7-13% (Fig. 1), fapt care determină creșterea resurselor de apă cu cca 8,6-18%. Astfel, cea mai mare majorare a volumelor de apă, datorate acestui factor, este specifică pentru bazinul râului Răușel – 18,2%, urmată de Draghiște 17%, Vilia, Racovăț – 15%. În bazinul Soloneț ponderea valorii respective este de 8,6%, iar în celelalte bazine, creșterea volumelor de apă se încadrează în limitele 11-13% (Fig. 2).

În urma evaluării impactului acumulărilor de apă, a fost identificat că scurgerea de apă este supusă diminuării. Evaporarea suplimentară care se datorează majorării oglinzii apei ca rezultat al formării acumulărilor de apă este cauza de bază a acestui fenomen. Astfel, ponderea suprafețelor acumulărilor de apă în cadrul bazinelor hidrografice este în limitele 0,7-3,7%, fiind minimă în bazinele Camenca (baz. Nistru) și Căinari – sub 1%, și maximă în Căldărușa, Șovățul Mare și Șovățul Mic – peste 3% (Fig. 3). În pofida faptului că ponderea acumulărilor de apă este mică, impactul acestui tip de factor este semnificativ, pierderile de apă fiind mari. Astfel, râurile în bazinele cărora ponderea oglinzii apei este mică pierd cca 8-10% din resurse, iar cele cu ponderi maxime – 30-40% (Fig. 4). Râul Răuțel pierde circa 24% din resurse din cauza evaporării suplimentare, iar alte râuri – cca 13-18%, Vilia – 13,4%, Draghiște – 16,7%, Racovăț – 18,5%, Ciuhur – 17,4%, Cubolta -16,3%, Soloneț – 14,7%.

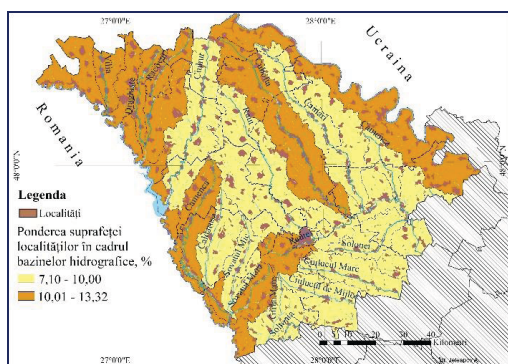


Fig. 1. Repartiția localităților în cadrul bazinelor hidrografice ale RDN

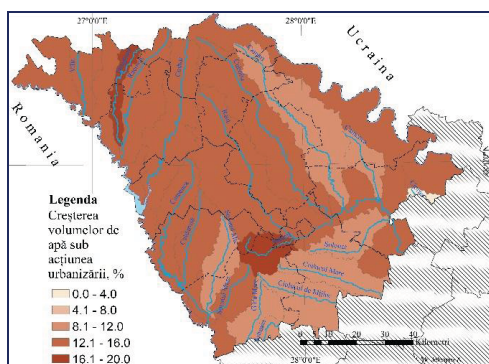


Fig. 2. Creșterea volumelor de apă ale râurilor sub acțiunea urbanizării

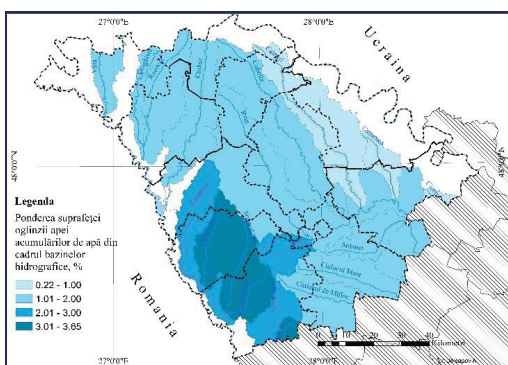


Fig. 3. Ponderea suprafeței acumulărilor de apă în bazinele hidrografice ale RDN

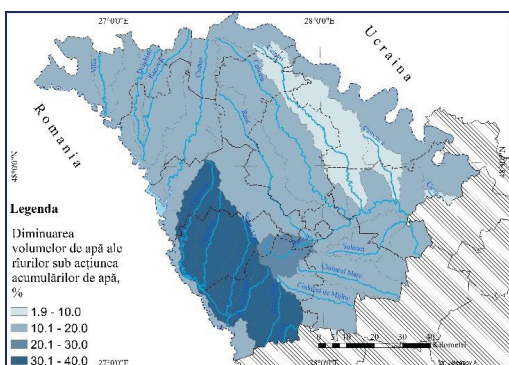


Fig. 4. Diminuarea volumelor de apă ale râurilor sub acțiunea acumulărilor de apă

Activitățile agricole determină diminuarea resurselor de apă. Scurgerea medie anuală se micșorează odată cu creșterea pierderilor de apă cauzate, în special, de evaporare. Conform analizei ponderii categoriilor de utilizare a terenurilor, a fost identificat că

terenurile agricole acoperă majoritatea suprafețelor din cadrul bazinelor hidrografice. Ponderea acestora depășește cu mult 50% în toate zonele-pilot (Fig. 5). Cu toate acestea, resursele de apă sunt influențate nesemnificativ, fiind în descreștere de până la 6-7%.

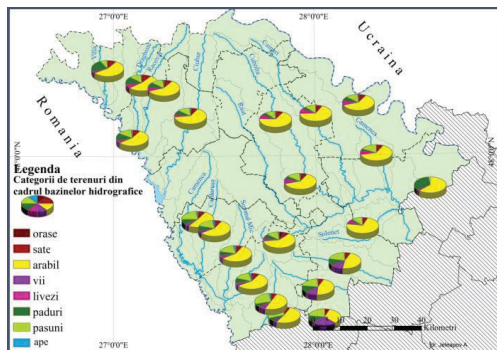


Fig. 5. Ponderea categoriilor de terenuri din cadrul bazinelor hidrografice ale RDN

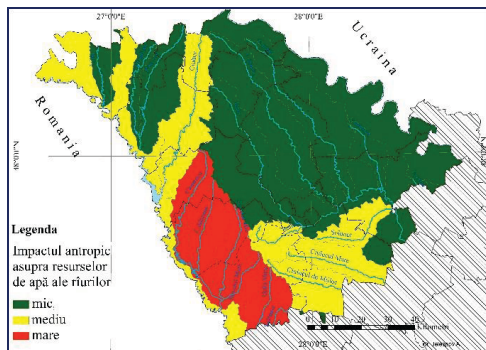


Fig. 6. Modificarea resurselor de apă ale râurilor sub acțiunea activității umane

Evaluarea impactului antropic sumar asupra resurselor de apă a râurilor RDN a arătat că pentru toate râurile se evidențiază descreșterea volumelor de apă. Schimbări de până la -10% sunt caracteristice pentru șapte râuri din toate cele studiate (Vilia, Draghiște, Racovăț, Camenca, Căinari, Cubolta, Răut), ceea ce înseamnă un impact nesemnificativ. Impactul mediu este specific pentru râurile Ciuhur, Căldărușa, Camenca, Soloneț, Răuțel, aici diminuarea volumelor de apă se încadrează în limitele 10-30%. Modificări semnificative sunt specifice pentru Șovățul Mare și Șovățul Mic, în cazul cărora micșorarea resurselor de apă este de peste 30% (Fig. 6).

Referințe:

1. *Determinarea caracteristicilor hidrologice pentru condițiile Republicii Moldova. Normativ în construcții CP D.01.05-2012, ediție oficială.* Agenția Construcții și Dezvoltarea teritoriului Republicii Moldova. Chișinău, 2013. 155 p.
2. *Directiva 2000/60/EC a Parlamentului și a Consiliului European din 23 octombrie 2000 cu privire la stabilirea unui cadru de politică comunitară în domeniul apei.*
3. *Fondului național de date geospațiale al Republicii Moldova.* Disponibil:geoportal.md
4. *Quantum GIS.* [Accesat 27.05.2022]. Disponibil:<https://qgis.org/en/site/>

Prezenta cercetare a fost efectuată în cadrul Proiectului: 20.80009.7007.11 „Evaluarea stabilității ecosistemelor urbane și rurale în scopul asigurării dezvoltării durabile”.

FOTOLIZA INDIRECTĂ A ACIDULUI TIOGLICOLIC ÎN SISTEMELE ACVATICE

INDIRECT PHOTOLYSIS OF THIOGLYCOLIC ACID IN AQUATIC SYSTEMS

Angela LIS, ORCID: 0000-0003-1111-7485
Viorica GLADCHI, ORCID: 0000-0002-5847-4466
Gheorghe DUCA, ORCID: 0000-0001-7265-6293
Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 574.5:544.52:547.367

e-mail: angela.lis@usm.md
e-mail: viorica.gladchi@gmail.com
e-mail: ggduca@gmail.com

Apele naturale de suprafață sunt sisteme deschise ce se află în permanentă interacțiune cu mediul ambiant și reprezintă un colector de poluanți, care ajung în ele cu apele reziduale și de șiroire. Creșterea gradului de civilizație și dezvoltarea impetuoasă a industriei a condus la sporirea gradului de poluare a sistemelor acvatice cu numeroși poluanți de origine antropogenă. Acidul tioglicolic (ATG) este o substanță din clasa tiolilor, de origine antropogenă și datorită aplicației foarte largi în industrie ajunge în sistemele acvatice. Spre deosebire de alți tioli, ATG are o influență negativă asupra organismelor vii [1], de aceea devine important studiul transformării acestui tiol în apele naturale.

În acest context a fost studiată fotoliza indirectă a ATG în prezența H_2O_2 , în calitate de sursă de radicali OH, iar apoi sistemele au devenit mai complexe prin adăugarea ionilor de Fe(III) și Cu(II). Pentru a apropia studiul cât mai mult posibil de condițiile reale în calitate de sursă de iradiere s-a folosit Simulatorul Solar Oriol Model 9119X (SS), înzestrat cu trei filtre:

- filtrul *Air Mass 0 (AM0)*, care emite radiații ce corespund spectrului solar care ajunge spre Terra, până a pătrunde în atmosferă;
- filtrul *Air Mass 1.5 Direct (AM 1,5D)*, care emite radiații ce corespund spectrului solar care ajunge la suprafața solului;
- filtrul *UVC blocking (UVC-bl.)*, care blochează trecerea razelor UV cu lungimile de undă mai mică de 290 nm.

Pentru a evalua transformările ATG, au fost folosite sistemele model, ce conțin diferiți componenți prezenți în apele naturale. Pentru a simula condițiile apelor naturale, după principiul de la simplu la compus, au fost modelate următoarele sisteme: $ATG-H_2O_2-h\nu$; $ATG-H_2O_2-Fe(III)-h\nu$ și $ATG-H_2O_2-Cu(II)-h\nu$. Parametrii cinetici au fost

determinați după concentrația ATG care s-a luat în exces față de concentrațiile celorlalți componenți. În toate sistemele, pe rând s-a variat concentrația unui component, iar concentrațiile celorlalți componenți s-au menținut constante.

Rezultatele obținute pentru primul sistem model, cel mai simplu, sunt prezentate în Fig. a) și b). S-a constatat că vitezele de oxidare fotochimică ale ATG, la variația concentrației acestuia în sistem (Fig. a), în prezența peroxidului de hidrogen, sunt de ordinul $10^{-9} \text{ M}\cdot\text{s}^{-1}$ și descresc odată cu creșterea concentrației de ATG în sistem. Această legitate s-a atestat pentru sistemele iradiate cu toate filtrele folosite și se datorează faptului că spectrul de absorbție al ATG nu se suprapune cu spectrele de emisie ale SS, în prezența celor trei filtre folosite în studiu. Astfel, pentru degradare ATG consumă particulele active generate la fotoliza peroxidului de hidrogen. Deci, ATG are o influență negativă asupra sistemelor acvatic, deoarece conduce la consumul peroxidului de hidrogen și a particulelor active, astfel contribuie la micșorarea capacității de autopurificare a sistemelor acvatic.

Pentru a determina influența H_2O_2 asupra procesului de degradare al ATG, au fost trasate dependențele grafice ale vitezelor de degradare în funcție de concentrațiile H_2O_2 adăugat în sistem (Fig. b). Din rezultatele obținute s-a dovedit că viteza de degradare a ATG crește odată cu creșterea concentrației de H_2O_2 în sistem, ceea ce denotă aportul considerabil al H_2O_2 la degradarea acestuia.

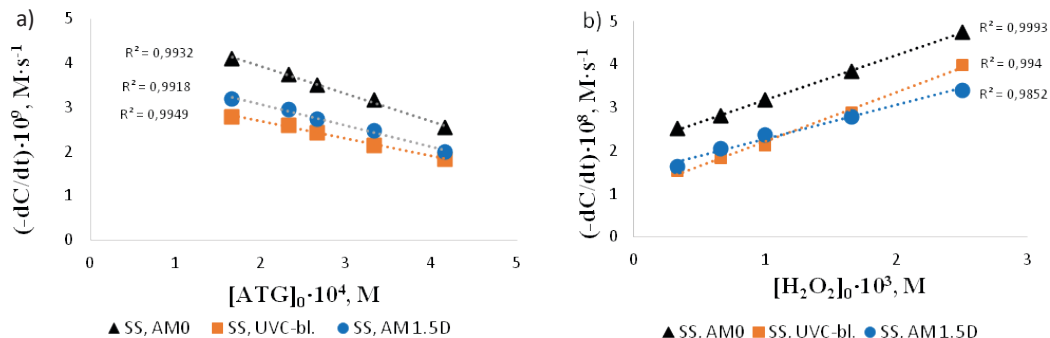
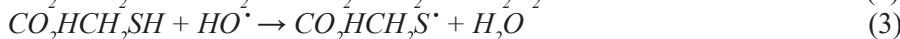
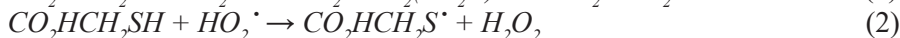
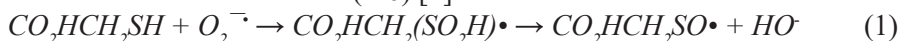
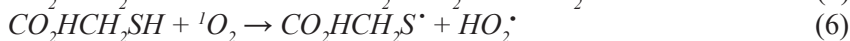


Fig. Dependențele vitezelor de oxidare fotochimică ale ATG la iradiere cu SS în prezența a diferite filtre: a) în funcție de concentrația ATG; b) în funcție de concentrația H_2O_2 , $[\text{H}_2\text{O}_2]_0 = 1 \cdot 10^{-3} \text{ M}$, $[\text{ATG}]_0 = 3,33 \cdot 10^{-4} \text{ M}$, $\text{pH} = 6,8$, $t = 25 \text{ }^\circ\text{C}$

Pornind de la cele expuse, s-a presupus că ATG interacționează cu radicalii generați la descompunerea peroxidului de hidrogen și cu el însuși și se supune transformărilor conform mecanismului descris de ec. (1-6) [2]:





unde: CO_2HCH_2SH - ATG

Parametrii cinetici ai procesului de fotoliză indusă ai ATG sunt prezentați în Tabelul 1. Timpul de înjumătățire ($\tau_{1/2}$) crește în funcție de sursa de iradiere, în ordinea: SS, AM0 (15 h 54 min 32 s) < SS, AM1.5D (21 h 23 min 20 s) < SS, UVC-bl. (22 h 38 min 49 s).

Tabelul 1

Parametrii cinetici ai procesului de fotoliză indusă ai ATG:

$$[ATG]_0 = 3,33 \cdot 10^{-4} M, [H_2O_2]_0 = 1 \cdot 10^{-3} M, pH = 6,8, t = 25 \text{ } ^\circ C$$

| Sursa de iradiere | $k_{med.} \cdot 10^5, s^{-1}$ | $\tau_{1/2}$ |
|-------------------|-------------------------------|------------------|
| SS, AM0 | 1,21 | 15 h 54 min 32 s |
| SS, AM1.5D | 0,90 | 21 h 23 min 20 s |
| SS, UVC-bl. | 0,85 | 22 h 38 min 49 s |

Comparând rezultatele obținute pentru sistemele-model cu ATG și H_2O_2 în absența ionilor de Cu(II) (Tab. 1) și în prezența ionilor de Cu(II) (Tab. 2), s-a constatat că constantele efective de viteză, în prezența ionilor de Cu(II), au crescut de 2,5-3,3 ori, pentru toate sistemele, iar în prezența ionilor de Fe(III), acestea sunt de 1,4-3,0 ori mai mari. În condițiile date, în prezența ionilor de Cu(II), timpul de înjumătățire ($\tau_{1/2}$) al ATG crește în funcție de sursa de iradiere, în ordinea: SS, filtrul AM0 (4 h 45 min 14 s) < SS, filtrul AM1.5D (7 h 33 min 2 s) < SS, filtrul UVC-bl. (11 h 19 min 33 s). În prezența ionilor de Fe(III), timpul de înjumătățire ($\tau_{1/2}$) al ATG crește în funcție de sursa de iradiere, în ordinea: lampa DRT-400 (52 min 2 s) < SS, filtrul AM0 (5 h 16 min 30 s) < SS, filtrul AM1.5D (9 h 37 min 37 s) < SS, filtrul UVC-bl. (15 h 24 min 11 s).

Tabelul 2

Parametrii cinetici ai procesului de fotoliză indusă ai ATG în prezența ionilor de Cu(II)

și Fe(III): $[ATG]_0 = 3,33 \cdot 10^{-4} M, [H_2O_2]_0 = 1 \cdot 10^{-3} M, [Cu(II)]_0 = 1 \cdot 10^{-5} M,$

$[Fe(III)]_0 = 1 \cdot 10^{-5} M, pH = 6,8, t = 25 \text{ } ^\circ C$

| Sursa de iradiere | Sistemul | $k_{med.} \cdot 10^5, s^{-1}$ | $\tau_{1/2}$ |
|-------------------|----------|-------------------------------|------------------|
| SS, AM0 | 1 | 4,0 | 4 h 45 min 14 s |
| | 2 | 3,6 | 5 h 16 min 30 s |
| SS, AM1.5D | 1 | 2,5 | 7 h 33 min 2 s |
| | 2 | 2,0 | 9 h 37 min 37 s |
| SS, UVC-bl. | 1 | 1,7 | 11 h 19 min 33 s |
| | 2 | 1,2 | 15 h 24 min 11 s |

1 - $ATG-H_2O_2-Cu(II)-hv$; 2 - $ATG-H_2O_2-Fe(III)-hv$.

Așadar, din rezultatele obținute pe sisteme model, se poate concluziona că ATG se supune transformărilor fotochimice cu consumul particulelor reactive, generate la foto-disocierea peroxidului de hidrogen. Aceasta are influență negativă asupra ecosistemelor acvatice, deoarece poate conduce la consumul total de peroxid de hidrogen din ape și la stabilirea unei stări de *redox-toxicitate*. Ionii de Cu(II) și Fe(III) catalizează efectiv procesul de generare a particulelor reactive, astfel contribuind la intensificarea procesului de oxidare a ATG.

Referințe:

1. LIS, A., GLADCHI, V., DUCA, Gh., TRAVIN, S. Sensitized photolysis of thio-glycolic acid in aquatic environment. In: *Chemistry Journal of Moldova, General, Industrial and Ecological Chemistry*. 2021, no. 16(1), pp. 46-59.
2. CHU, C., STAMATELATOS, D., MCNEILL, K. Aquatic indirect photochemical transformations of natural peptidic thiols: impact of thiol properties, solution pH, solution salinity and metal ions. In: *Environmental Science and Pollution Research*. 2017, pp. 1518-1527.

Articol elaborat în cadrul Proiectului instituțional: 20.8009.5007.27 „Mecanisme fizico-chimice ale proceselor redox cu transfer de electroni implicate în sisteme vitale, tehnologice și de mediu”.

FOTOTRANSFORMAREA ACIDULUI FOLIC ÎN SOLUȚII APOASE

PHOTOTRANSFORMATION OF FOLIC ACID IN AQUEOUS SOLUTIONS

Viorica GLADCHI, ORCID: 0000-0002-5847-4466

Angela LIS, ORCID: 0000-0003-1111-7485

Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 544.52:577.164.1

e-mail: viorica.gladchi@gmail.com

e-mail: angela.lis@usm.md

Poluarea apei cu produse farmaceutice și probiotice este o problemă emergentă de mediu, datorită utilizării lor pe scară largă în întreaga lume. Vitaminele sunt un grup de compuși esențiali pentru dezvoltarea și creșterea normală a organismelor vii. În prezent, deficitul de vitamine rezultă în principal din sărăcie, preferințele alimentare, consumul de droguri. Acidul folic (AF), care face parte dintre acestea, după administrare sau cu apele reziduale ajunge în sistemele acvatice de la întreprinderile producătoare, precum și cu apele menajere [1].

AF (acidul pteroil-L-glutamic) este un component esențial, pe larg cunoscut ca o vitamină din grupa B (vitamina B9). AF reprezintă o formă sintetică a vitaminei B9 și nu se regăsește în mod natural în alimente, ci sub formă de supliment alimentar, iar folatul este forma naturală a vitaminei B9. Totodată, după ce ajunge în organism, AF este transformat în vitamina B9 pentru a putea fi asimilat. Folatul este esențial în numeroase procese biochimice, așa ca sinteza și repararea ADN-ului. Acidul folic este, sub aspect metabolic, inactiv, dar se poate transforma după reducerea nucleului pteridinic în acid 5,6,7,8-tetrahidrofolic (acid tetrahidropteroilglutamic, Fig. 1), compus care posedă proprietăți coenzimatice [2].

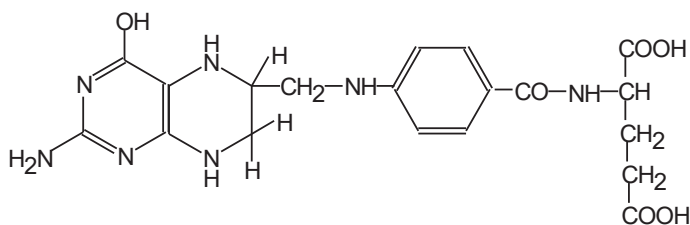


Fig. 1. Structura chimică a acidului tetrahidrofolic [2]

Deși în sistemele biologice AF are o importanță esențială, ajungând în sistemele acvatice, acesta participă în procesele de oxido-reducere și poate influența starea redox a acestora. De aceea în această cercetare s-au studiat transformările AF, pe sisteme model, în soluții apoase.

Din rezultatele practice obținute, s-a constatat că AF nu se supune transformărilor cu oxigenul dizolvat în apă, deci este un substrat de tip peroxidazic, și de aceea probele studiate au fost supuse iradierii cu raze ultraviolete. În calitate de sursă de iradiere s-a folosit lampa policromatică DRT-400. Inițial, pentru a determina dacă AF potențial ar putea să se supună fotolizei directe, a fost înregistrat spectrul de absorbție al acestuia (Fig. 2).

Din Figura 2 se observă că AF are un maxim de absorbție în domeniul UV la 281 nm, ceea ce este în concordanță cu studiile anterioare [3], deci acest potențial ar putea să se supună fotolizei directe. De aceea, ulterior a fost modelat următorul sistem: $AF-h\nu$, în care s-a variat concentrația inițială a AF în domeniul $(1-9) \cdot 10^{-4}$ M. Ulterior, concentrația AF a fost determinată spectrofotometric, din următoarea relație: $C(AF) = \frac{A^{281} - 0,0117}{0,1033}$, ($R^2=0,9997$).

Pentru caracterizarea cinetică a procesului de fotoliză directă, au fost calculate vitezele de oxidare și a fost trasată dependența grafică $W = f([AF])$ (Fig. 3).

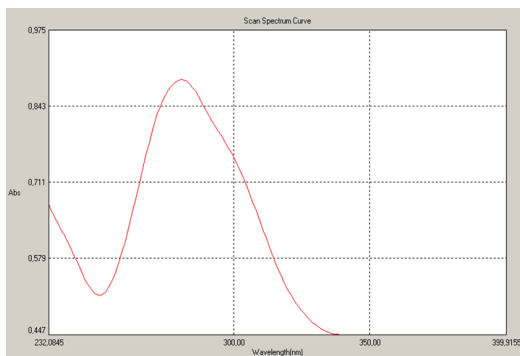


Fig. 2. Spectrul de absorbție al AF:
 $[AF] = 1,13 \cdot 10^{-4}$ M, $l = 1$ cm

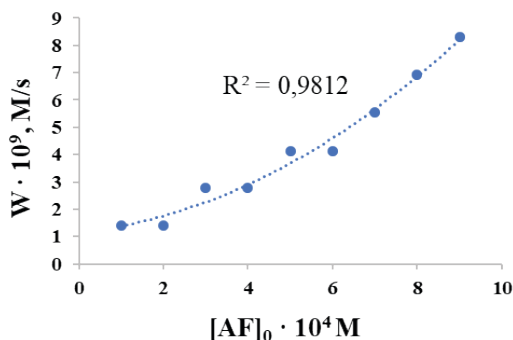


Fig. 3. Variația vitezelor fotolizei directe a AF în funcție de concentrația lui, sistem iradiat la lampa policromatică DRT-400, $pH = 5,8$, $t = 20$ °C

Din rezultatele obținute, rezultă că AF se supune fotolizei directe, deoarece spectrul de absorbție al acestuia se suprapune cu spectrul de emisie al lămpii DRT-400 (care are spectrul de emisie în domeniul 220-600 nm) [4]. Din Figura 3 se constată că viteza de oxidare a AF crește odată cu creșterea concentrației acestuia și s-au încadrat în limitele $(1-8) \cdot 10^{-9}$ M·s⁻¹, la condițiile menționate mai sus. Deși spectrul de absorbție al AF se suprapune destul de bine cu spectrul de emisie al lămpii, vitezele de transformare ale acestuia sunt destul de mici, ceea ce se explică prin faptul că procesul are loc în soluții diluate, de aceea are loc dezactivarea moleculelor excitate la interacțiunea cu moleculele solventului.

Pornind de la faptul că vitezele de fotoliză directă ale AF sunt mici, au fost făcute studii asupra procesului de fotoliză indusă ale acestuia cu radicali OH, generați în procesul de

iradiere al peroxidului de hidrogen și s-a modelat următorul sistem: $AF-H_2O_2-h\nu$. Variația vitezelor de fotoliză indusă a AF în prezența H_2O_2 sunt prezentate în Figurile 4 și 5.

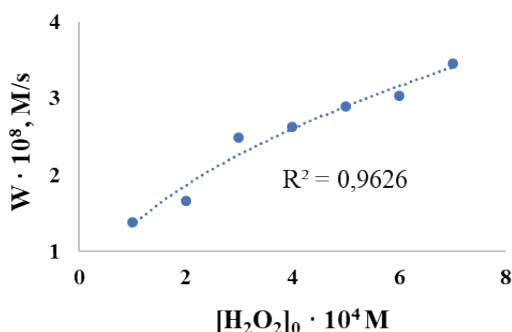
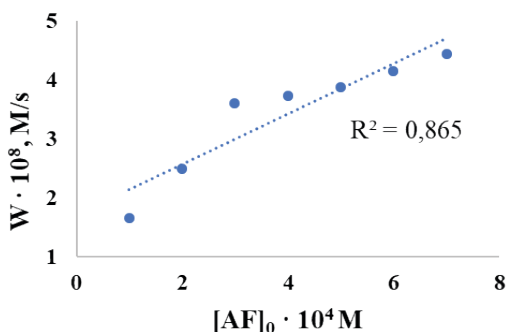


Fig. 4. Variația vitezei de fotoliză indusă a AF la variația concentrației lui, $[H_2O_2H_2O_2] = 2 \cdot 10^{-4} M$, $pH = 5,8$, $t = 20^\circ C$ Fig. 5. Variația vitezei de fotoliză indusă a AF, la variația concentrației peroxidului de hidrogen, $[AF] = 2 \cdot 10^{-4} M$, $pH = 5,8$, $t = 20^\circ C$

Din Figurile 4 și 5 se observă că viteza fotolizei indusă a AF în prezența peroxidului de hidrogen, ca sursă de radicali OH, crește odată cu creșterea concentrațiilor inițiale ale AF și H_2O_2 în sistem, și sunt aproximativ cu un ordin mai mari, comparativ cu cele ale fotolizei directe. Aceasta se datorează faptului că la iradiere are loc fotodisocierea H_2O_2 cu generarea radicalilor OH, care accelerează procesul de transformare al AF. Rezultatele obținute pentru parametrii cinetici ai procesului de fotoliză directă și indusă ai AF sunt prezentate în Tabel..

Tabel

Parametrii cinetici ai procesului de fotoliză ai AF, sisteme model iradiate la lampa policromatică DRT-400

| Sistemul model | Ecuțiile matematice ale vitezei | K, s ⁻¹ | $\tau_{1/2}$ |
|----------------------|---------------------------------|----------------------|-----------------|
| $AF - h\nu$ | $W=K[AF]^{0.8}$ | $7,75 \cdot 10^{-5}$ | 2 h 28 min 40 s |
| $AF - H_2O_2 - h\nu$ | $W=K[AF]^{0.5}[H_2O_2]^{0.5}$ | $5,14 \cdot 10^{-4}$ | 22 min 28 s |

Din Tabel s-a stabilit că în condițiile date, AF se va supune fotolizei induse în prezența peroxidului de hidrogen de 6-7 ori mai rapid decât la fotoliza directă.

Referințe:

1. VECHTOMOVA, Y. L., TELEGINA, T. A., KOLESNIKOV, M. P., RITSKY, M. S. Photobiochemistry of folates: A photochemical reduction of folic

- acid. In: *Applied Biochemistry and Microbiology*, 2010, 46(3), pp. 339-345. doi:10.1134/s0003683810030154.
2. JUZENIENE, A., THU TAM, T. T., IANI, V., MOAN, J. The action spectrum for folic acid photodegradation in aqueous solutions. In: *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*. 2013, 126, pp. 11-16. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2013.05.011>.
 3. MATIAS, R., RIBEIRO, P.R.S., SARRAGUÇA, M.C., LOPES, J.A. A UV spectrophotometric method for the determination of folic acid in pharmaceutical tablets and dissolution tests. In: *Analytical Methods*. 2014, 6(9), 3065. DOI: 10.1039/c3ay41874j.
 4. LIS, A., GLADCHI, V., DUCA, Gh., TRAVIN, S. Sensitized photolysis of thio-glycolic acid in aquatic environment. In: *Chemistry Journal of Moldova, General, Industrial and Ecological Chemistry*. 2021, 16(1), pp. 46-59.

Articol elaborat în cadrul Proiectului instituțional: 20.8009.5007.27 „Mecanisme fizico-chimice ale proceselor redox cu transfer de electroni implicate în sisteme vitale, tehnologice și de mediu”.

OXIDAREA/MINERALIZAREA SURFACTANTULUI ANIONIC DODECILBENZSULFONATULUI DE SODIU CU REAGENTUL FENTON

OXIDATION/MINERALIZATION OF ANIONIC SODIUM DODECYL BENZENESULFONATE SURFACTANT BY FENTON REAGENT

Maria GONȚA, ORCID: 0000-0003-3476-0967

Larisa MOCANU, ORCID: 0000-0003-3306-5292

Elizaveta LEONTEV, ORCID: 0000-0002-3398-5147

Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 544.526.1:542.943

e-mail: mvgonta@yahoo.com

e-mail: lmdordea@gmail.com

Detergenții conțin printre alte componente compuși tensioactivi de natură chimică diferită (anionici, cationic, amfoter și neionici), care pătrund în apele reziduale după utilizarea lor în diferite domenii. Investigarea prezenței concentrațiilor scăzute de agenți tensioactivi, degradarea și identificarea acestora și a metaboliților este un domeniu actual. Agenții tensioactivi se îndepărtează parțial din apele uzate prin tratare cu nămol activ. Însă în condiții anaerobe, agenții tensioactivi nu se supun oxidării/mineralizării, astfel rămân în apele epurate și se deversează în mediul ambiant. În aceste condiții, surfactanții pot fi îndepărtați prin degradare cu diverși agenți oxidanți.

În ultimele decenii, au fost efectuate studii asupra noilor tehnologii cunoscute sub numele de procese avansate de oxidare (POA), care s-au dovedit extrem de eficiente în oxidarea compușilor organici și micropoluantilor anorganici. Majoritatea POA-urilor se bazează pe generarea de radicali OH în mediu care sunt specii foarte reactive, neselective, capabile să interacționeze cu majoritatea compușilor organici și anorganici. Astfel, procesele de oxidare avansate sunt recomandate pentru pretratarea apelor uzate sau epurarea terțiară când contaminanții din apele uzate au o stabilitate chimică ridicată și/sau biodegradabilitate scăzută.

Obiectivul prezentului studiu a fost de a analiza prin metode de tratare bazate pe generarea *in situ* a radicalilor liberi pentru îndepărtarea surfactantului dodecil-benzosulfonatului de sodiu (DDBS), considerat ca surfactant model. POA pot fi de numeroase tipuri, inclusiv oxidarea cu ozon, Fenton ($\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$) [1], electro-Fenton [2], fotoFenton ($\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$), UV/ H_2O_2 etc.

În lucrarea dată a fost studiat procesul de degradare al surfactantului anionic dodecilbenzosulfonatului de sodiu ($\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{Na}$ (DDBS) prin utilizarea reagentului Fenton ($\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$). Reacțiile Fenton și foto-Fenton sunt POA unde speciile oxidante sunt generate la descompunerea peroxidului de hidrogen în prezența catalizatorului $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$. Ca rezultat are loc generarea radicalilor OH, care la rândul lor oxidează substratul. Apoi ionii Fe^{3+} pot fi reduși prin reacția cu H_2O_2 cu formarea din nou a ionilor feroși, care,

la rândul lor, suplimentează concentrația radicalilor OH. Al doilea proces este mai lent decât reacția Fenton și permite regenerarea Fe²⁺, conform ec. 1-3:



Datorită acestor procese, avem diferite viteze de oxidare/mineralizare a surfactantului: etapa inițială rapidă și următoarea etapă mai lentă. *Metodele utilizate.* DDDBS a fost determinat folosind metoda spectrofotometrică – extracțională, iar în calitate de reagent s-a folosit albastru de metilen (AM). Studiile experimentale s-au bazat pe transferul AM dintr-o soluție apoasă în fază organică (chloroform) datorită interacțiunii surfactantului anionic încărcat negativ cu AM care este un colorant cationic cu sarcină pozitivă.

S-a studiat influența diferiților parametri asupra oxidării/mineralizării DDDBS. A fost cercetat efectul pH-ului în intervalul 2,5-3,5 la oxidarea catalitică cu reagentul Fenton a surfactantului anionic dodecilbenzulfonat de sodiu (C₁₂H₂₅C₆H₄SO₃Na) cu concentrația de 20 mg/L. La un pH 3, s-a stabilit cea mai mare viteză de reacție pentru sistemul Fe²⁺/H₂O₂. La un pH mai acid se formează o cantitate mai mică de radicali OH, respectiv s-a obținut o eficiență mai scăzută a degradării, din cauza că H₂O₂ a fost protonat de ioni de hidrogen în exces cu formarea de ioni de peroxonă (H₃O₂⁺), care sunt mai puțin active în reacția cu Fe²⁺. S-a constatat că oxidarea catalitică a DDDBS-ului cu reactivul Fenton decurge cu cea mai înaltă viteză de reacție (1,56·10⁻⁷ M/s) la pH egal cu 3, timp de 30 min. Anume la acest pH, în sistemul studiat în prezența reagentului Fenton se generează cea mai înaltă concentrație de radicali OH pentru degradarea acestui poluant. La un pH mai înalt are loc procesul de hidroliză al catalizatorului și viteza scade (Tab. 1).

Tabelul 1

Înlăturarea DDDBS (20 mg/L) din soluție apoasă la diferite valori ale pH-ului (după 30 min de reacție), [H₂O₂]= 1·10⁻³M, [Fe²⁺] = 1·10⁻³ M

| pH | C _{DDDBS} , mg/L | Degradarea, % | k·10 ⁻³ , s ⁻¹ | Δc/Δt ·10 ⁻⁷ , molL ⁻¹ s ⁻¹ |
|-----|--|---------------|--------------------------------------|--|
| 2,5 | 14,1 | 29,5 | 0,195 | 1,15 |
| 3,0 | 12,92 | 40,25 | 0,286 | 1,56 |
| 3,5 | Are loc hidroliza Fe ²⁺ și Fe ³⁺ | | | |

Influența concentrației H₂O₂ asupra oxidării catalitice a DDDBS, s-a studiat în intervalul cuprins între (1·10⁻⁵-1·10⁻³) M (Tab. 2). Conform rezultatelor experimentale, s-a stabilit că odată cu mărirea concentrației de H₂O₂ până la anumit nivel (1·10⁻³ M), procesul de oxidare în sistemul Fe²⁺/H₂O₂ decurge cu o viteză inițială de reacție 2,89·10⁻⁷ M/s și cu o degradare aproximativ de 74,4%. Aceasta se explică prin creșterea vitezei de producere a radicalilor OH. La creșterea în continuare a concentrației inițiale de H₂O₂ în sistemul dat viteza procesului este limitată.

Influența concentrației ionilor de Fe^{2+} asupra oxidării catalitice a DDBS. Gradul de oxidare a surfactanților anionici depinde, la fel, de concentrația ionilor Fe^{2+} . A fost evaluată influența concentrației catalizatorului în intervalul ($1 \cdot 10^{-5}$ - $1 \cdot 10^{-3}$) M.

Tabelul 2

Înlăturarea DDBS (20 mg/L) din soluție apoasă la diferite valori ale H_2O_2 (după 30 min de reacție), $[\text{H}_2\text{O}_2] = 1 \cdot 10^{-3}\text{M}$, $[\text{Fe}^{2+}] = 1 \cdot 10^{-3}\text{M}$, $\text{pH}=3$

| $[\text{H}_2\text{O}_2]_0, \text{M}$ | $C_{\text{rem}}, \text{mg/L}$ | Degradarea, % | $k \cdot 10^{-3}, \text{s}^{-1}$ | $\Delta c/\Delta t \cdot 10^{-7}, \text{molL}^{-1}\text{s}^{-1}$ |
|--------------------------------------|-------------------------------|---------------|----------------------------------|--|
| $1 \cdot 10^{-5}$ | 8,73 | 56,35 | 0,461 | 2,189 |
| $5 \cdot 10^{-5}$ | 6,85 | 65,75 | 0,596 | 2,556 |
| $1 \cdot 10^{-4}$ | 5,69 | 71,55 | 0,698 | 2,778 |
| $1 \cdot 10^{-3}$ | 5,12 | 74,4 | 0,759 | 2,894 |

Influența concentrației ionilor de Fe^{2+} asupra oxidării catalitice a DDBS. Gradul de oxidare a surfactanților anionici depinde, la fel, de concentrația ionilor Fe^{2+} . A fost evaluată influența concentrației catalizatorului în intervalul ($1 \cdot 10^{-5}$ - $1 \cdot 10^{-3}$) M. Rezultatele obținute din Tabelul 3 indică faptul că creșterea concentrației de ioni Fe^{2+} determină creșterea vitezei de eliminare și degradare a DDBS datorită creșterii concentrațiilor de radicali OH. Ca urmare a investigațiilor experimentale, s-a constatat că creșterea concentrației ionilor Fe^{2+} până la $1 \cdot 10^{-3}$ M duce la creșterea vitezei inițiale de reacție a procesului de oxidare a DDBS până la $2,34 \cdot 10^{-7}$ M/s. Pe de altă parte, o concentrație mai mare de ioni Fe^{2+} nu este recomandată în practică, deoarece necesită costuri mai mari și poate fi necesar un tratament adăugător. Deși, am putea crește viteza de oxidare prin mărirea concentrației de ioni Fe^{2+} , s-a dovedit în unele studii că o doză mai mare de ioni Fe^{2+} poate provoca recombinația radicalilor OH.

Tabelul 3

Înlăturarea DDBS (20 mg/L) din soluție apoasă la diferite valori ale ionilor Fe^{2+} (după 30 min de reacție), $[\text{H}_2\text{O}_2] = 1 \cdot 10^{-3}$ M, $\text{pH}=3$

| $[\text{Fe}^{2+}]_0, \text{M}$ | C(DDBS), mg/L | Degradarea, % | $k \cdot 10^{-3}, \text{s}^{-1}$ | $\Delta c/\Delta t \cdot 10^{-7}, \text{molL}^{-1}\text{s}^{-1}$ |
|--------------------------------|---------------|---------------|----------------------------------|--|
| $1 \cdot 10^{-5}$ | 9,46 | 52,7 | 0,416 | 2,047 |
| $1 \cdot 10^{-4}$ | 8,18 | 59,1 | 0,497 | 2,295 |
| $1 \cdot 10^{-3}$ | 7,91 | 60,45 | 0,516 | 2,347 |

Influența **concentrației inițiale** de DDBS asupra eficienței eliminării acestui surfactant a fost studiată prin variația concentrațiilor acestuia de la 20 până la 50 mg/L. Prin urmare, s-a stabilit că concentrația poluantului are un efect considerabil asupra vitezei de reacție în procesul de oxidare: cu cât concentrația SDBS este mai mare în sistemul model ($[\text{SDBS}] = 50$ mg/L) cu atât viteza de reacție este mai mare ($8,25 \cdot 10^{-7}$ M/s), comparativ cu viteza de reacție ($2,84 \cdot 10^{-7}$ M/s) în sistemul model ce conține $[\text{DDBS}] = 20$ mg/L.

Tabelul 4

Înlăturarea DDBS (20-50 mg/L) din soluție apoasă la diferite concentrații de Fe^{2+} și H_2O_2 (după 30 min de reacție), $[\text{H}_2\text{O}_2]=1 \cdot 10^{-3}$ M, $[\text{Fe}^{2+}]=1 \cdot 10^{-3}$ M, pH=3

| $[\text{DDBS}]_0$, mg/L | C_{rem} , mg/L | Degradarea, % | CCO_{Cr} , % | $k \cdot 10^{-3}$, s^{-1} | $\Delta c/\Delta t \cdot 10^{-7}$, $\text{molL}^{-1}\text{s}^{-1}$ |
|-----------------------------|-------------------------|------------------|------------------------------|-------------------------------------|--|
| 20 | 5,39 | 73,05 | 68 | 0,729 | 2,839 |
| 30 | 5,77 | 80,7 | 78,6 | 0,915 | 4,683 |
| 40 | 5,93 | 85,17 | 81,2 | 1,061 | 6,589 |
| 50 | 7,3 | 85,4 | 79,9 | 1,069 | 8,256 |

Concluzie. Ca rezultat al studiilor experimentale, au fost analizate condițiile de degradare ale surfactantului dodecilbenzensulfonatului de sodiu în funcție de diferiți parametri fizico-chimici. S-a stabilit că la condiții optime ($[\text{H}_2\text{O}_2]=1 \cdot 10^{-3}$ M, $[\text{Fe}^{2+}]=1 \cdot 10^{-3}$ M, pH=3) ca rezultat al degradării surfactantului anionic DDBS (20mg/L) în sistemele model $\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$, performanța procesului de degradare a surfactantului poate să crească până la 74,4%, iar concentrația surfactantului anionic în sistem scade de la 20 până la 7 mg/L. Viteza de degradare și mineralizare este determinată de concentrația radicalilor OH formați pe suprafața catalizatorului și de probabilitatea ca radicalii OH să interacționeze cu moleculele de surfactant. Astfel, viteza procesului poate atinge în condiții optime mărimea de $2,89 \cdot 10^{-7} \text{molL}^{-1}\text{s}^{-1}$, iar constantele de viteză $0,76 \cdot 10^{-3} \text{s}^{-1}$.

Referențe:

1. BRINKAB, A, SHERIDANAB, C.M., HARDINGAB, K.G. The Fenton oxidation of biologically treated paper and pulp mill effluents: A performance and kinetic study. In: *Process Safety and Environmental Protection*. 2017, 107, pp. 206-215.
2. BABUPONNUSAMI, A., MUTHUKUMAR. K. Review on Fenton and improvements to the Fenton process for wastewater treatment. In: *Journal of Environmental Chemical Engineering*. 2014, (2)1, pp. 557-572.

Lucrarea a fost elaborată în cadrul Proiectului Programului de Stat „Mecanisme fizico-chimice ale proceselor redox cu transfer de electroni implicate în sistemele vitale, tehnologice și de mediu”. Cifrul: 20.80009.500727.

SALICILIDEN-4-ETILTIOSEMICARBAZIDAȚII DE Cu(II) CARE CONȚIN SULFANILAMIDE

Cu(II) SALICYLIDEN-4-ETHYLTHIOSEMICARBAZIDATES CONTAINING SULPHANILAMIDE

Aliona COTOVAIA, ORCID: 0000-0002-5299-2887

Victor ȚAPCOV, ORCID: 0000-0003-1732-3116

Mihaela DARII

Aurelian GULEA, ORCID: 0000-0003-2010-7959

Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 544.142.3:546.56:547.497

e-mail: cotovaia@gmail.com

e-mail: vtsapkov@gmail.com

e-mail: darii011017@gmail.com

e-mail: guleaaurelian@gmail.com

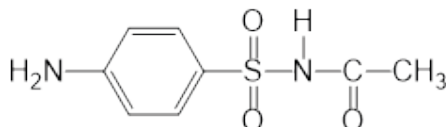
Un loc deosebit în chimia coordinativă modernă este ocupat de direcția științifică ce se ocupă de sinteza și studiul fizico-chimic al compușilor coordinativi ai metalelor tranzitive cu liganzi organici polifuncționali, care posedă o tendință mare de coordinare, formând compuși cu compoziție, structură și proprietăți foarte diferite, iar datorită activității biologice înalte, unii din ei și-au găsit aplicare în medicină. Activitatea biologică a complexilor este dependentă de structura locală din jurul ionilor metalici, de compoziția și structura ligandului, precum și de tipul și tăria legăturilor chimice stabilite ca rezultat al coordinării ligandului la ionul metalic [1-3].

Interesul în studierea tiosemicarbazonelor a crescut continuu în ultimii ani. Cercetările au arătat că activitatea lor farmacologică se datorează abilității de a forma chelați cu metalele prezente în celulele vii. S-a constatat, de asemenea, că activitatea biologică a acestor liganzi crește odată cu coordinarea lor la ionii metalici, cum ar fi: cupru, nichel, mangan etc. Astfel, un număr mare de tiosemicarbazone, precum și combinațiile coordinative corespunzătoare au acțiune antitumorală, antituberculoasă, antimicrobiană, antifungică, antivirală etc.

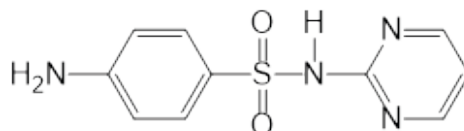
Scopul lucrării date constă în stabilirea condițiilor optime de sinteză a compușilor coordinativi ai cuprului(II) cu 4-etiltiosemicarbazona (H_2L) aldehidei salicilice și sulfanilamidele: sulfacetamida (Sf^1), etazolul (Sf^2), sulfazina(Sf^3), streptocida albă (Sf^4), stabilirea compoziției lor și studiul proprietăților fizico-chimice și medico-biologice.

Sulfanilamide Sf^{1-4} :

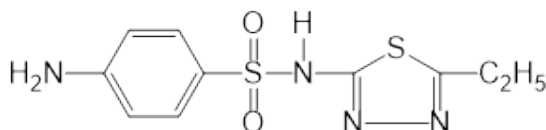
- Sulfacetamidă (Sf^1)



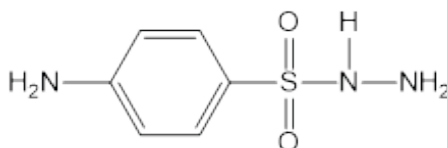
- Sulfazina (Sf²)



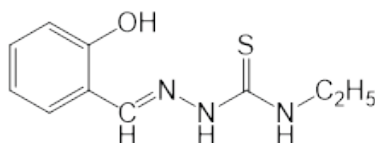
- Etazol(Sf³)



- Streptocida albă (Sf⁴)

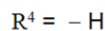
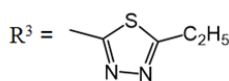
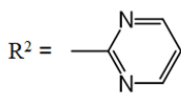
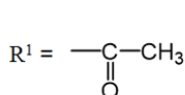
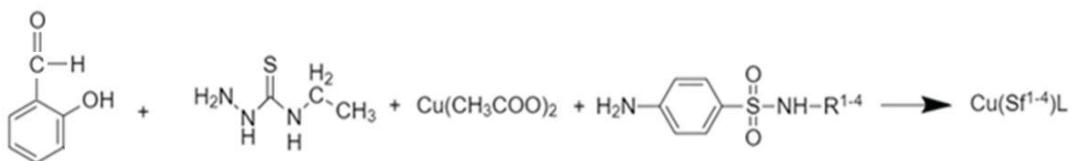


H₂L:



Experimentul a demonstrat, că, în urma interacțiunii soluțiilor alcoolice de aldehydă salicilică cu 4-etiltiosemicarbazida și acetatul de cupru(II) în prezența sulfanilamidelor (Sf¹⁻⁴) luate în raport molar 1:1:1:1, se obțin substanțe microcristaline de culoare brună, pentru care, în baza datelor analizei la metal, a fost stabilită compoziția Cu(Sf¹⁻⁴)L.

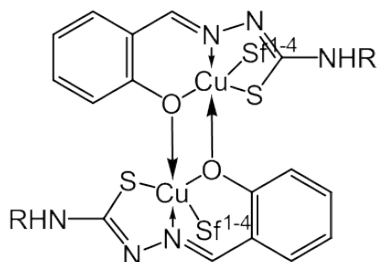
Schema generală de sinteză a compușilor poate fi prezentată în următorul mod:



În baza rezultatelor analizelor fizico-chimice realizate s-a presupus că în soluție, în prezența ionilor de cupru(II), decurge reacția de condensare a tiosemicarbazidei cu alde-

hida salicilică, cu formarea H_2L care după cum este cunoscut din literatură, coordonează cu atomul central ca ligand tridentat dublu deprotonizat, al patrulea loc în sfera internă a compușilor complecși sintetizați îl ocupă moleculele sulfanilamidelor, care îndeplinesc funcția de liganzi monodentați.

Analiza comparativă a spectrelor de absorbție în domeniul IR ale compușilor sintetizați și spectrele tiosemicarbazidei și aldehidei salicilice inițiale a stabilit că tiosemicarbazona studiată în complecși se comportă ca ligand tridentat dublu deprotonizat, unindu-se cu ionul central prin intermediul atomului de oxigen fenolic, a azotului azometinic și a sulfului, formând două metalocicluri din cinci și șase atomi:



Rezultatele studiului activității antimicrobiene ale compușilor sintetizați indică că 4-etiltiosemicarbazona aldehidei salicilice, sulfanilamidele și acetatul de cupru(II) monohidrat inițiale nu manifestă activitate antimicrobiană, iar salicilidentiosemicarbazidații de cupru(II) ce conțin sulfacetamida și tiazolul posedă activitate bacteriostatică și bactericidă față de bacteriile gram-pozitive și gram-negative.

Referințe:

1. PRISAKARI, V. et al. Synthesis and antimicrobial activity of coordination compounds of copper with substituted salicylaldehyde thiosemicarbazones. In: *Translated from Khimiko-Farmatsevticheskii Zhurnal*, 2005, vol. 39, no. 6, pp. 30-32.
2. GULEA, A., LOZAN-TIRSU, C., TAPCOV, V., RUDIC, V. Antimicrobial effect of copper coordination compounds containing sulphanyl amides and 4-phenylthiosemicarbazone pyridine-2-carboxyaldehyde. In: *1^{er} Colloque Franco-Roumain de Chimie Medicinale*. 07-08 octombrie 2010, Univ. Alexandru Ioan Cuza, Iasi, Roumanie, p.48.
3. PRISACARI, V., ȚAPCOV, V., BURACIOV, S., BÂRCĂ, M., GULEA, A. Complecși interni de cupru(II) cu acțiune antimicrobiană și antimicotică. *Expoziție Internațională specializată „Infoinvent-2009”*, 24-27 noiembrie 2009, Catalog Oficial, p. 87.

Articol elaborat în cadrul Proiectului: „Produse noi, inovative cu performanțe remarcabile în medicină (biofarmaceutică). Elucidarea mecanismelor moleculare și celulare ale acțiunii acestor produse noi și argumentarea folosirii lor la eficientizarea tratamentului unor patologii”. Cifrul: 20.80009.5007.10.

STABILIREA CALITĂȚII UNOR APE NATURALE ÎN BAZA FORMELOR ACTIVE ALE OXIGENULUI

EVALUATION OF THE QUALITY OF SOME NATURAL WATERS BASED ON ACTIVE FORMS OF OXYGEN

Elena BUNDUCHI, ORCID: 0000-0003-2275-9918

Viorica GLADCHI, ORCID: 0000-0002-5847-4466

Gheorghe DUCA, ORCID: 0000-0001-7265-6293

Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 543.3 + 504.45

e-mail: elena.bunduchi@usm.md

e-mail: viorica.gladchi@usm.md

e-mail: ggduca@gmail.com

În lucrarea de față, sunt aduse date privind conținutul și dinamica temporală a peroxidului de hidrogen, a stării redox cinetice (*ox./inst./red.*) și a conținutului de substanțe ce întrerup lanțul de autopurificare cu participarea radicalilor OH măsurat cu indicatorul capacitatea de inhibiție ($\Sigma k_i S_i$), pentru unele ape naturale, în perioada anului 2021. Datele obținute completează baza de date a măsurărilor multianuale pentru apele fluviului Nistru, a afluenților săi, Răut și Ichel și a lacurilor din bazinul fluviului, Ghidighici și Dănceni [1].

Concentrațiile produselor de activare ale oxigenului (peroxidul de hidrogen și radicalii hidroxil), sunt considerate instrumente foarte eficiente de evaluare a potențialului chimico-biologic de autopurificare a apelor naturale și de predicție a deprecierei calității sistemului acvatic natural ca mediu de viață pentru hidrobionți [2]. Participând, atât în procesele biotice (schimbul de echivalenți redox între celulă și mediul acvatic exterior), cât și în cele abiotice din mediul acvatic natural, produsele de activare ale oxigenului dețin un rol important în procesul de dezvoltare timpurie a hidrobionților, în realizarea proceselor de autopurificare și în formarea compoziției chimice adecvate valorii biologice de habitare [2]. Concomitent cu determinarea conținutului formelor active ale oxigenului, a fost stabilită și concentrația oxigenului dizolvat. Măsurările privind concentrațiile oxidantului biochimic au relevat despre saturația bună cu oxigen a apelor investigate, dar au scos în evidență lipsa concentrațiilor fiziologic potrivite de H_2O_2 , precum și prezența unor cantități de la moderat până la înalte de captori de radicali OH.

Urmărind datele obținute ($[H_2O_2]/[Red]$) pentru fluviul Nistru se constată că starea redox cinetică instabilă a apelor (situația când în ape nu este atestată prevalența nici a H_2O_2 , nici a reducătorilor peroxidazici) a cuprins perioada de primăvară-vară, după care, în sezonul de toamnă, preponderența reducătorilor a condus la instaurarea stării redox cinetică reducătoare (Tab. 1). Aceeași tendință privind fluxul de H_2O_2 și de Red și starea redox a fost atestată și pentru apele lacului Ghidighici. Măsurările demonstrează

că în apele afluenților și ale lacului Dănceni fluxul de reducători peroxidazici a avut prevalență asupra fluxului oxidantului pe întreaga perioadă a măsurărilor, respectiv starea redox cinetică a apelor menținându-se reducătoare (Tab. 1).

Tabelul 1

Conținutul de H_2O_2 ($\mu g/L$) și al reducătorilor peroxidazici ($\mu g/L$)

| Punctul de captare | Data măsurărilor | | | | | |
|--|------------------------|-----------------|------------------------|-----------------|------------------------|-----------------|
| | 31.03.2021 | | 29.06.2021 | | 20.10.2021 | |
| | $[H_2O_2]/$ $[Red]$ | starea redox | $[H_2O_2]/$ $[Red]$ | starea redox | $[H_2O_2]/$ $[Red]$ | starea redox |
| fl. în Nistru (aval baraj Dubăsari) | 0,0 / 0,0 | inst. | 0,0 / 0,0 | inst. | 0,0 / 0,0 | inst. |
| r. Răut (gura de vărsare) | 0,0 / 0,0 | inst. | 0,0 / 3,1 | red. | 0,0 / 1,6 | red. |
| fl. Nistru (în amonte or. Criuleni) | 0,0 / 0,0 | inst. | 0,0 / 0,0 | inst. | 0,0 / 0,9 | red. |
| r. Ichel (gura de vărsare) | 0,0 / 0,0 | red. | 0,0 / 2,9 | red. | 0,0 / 2,0 | red. |
| fl. Nistru (or. Vadul lui Vodă) | 0,0 / 0,0 | inst. | 0,0 / 0,0 | inst. | 0,0 / 0,5 | red. |
| lac. Ghidighici | 0,0 / 0,0 | inst. | 0,0 / 0,0 | inst. | 0,0 / 0,6 | red. |
| lac. Dănceni | 0,0 / 2,4 | red. | 0,0 / 1,8 | red. | 0,0 / 1,2 | red. |

ox. – oxidantă; red. – reducătoare; inst. – instabilă

Datele obținute demonstrează că în apele monitorizate, chiar și în perioada cu activitate fotosintetică înaltă, așa cum este sezonul de vară, fluxul de substanțe cu proprietăți reducătoare a depășit fluxul de peroxid de hidrogen, astfel că nu au fost identificate valori maxime ale oxidantului, chiar mai mult, s-a constatat lipsa acestuia (Tab. 1).

Rezultate monitorizării mai arată că procesele de autopurificare cu radicali în apele nistrene au decurs, aproximativ, cu aceeași intensitate pe întreg tronsonul supravegheat, atât în sezonul de primăvară, cât și în cel de toamnă, menținând gradul de poluare al apelor cu captorii de radicali OH la nivelul de poluare ușoară și moderată (Tab. 2). În sezoanele de primăvară și toamnă, a fost înregistrată aceeași situație privind gradul de poluare cu substanțe ce întrerup lanțul de autopurificare cu radicalii hidroxil și pentru apele lac. Ghidighici. Poluarea înaltă cu componenți cu proprietăți de captori de radicali OH a fost

caracteristică tuturor apelor în anotimpul de vară, iar pentru afluenți și lac. Dănceni și în cel de toamnă. Comparând datele din amonte și aval de gura de vărsare, nu se remarcă impactul apelor afluenților asupra fuxului de captori de radicali OH în apele nistrene.

Confruntând potențialul de autopurificare prin procese radicalice ale apelor r. Răut și r. Ichel, se poate deduce ca urmare a prezenței unei cantități mai înalte de captori de radicali OH acestea sunt mai încetenite în r. Ichel. Supravegherea lacurilor a scos în evidență faptul că cantitatea de substanțe ce întreprin lanțul de autopurificare în apele lac. Dănceni este de aproape 2 ori mai mare decât în lac. Ghidighici. Aceleași date scot în evidență rolul procesului de diluție în procesele de autopurificare ale apelor naturale.

Tabelul 2

Dinamica indicatorului capacitatea de înhibiție (s^{-1})

| Punctul de captare | Data măsurărilor | | | | | |
|---------------------------------------|---|-----------------------|---|-----------------------|---|-----------------------|
| | 31.03.2021 | | 29.06.2021 | | 20.10.2021 | |
| | $\Sigma k_i S_i \cdot 10^{-5},$ s^{-1} | grad de poluare | $\Sigma k_i S_i \cdot 10^{-5},$ s^{-1} | grad de poluare | $\Sigma k_i S_i \cdot 10^{-5},$ s^{-1} | grad de poluare |
| Nistru (în aval baraj Dubăsari) | 1,3 | poluată ușor | 5,4 | poluată | 1,5 | poluată ușor |
| Răut (gura de vărsare) | 4,1 | poluată moderat | 7,8 | poluată | 5,3 | poluată |
| Nistru (în amonte or. Criuleni) | 1,8 | poluată ușor | 3,8 | poluată moderat | 3,6 | poluată moderat |
| Ichel (gura de vărsare) | 4,2 | poluată moderat | 12,5 | poluată înalt | 6,7 | poluată |
| Nistru (or. Vadul lui Vodă) | 2,0 | poluată ușor | 3,6 | poluată moderat | 3,6 | poluată moderat |
| Ghidighici | 1,7 | poluată ușor | 5,9 | poluată | 3,5 | poluată moderat |
| Dănceni | 3,9 | poluată moderat | 7,9 | poluată | 9,8 | poluată |

Monitorizarea a relevat următoarele: în apele investigate a existat un consum înalt de echivalenți oxidativi (H_2O_2 , OH) ce susțin capacitatea de autopurificare prin procese

redox; lipsa peroxidului de hidrogen sugerează că în sistemele acvatice naturale a existat un aflus de substanțe reducătoare care au fost oxidate preferențial de către H_2O_2 , în detrimentul oxidării cu oxigenul molecular; apele afluenților și ale lacului Dănceni au o poluare mai mare cu substanțe cu proprietăți de captori de radicali OH; obiectele acvatice mici sunt cele mai vulnerabile la poluarea antropogenă.

Referințe:

1. BUNDUCHI, E., GLADCHI, V. Evaluarea, în baza produselor de activare ale oxigenului, a poluării și a autopurificării prin procese redox a unor ape naturale. În: *Studia Universitatis. Seria „Științe Reale și ale Naturii”*, 2020, nr. 1 (131), pp. 48-52.
2. BUNDUCHI, E. et al. New Kinetic Parameters for Natural Water Quality Assessment. In: *Handbook of Water Sciences and Society*. Red. Gh. DUCA, A. VASEASHTA. Ed.: IGI Global, SUA, 2022, pp. 257-270.

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

STUDIUL FORMĂRII COMPUȘILOR COORDINATIVI AI Cu(II) CU 4-ALIL-TIOSEMICARBAZONA 2-ACETILPIRIDINEI ÎN SOLUȚIE

STUDY OF THE FORMATION OF Cu (II) COORDINATION COMPOUNDS WITH 4-ALLYL-THIOSEMICARBAZONE 2-ACETILPYRIDINE IN SOLUTION

Elena TUTOVAN, ORCID: 0000-0002-1731-4992
Tatiana ISAC-GUȚUL, ORCID: 0000-0003-1448-0722
Angela SÎRBU, ORCID: 0000-0003-3173-5176
Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 547.53:546.56

e-mail: elenatutovan@gmail.com
e-mail: t_isac@mail.ru
e-mail: sirbuangela@yandex.ru

Tiosemicarbazonele și compușii coordinativi ai acestora cu ionii metalelor de tranziție manifestă diferite tipuri de activitate biologică [1-3]. Studiul procesului de formare a complexelor ionilor metalici cu tiosemicarbazone în soluție și determinarea stabilității acestora permite de a înțelege mai bine repartizarea lor în sânge și în alte lichide biologice și de a estima selectivitatea metalului față de ligandul respectiv.

Scopul lucrării date a constat în studiul procesului de formare a compușilor coordinativi ai Cu(II) cu 4-alil-tiosemicarbazona 2-acetilpiridinei în soluție. Pentru atingerea scopului au fost trasate următoarele **obiective**: determinarea maximului de absorbție a ligandului și a complexului în soluție și stabilirea domeniului optim de pH (spectrofotometru Agilent technologies Cary 300 UV-Vis, pH-metru H-160 M); determinarea compoziției complexului prin metoda seriilor izomolare și metoda de saturație; determinarea constantei de stabilitate a complexului din datele curbei de saturație și prin metoda Komari (metode spectrofotometrice, spectrofotometru CФ-46).

Construirea dependențelor grafice și calculele au fost realizate în programul Excel.

4-Alil-tiosemicarbazona 2-acetilpiridinei (L) a fost sintetizată în Laboratorul de „Materiale avansate în biofarmaceutică și Tehnică” [3] (în Figura 1 este prezentată formula structurală a acestui compus).

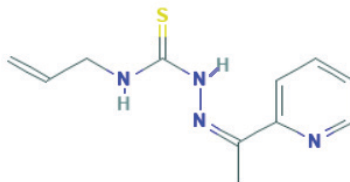


Fig. 1. Formula structurală a 4-alil-tiosemicarbazonei 2-acetilpiridinei [4]

În spectrul electronic de absorbție al compusului coordinativ al Cu(II) cu ligandul nominalizat în soluție, sunt prezente două maximuri de absorbție (Fig. 2). În interva-

lul pH-ului cuprins între 2,09 și 3,29, cu creșterea pH-ului, intensitatea maximului de absorbție situat la $\lambda = 380$ nm crește, după care, practic, nu se modifică cu creșterea ulterioară a pH-ului, iar poziția maximului nu se deplasează. La pH = 2,09, cel de-al doilea maxim este situat la $\lambda = 307$ nm și se deplasează în stânga la creșterea pH-ului spre lungimi de undă situate în jurul la 290 nm. Domeniul optim de pH pentru formarea complexelor este situat între pH = 3,29 și pH = 7,00. Studiile ulterioare au fost realizate la pH = 5,00. În Figura 3 sunt prezentate spectrele electronice de absorbție ale ligandului și complexului la acest pH.

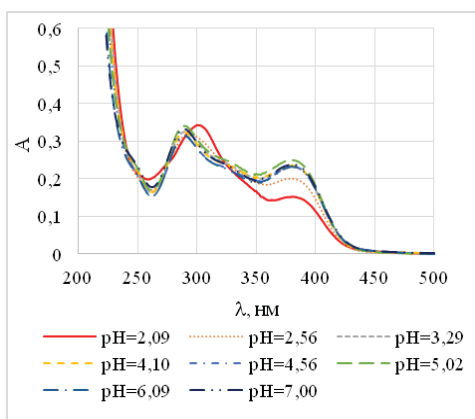


Fig. 2. Spectrele electronice de absorbție ale soluțiilor complexului la diferite valori ale pH-ului
([L] = $2,5 \cdot 10^{-5}$ M, $[\text{Nu}^{2+}] = 2,5 \cdot 10^{-5}$ M)

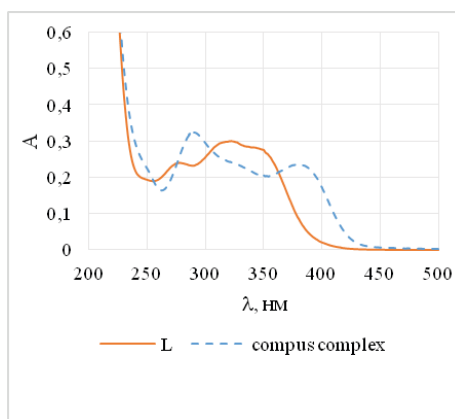


Fig. 3. Spectrele electronice de absorbție ale soluțiilor de ligand și complex la pH = 5,00
([L] = $2,5 \cdot 10^{-5}$ M, $[\text{Nu}^{2+}] = 2,5 \cdot 10^{-5}$ M)

Compoziția compusului coordinativ al Cu(II) cu 4-alil-tiosemicarbazona 2-acetilpiridinei corespunde raportului stoichiometric M:L = 1:1. Rezultatele obținute sunt reflectate de Figurile 4, 5.

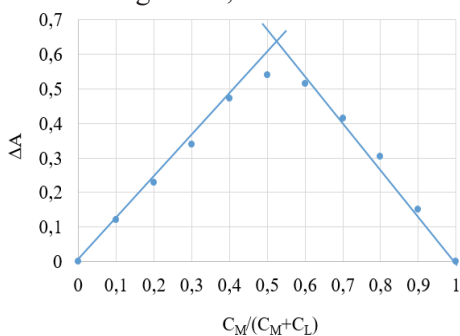


Fig. 4. Dependența pentru seria izomolară a soluțiilor de $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ și 4-alil-tiosemicarbazona 2-acetilpiridinei
($(C_M + C_L) = 1 \cdot 10^{-4}$ M; pH = 5,0, I = 0,2 M, $\lambda = 380$ nm, $l = 1$ cm)

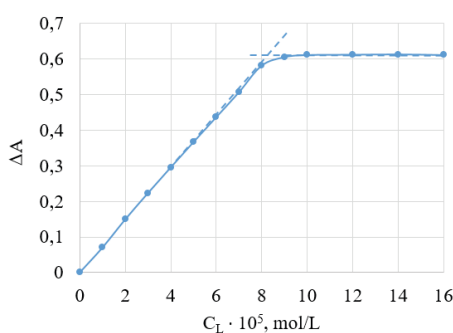


Fig. 5. Dependența $\Delta A = f(C_L)$ pentru soluții ce conțin 4-alil-tiosemicarbazona 2-acetilpiridinei și $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$
($C_M = 8 \cdot 10^{-5}$ M; pH = 5,0; I = 0,2, $\lambda = 380$ nm, $l = 1$ cm)

Din curba de saturație, utilizând valoarea $\Delta A_{\text{sat}} = 0,615$ și ținând cont de concentrația metalului, s-a determinat coeficientul molar de extincție a complexului. Utilizând această mărime, au fost calculate concentrațiile de echilibru ale complexului, metalului și ligandului și valorile constantei de stabilitate a complexului. Valoarea medie a constantei de stabilitate este egală cu $\beta = 6,019 \cdot 10^5$ ($\lg\beta = 5,780$) la temperatura 293 K.

Valoarea coeficientului molar de extincție al complexului determinată prin metoda Komari corespunde cu $\epsilon = 9683 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$, iar valoarea medie a constantei de stabilitate a complexului la temperatura 293 K este egală cu $\beta = 6,565 \cdot 10^5$ ($\lg\beta = 5,817$).

Valoarea medie a constantei de stabilitate calculată din valorile obținute prin cele două metode este egală cu $\beta = 6,292 \cdot 10^5$ ($\lg\beta = 5,799$).

Procesul de formare a compusului complex al Cu(II) cu ligandul utilizat decurge cu variația energiei Gibbs egală cu $-32,748 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Concluzii:

- compoziția compusului coordinativ al Cu(II) cu 4-alil-tiosemicarbazona 2-acetilpiridinei în soluție corespunde raportului stoechiometric M : L = 1 : 1;
- prin metoda Komari și în baza datelor curbei de saturație s-a determinat că valoarea medie a constantei de stabilitate a complexului în soluție este egală cu $\beta = 6,292 \cdot 10^5$ ($\lg\beta = 5,799$) la T = 293 K.

Referințe:

1. MULETA, F., ALANSI, T., ESWARAMOORTHY, R. A. Review on synthesis, characterization methods and biological activities of semicarbazone, thiosemicarbazone and their transition metal complexes. In: *Journal of Natural Sciences Research*. 2019, vol. 9, no. 17, pp. 33-46.
2. RUSNAC, R., et al. Sinteza și proprietățile antibacteriene și antifungice ale compușilor coordinativi ai Fe(III) cu 4-ciclohexiltiosemicarbazona 4-benzil-3-metil-1-fenil-2-pirazolin-5-onă. În: *Studia Universitatis Moldaviae*. Seria „Științe reale și ale naturii”. 2020, vol. 131, nr.131, pp. 32-37.
3. GRAUR, V. *Designul și sinteza compușilor biologic activi ai metalelor 3d cu 4-alilcalcogensemicarbazone și derivații lor*: Teză de doctor în științe chimice. Chișinău, 2017.
4. National Library of Medicine. Disponibil: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/#query=4-allylthiosemicarbazone%20-acetylpyridine> [Acesat; 12.12.2021]

Lucrarea a fost efectuată în cadrul Programului de Stat: 20.80009.5007.02 „Materiale nanostructurate avansate pentru aplicații termoelectrice și senzori”.

TRATAMENT TERMIC AL CĂRBUNELUI ACTIV ÎNCĂRCAT CU VITAMINA C

HEAT TREATMENT OF ACTIVATED CARBON LOADED WITH VITAMIN C

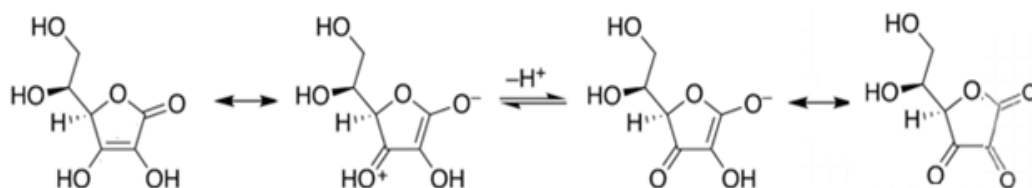
Vasile GUȚANU, ORCID: 0000.0002-0159-415x
Maria BOTNARU, ORCID: 0000-0002-5018-4923
Angela SÎRBU, ORCID: 0000-0003-3173-5176
Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 661.183.2:615.35

e-mail: gutsanu@gmail.com
e-mail: botnarumaria@mail.ru
e-mail: sirbuangela@yandex.ru

Cărbunii activi comerciali de tipul Granucol sunt utilizați pe larg în industria alimentară pentru înnobilarea vinurilor, sucurilor, berei și băuturilor alcoolice tari [1, 2]. În timpul utilizării, cărbunii rețin preponderent substanțe organice, inclusiv vitamina C. Fiind destul de costisitori, este necesar ca să fie regenerați cărbunii activi uzați. Regenerarea cărbunilor uzați poate fi termică, chimică sau combinată [3]. Pentru a elabora un procedeu de regenerare termică, este necesar de cercetat mai întâi procesele care au loc pe cărbunele uzat în timpul tratării termice.

În lucrare sunt expuse și analizate rezultatele cercetării proceselor care au loc la încălzirea carbonului Granucol GE încărcat cu vitamina C. În prealabil, a fost demonstrat că pe cărbunele activ acidul L-acorbic (vitamina C) se transformă în acidul dehidroascorbic conform Schemei următoare:



La încălzirea la 350°C, în faza cărbunelui uzat au loc procese chimice complexe până la degajarea de CO₂. Rezultatele obținute ne permit elaborarea unui procedeu de regenerare a cărbunelui uzat.

Referințe:

1. SHKOLNIKOVA, M. N. et al. Effects of Granucol activated carbons on sensory properties of sea-buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) wines. In: *Foods Raw Mater.* 2019, vol.7, pp. 67-73. DOI: 10.21603/2308-4057-2019-1-67-73.

2. WAGNER, V. A. et al. Improving the quality of white grape wine materials with activated carbon, modern problems of food production. In: *AltSTU Publishing House*. Barnaul. 2019, pp. 91-95 (in Russian).
3. ALVAREZ, P. M. et al. Comparison between thermal and ozone regenerations of spent activated carbon exhausted with phenol. In: *Water research*. 2004, vol.38, pp.2155-2165.

Această cercetare a fost realizată cu sprijinul financiar al Agenției Naționale pentru Cercetare și Dezvoltare, Chișinău, Moldova. (Proiectul nr. 20.80009.7007.21).

METODE DE CALCUL AL PRODUSULUI DE SOLUBILITATE A SĂRURILOR ACIDE PUȚIN SOLUBILE

CALCULATION OF THE SOLUBILITY PRODUCT OF POORLY SOLUBLE ACID SALTS

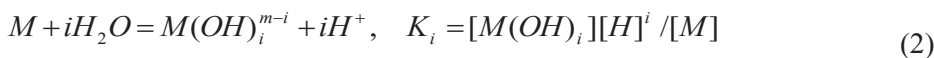
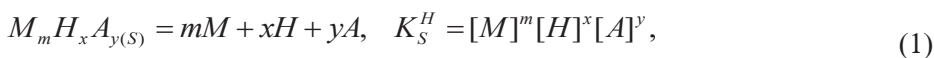
Igor POVAR, ORCID: 0000-0003-2536-6706
Oxana SPÎNU, ORCID: 0000-0002-3166-1931
Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 544.35

e-mail: ipovar@yahoo.ca

La determinarea produsului de solubilitate (K_S) sunt utilizate, de regulă, două tipuri de date experimentale: (a) este studiată solubilitatea în funcție de concentrațiile inițiale ale compușilor în soluție sau (b) datele privind solubilitatea se completează cu datele concentrației de echilibru sau a activității unuia dintre componenții soluției, mai frecvent pH-ul ($pH = -\log a_{H^+}$) [1,2]. În prezent, studiul caracteristicilor cantitative ale sistemelor eterogene, inclusiv privind produsele de solubilitate, este realizat preponderent prin metode fizico-chimice, dintre care cea mai eficientă este metoda potențiometrică. Una dintre metodele cele mai stricte de determinare a K_S este metoda măsurării activității tuturor ionilor care formează precipitatul [3]. Aceasta permite cercetarea compușilor puțin solubili atât în soluțiile diluate, cât și în cele concentrate, precum și în prezența altor electroliți. Însă această metodă este legată de unele supoziții inevitabile la măsurarea activităților ionilor precipitatului. În plus, sarcina creării unor electrozi ion-selectivi stabili și reproductibili este soluționată numai pentru un număr redus de cationi și anioni.

În această lucrare, propunem o metodă nouă de determinare a K_S , a solubilității S (sau concentrației reziduale a ionului metalic C_M^r) și a gradului de precipitare γ al sărurilor acide puțin solubile bazată pe măsurarea potențiometrică numai a valorii de echilibru a pH-ului sistemelor eterogene ca funcție de concentrațiile inițiale ale componenților precipitatului, care sunt cunoscute în procesul de preparare a amestecului. Constanta de echilibru determinată pe această cale constituie de fapt o constantă mixtă. În baza ecuațiilor cunoscute în cadrul teoriei electroliților se pot obține valorile K_S^0 sau K_S . Procesul de precipitare – dizolvare a unei sări acide puțin solubile cu compoziția cunoscută $M_m H_x A_y(S)$ în soluția apoasă saturată poate fi prezentat prin ecuațiile:



Ultimele două ecuații iau în considerație reacțiile secundare ale componentelor precipitatului. Pentru simplificare, sarcinile se omit. Alături de ecuațiile reacțiilor sunt scrise expresiile pentru constantele de echilibru respective. Condițiile bilanțului de masă (**BM**) în termenii cantității de substanță m (în moli) pentru sistemele (1)-(3) se prezintă astfel:

$$m_M^0 = \Delta m_M + m_M^r, \quad m_A^0 = \Delta m_A + m_A^r, \quad m_H^0 = \Delta m_H + m_H^r, \quad (4)$$

unde $m_i^0, \Delta m_i, m_i^r$ semnifică cantitatea ionului în precipitat, în volumul amestecului și în volumul fazei lichide a amestecului (în soluție), respectiv. Din condiția stoichiometrică ei precipitatului $M_m H_x A_{y(S)}$, urmează că:

$$y\Delta m_M = m\Delta m_A, \quad x\Delta m_M = m\Delta m_H, \quad y\Delta m_H = x\Delta m_A. \quad (5)$$

Ulterior, vom exprima concentrațiile reziduale ale componentelor prin concentrațiile de echilibru și constantele de echilibru ale reacțiilor (2)-(3):

$$C_M^r = \sum_{i=0} [M(OH)_i] = [M] \left(1 + \sum_{i=1} K_i [H]^{-i} \right) = [M] \alpha_M, \quad (6)$$

$$C_A = \sum_{j=0} [H_j A] = [A] \left(1 + \sum_{j=1} K_j [H]^j \right) = [A] \alpha_A. \quad (7)$$

$$C_H^0 = [H] - [OH] + \sum_{j=1} j[H_j A] - \sum_{i=1} i[M(OH)_i] = [H] - [OH] \quad (8)$$

După o serie de transformări și ținând cont de (6)-(8), determinăm ecuațiile de calcul ale concentrațiilor de echilibru ale cationului și anionului:

$$[M] = \frac{(C_M^0 (q - x/m) + [OH] - [H]) \alpha_A + C_M^0 (y/m - n) \sum_{j=1} j K_j [H]^j}{\frac{y}{m} \sum_{j=1} j K_j [H]^j - \alpha_A \sum_{i=1} i K_i [H]^{-i} - \frac{x}{m} \alpha_M \alpha_A} \quad (9)$$

$$[A] = \frac{\left(n - \frac{y}{m} \right) C_M^0 + \frac{y}{m} [M] \alpha_M}{\alpha_A} \quad (10)$$

După cum se poate observa, ecuațiile (9)-(10) permit calculul concentrațiilor de echilibru ale ionilor precipitatului numai în baza valorilor experimentale ale pH-ului soluției saturate a sării.

Cunoscând valorile $[M]$ și $[A]$, se poate calcula produsul de solubilitate al sării acide după ecuația (1). Concentrațiile reziduale ale cationului și anionului se calculează din ecuațiile (9) și (10). Ulterior, se poate determina gradul de precipitare a sării din ecuația:

$$\gamma = \frac{C_M^0 - C_M^r}{C_M^0} = \frac{\Delta C_M}{C_M^0}.$$

Referințe:

1. POVAR, I., & RUSU, V. Aluminium heterogeneous speciation in natural waters. In: *Canadian Journal of Chemistry*. 2012, 90(4), 326-332.<https://doi.org/10.1139/v2012-003>
2. POVAR, I., & SPINU, O. Correlation between global thermodynamic functions and experimental data in multicomponent heterogeneous systems. In: *Canadian Journal of Chemistry*. 2016, 94(2), 113-119.<https://doi.org/10.1139/cjc-2015-0411>
3. RAHAMAN, M.S., MAVINIC, D.S., BHUIYAN, M.I.H., & KOCH, F.A. Exploring the determination of struvite solubility product from analytical results. In: *Environmental technology*, 2006, 27(9), 951-961.<https://doi.org/10.1080/09593332708618707>

Articol elaborat în cadrul Proiectului: „Studiul și gestionarea surselor de poluare pentru elaborarea recomandărilor de implementare a măsurilor de reducere a impactului negativ asupra mediului și sănătății populației”. Cifrul: 20.80009.7007.20.

EVALUAREA BIOLOGICĂ A COMPUȘILOR COORDINATIVI AI CUPRULUI(II) CU UNELE TIOSEMICARBAZONE HETEROCICLICE

BIOLOGICAL EVALUATION OF COPPER(II) COMPLEXES WITH SOME HETEROCYCLIC THIOSEMICARBAZONES

Olga GARBUZ, ORCID: 0000-0001-8783-892X
Nadejda RAILEAN, ORCID: 0000-0001-7818-9200
Igor GOSTEV, ORCID: 0000-0001-8913-7414
Anna RUSNAC, ORCID: 0000-0002-2517-8927
Ion TODERAȘ, ORCID: 0000-0001-6159-5325
Aurelian GULEA, ORCID: 0000-0003-2010-7959
Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 544.142.3:546.56:616-006.6

e-mail: olhamos1@gmail.com

În această lucrare, a fost evaluată acțiunea antioxidantă [1] a compușilor: tiosemicarbazona 2-acetilpiridinei (H_2L), cloro(tiosemicarbazona-2-acetilpiridinei)cupru(II) (**1**) și nitrato(tiosemicarbazona-2-acetilpiridinei)cupru(II) (**2**) care posedă potențial proprietăți anticancerigene. Toxicitatea compușilor testați a fost investigată *in vivo* pe *Daphnia magna* prin biotest și microanaliză [2].

Rezultatele cercetărilor privind activitatea compușilor testați (H_2L , **1**, **2**), Trolox, DOXO împotriva $ABTS^{+}$ sunt prezentate în Figură sub formă de concentrații semimaximale de inhibiție (IC_{50}). Toți compușii testați au arătat activitate antioxidantă mai înaltă decât Trolox și DOXO.

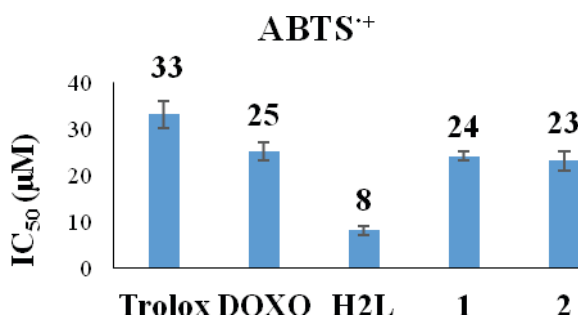


Fig. Valorile IC_{50} ale substanțelor sintetizate în raport cu cationi radicali $ABTS^{+}$

Compușii testați au manifestat toxicitate generală față de *Daphnia magna* după 24 de ore de expunere. Toxicitatea generală descrește în următorul șir: $DOXO \geq H_2L \geq 1 = 2$.

Astfel, compușii testați au manifestat activitate antioxidantă înaltă și toxicitatea mai scăzută în comparație cu **DOXO**, ceea ce reprezintă un aspect important în dezvoltarea agenților anticancerigeni.

Referințe:

1. GULEA, A. et al. Biological Evaluation of a Series of Amine-Containing Mixed-Ligand Copper(II) Coordination Compounds with 2-(2-hydroxybenzylidene)-N-(prop-2-en-1-yl)hydrazinecarbothioamide. In: *Microscopy and Microanalysis*. 2022, pp. 1-7. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1431927622000733>
2. GARBUZ, O. et al. Some inorganic and organic biological agents. In: *Studia Universitatis Moldaviae*. 2021, nr. 6(146), pp. 132-140. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.5702096>

Această lucrare a fost efectuată cu suportul financiar din Proiectele ANCD. Cifrul: 20.80009.5007.10 și 20.80009.7007.12.

FORMAREA ȘI STABILITATEA COMPUȘILOR COORDINATIVI AI COBALTULUI CU CHALCOGENSEMICARBAZONELE 8-FORMILCHINOLINEI ÎN SOLUȚII

FORMATION AND STABILITY OF COORDINATE COMPOUNDS OF CO- BALT WITH CHALCOGENESEMICARBAZONES 8-FORMYLQUINOLINE IN SOLUTIONS

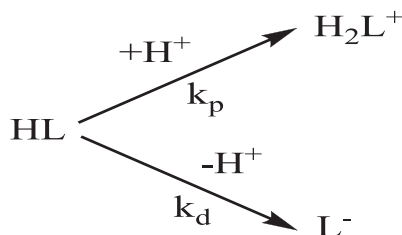
Elena SRATULAT, ORCID: 0000-0002-8828-3644
Oleg PALAMARCIUC, ORCID: 0000-0002-8820-6411
Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 544.142.3:546.73:547-304.6

e-mail: elena.stratulat@usm.md
e-mail: oleg.palamarciuc@usm.md

Diversificarea combinațiilor coordinative prin natura metalului, a speciei coordonate, prin gama unităților structurale, a seturilor de atomi coordinați, a naturii legăturii chimice și a contactelor intermoleculare, prin influența efectului de coordonare asupra reactivității chimice a liganzilor, reprezintă doar un număr mic de parametri variabili, care condiționează apariția unor proprietăți noi ale materialelor formate pe baza acestor substanțe. Aceste posibilități cresc, atunci când pentru formarea combinațiilor coordinative sunt folosiți derivați organici, care lasă o amprentă profundă în structura și proprietățile compușilor finali. Metoda spectrofotometrică este una dintre cele mai utile instrumente pentru elucidarea compoziției ionilor complecși în soluție și pentru determinarea constantelor lor de formare. Agenții organici de coordonare care formează complecși dau adesea specii care absorb foarte mult radiația în domeniul spectral vizibil și ultraviolet și au atras atenția cercetătorilor de mulți ani. Numeroasele studii ale reactivilor organici analitici au stimulat progresul și realizările atât în chimia analitică, cât și în chimia coordinativă [1-4].

Tiosemicarbazona 8-formilchinolinei și derivații ei este un amfolit, care în funcție de condiții se comportă ca o bază sau acid conform schemei:



Disocierea produșilor HL este slab detectabilă prin metoda spectrofotometrică. Procesul de coordonare facilitează disocierea protolitică și stabilizarea ligandului în forme anionice L⁻.

Tiosemicarbazona 8-formilchinolinei (HQATSC) formează în soluții compuși, în care raportul molar de combinare metal:ligand pentru cobalt este de 1:2. Formarea compușilor coordinativi provoacă schimbări în spectrul electronic, iar intensitatea benzii pentru compușii noi formați și poziția ei sunt dependente de prezența substituenților în fragmentul tiosemicarbazidic. Pentru determinarea influenței naturii substituentului în poziția N4 a fragmentului tiosemicarbazidic, au fost studiați doi derivați ai HQATSC – 4-etil- și 4-fenil-tiosemicarbazonele 8-formilchinolinei (EtHQATSC și, respectiv, PhHQATSC). Procesul de formare a compușilor coordinativi ai cobaltului cu chalcogen-semicarbazonele 8-formilchinolinei a fost studiat folosind metodele variațiilor continue, raporturilor molare și Komari. Parametrii principali ai acestui proces sunt prezentați în Tabel.

Tabel

Parametrii de formare și stabilitate ai compușilor coordinativi ai cobaltului

| Parametrul | Ligandul | | | |
|---|-------------|-------------|-------------|------------|
| | HQATSC | EtHQATSC | PhHQATSC | HQASC |
| Maximumuri în spectrele electronice ale reactivilor (λ , nm) | 220 330 | 280 325 | 230 340 | 230 320 |
| Maximumul compusului coordinativ (λ_{\max} , nm) | 410 | 390 | 410 | 370 |
| Raportul de combinare Co:L | 1:2 | 1:2 | 1:2 | 1:2 |
| Domeniul optim de formare (pH) | 5,5 – 6,5 | 5,5 – 6,5 | 5,5 – 6,5 | 5,5 – 6,5 |
| Absorbțivitatea molară (ϵ , l·mol ⁻¹ ·cm ⁻¹) la λ_{\max} | 14100 ± 90 | 18600 ± 100 | 23700 ± 100 | 5100 ± 50 |
| Solventul (% alcool etilic) | 60 | 40 | 40 | 60 |
| Ig β_2 | 11,85 | 9,79 | 11,15 | 8,80 |
| Domeniul de concentrații (ppm) unde se respectă legea Lambert – Bougher – Beer | 0,41 ÷ 3,50 | 0,29 ÷ 2,54 | 0,24 ÷ 2,0 | - |

Din studiul realizat, este evident că substituenții din poziția 4 a fragmentului tiosemicarbazidic influențează comportamentul reactivului prin modificarea unor parametri, lăsând neschimbat raportul de combinare și domeniul optim de formare. În toate cele trei cazuri studiate se formează compuși cu același raport molar de combinare Co:HQATSC=1:2. Forma curbelor înregistrate prin metoda raporturilor molare, caracterul linear al etapei de formare până la starea de saturare denotă faptul că în soluție se formează un singur compus. Stabilitatea compușilor cu diferiți derivați este diferită. Deoarece au fost schimbați doi parametri (substituentul și componența solventului) este dificil de stabilit motivul schimbării stabilității.

Absorbanța soluțiilor care conțin Co^{2+} și unul din reactivii studiați crește în prezența ionilor Cu^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Ni^{2+} . Cu toate că o determinare spectrofotometrică a cobaltului ar putea fi afectată de prezența acestor ioni de metale, și elaborarea unei metode este conjugată cu tehnici de separare, o aplicație rațională a reactivului a fost găsită pentru determinarea cobaltului în compuși coordinativi sau alte sisteme care nu conțin ioni interferenți.

Referințe:

1. PALAMARCIUC, O. et al. Investigation of the cytotoxic of methyl imidazole-derived thiosemicarbazones and their copper(II) complexes with dichloroacetate as a co-ligand. In: *New J. Chem.* 2019, no. 43, pp.1340-1357. DOI: 10.1039/C8NJ04041A.
2. PADHYE, S. et al. Transition metal complexes of semicarbazones and thiosemicarbazones. In: *Coord. Chem.Rev.* 1985, 63(4), pp. 127-160. DOI:10.1016/0010-8545(85)80022-9.
3. WEST, D.X. et al. Structural and physical correlations in the biological properties of transition metal heterocyclic thiosemicarbazone and *S*-alkyldithiocarbazate complexes. In: *Structure and Bonding.* 1991, no. 76, pp. 1-50. DOI:10.1007/3-540-53499-7_1.
4. CHANDRA, S. et al. Spectroscopic, thermal and antibacterial studies on Mn(II) and Co(II) complexes derived from thiosemicarbazone. In: *J. Serbian Chem. Soc.* 2009, no. 74(9), pp. 907-915. DOI:10.2298/JSC0909907C.

COMPLEXAREA IONILOR DE NICHEL (II) CU 4-HIDROXI-3-((2-(FENILCARBAMOTIOIL) HIDRAZONO) METIL) BENZENSULFONATUL DE SODIU ÎN SOLUȚII APOASE

COORDINATION OF NICKEL (II) IONS WITH SODIUM 4-HYDROXY-3-((2-(PHENYL CARBAMOTHIOYL) HYDRAZONO) METHYL) BENZENESULFONATE IN AQUEOUS SOLUTIONS

Angela SÎRBU, ORCID: 0000-0003-3173-5176

Oleg PALAMARCIUC, ORCID: 0000-0002-8820-6411

Elena STRATULAT, ORCID: 0000-0002-8828-364

Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 544.142.3:546.74:547-304.6

e-mail: angela.sirbu@usm.md

e-mail: oleg.palamarciuc@usm.md

e-mail: elena.stratulat@usm.md

Tiosemicarbazonele sunt o clasă de compuși intens studiați datorită modului diferit de coordinare și proprietăților chimice ale compușilor coordinativi cu metalele de tranziție. Interesul față de compușii coordinativi ai acestor liganzi este stimulat de proprietățile fizico-chimice și activitatea biologică semnificativă.

Scopul acestei lucrări a fost studiul procesului de complexare a 4-hidroxi-3-((2-(fenilcarbamtioil)hidrazono)metil)benzensulfonatului de sodiu (NaH_2L) cu ionii de nichel(II) în soluții apoase prin metoda spectrofotometrică. Pentru realizarea scopului, au fost propuse următoarele obiective: determinarea parametrilor optimali pentru formarea compusului coordinativ al NaH_2L cu ionii de nichel(II) în soluții apoase (determinarea parametrilor spectrofotometrici, domeniului optimal de pH, optimizarea concentrațiilor soluțiilor); stabilirea raportului molar de combinare metal:ligand prin metoda raporturilor molare și metoda variațiilor continue; calcularea valorii medii a coeficientului molar de absorbție a complexului din metodele de studiu utilizate pentru cercetare; verificarea liniarității graficului de etalonare a compusului coordinativ și calcularea valorii medii ale coeficientului molar de absorbție; determinarea constantei de stabilitate a compusului coordinativ cercetat prin metoda Komari.

4-Hidroxi-3-((2-(fenilcarbamtioil) hidrazono) metil) benzensulfonatul de sodiu (NaH_2L) este un compus organic bine solubil în apă, care formează compuși coordinativi cu metale de tranziție (Fig. 1) [1].

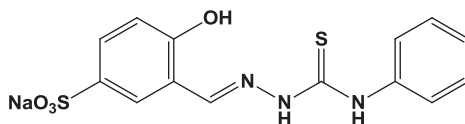


Fig. 1. Formula de structură a 4-hidroxi-3-((2-(fenilcarbamtioil) hidrazono) metil) benzensulfonatului de sodiu (NaH_2L)

La adăugarea ionilor de nichel (II) în soluțiile de NaH_2L se formează un compus coordinativ, care poate fi identificat prin metoda spectrofotometrică. Din spectrele electronice de absorbție înregistrate pentru ligand și complex, la aceeași valoare a pH-ului, a fost determinată lungimea de undă $\lambda = 375$ nm, pentru care absorbanta compusului coordinativ NaH_2L cu ionii de nichel (II) este maximală (Fig. 2). Domeniul optimal de pH pentru formarea compusului coordinativ cercetat este cuprins în intervalul de pH = 6 - 6,5. Compusul coordinativ format este stabil în timp și păstrează în soluții o valoare constantă a absorbantei timp de patru ore.

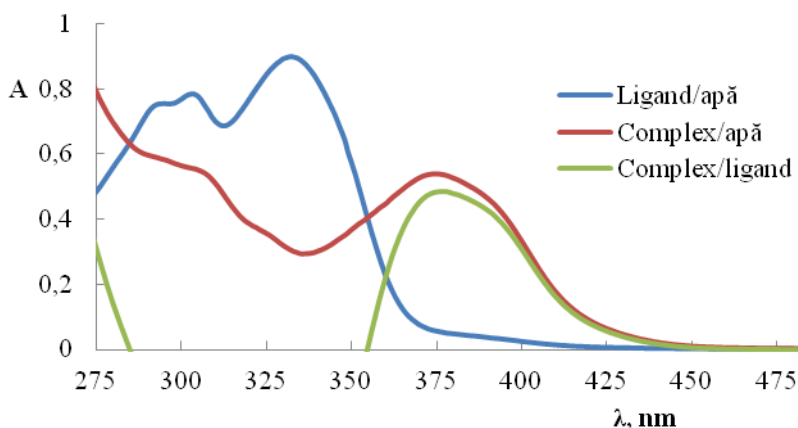


Fig. 2. Spectrele electronice de absorbție ale ligandului NaH_2L , complexului cu Ni^{2+} și complexului în varianta diferențială ($C(\text{NaH}_2\text{L}) = 4 \cdot 10^{-5}$ M, $C(\text{Ni}^{2+}) = 4 \cdot 10^{-5}$ M, pH = 6,05 , $l = 1$ cm, $I = 0,1$ M KCl)

De asemenea, a fost determinat raportul molar de combinare dintre metal și ligand utilizând metoda variațiilor continue și metoda de saturație. Datele experimentale obținute din ambele metode confirmă același raport molar de combinare $\text{Ni}:\text{NaH}_2\text{L} - 1:1$.

Valoarea medie a coeficientului molar de absorbție ϵ pentru complexul Ni^{2+} cu NaH_2L este egală cu $14917 \text{ mol}^{-1} \cdot \text{L} \cdot \text{cm}^{-1}$.

Graficul dependenței absorbantei complexului studiat de concentrația ionilor de nichel(II) respectă o dependență liniară în domeniul de concentrații $0,8 \cdot 10^{-5} - 1,0 \cdot 10^{-4}$ mol/L.

Utilizând metoda Komari, a fost calculată valoarea constantei de stabilitate a compusului coordinativ al NaH_2L cu ionii de nichel(II) și este egală cu $\beta = 1,22 \cdot 10^6$ [2].

Referințe:

1. SÎRBU, A. et al. Copper(II) thiosemicarbazone complexes induce marked ROS accumulation and promote nrf2-mediated antioxidant response in highly resistant breast cancer cells. In: *DaltonTransaction*. 2017, 46, pp. 3833–3847. DOI: 10.1039/c7dt00283a.
2. БУЛАТОВ, М., КАЛИНКИН, И.П. *Практическое руководство по фотокolorиметрическим и спектрофотометрическим методам анализа*. 2-е издание. Ленинград: Химия, 1968. 384 с.

Articol elaborat în cadrul Proiectului: „Produse noi, inovative cu performanțe remarcabile în medicină (biofarmaceutică). Elucidarea mecanismelor moleculare și celulare ale acțiunii acestor produse noi și argumentarea folosirii lor la eficientizarea tratamentului unor patologii”. Cifrul: 20.80009.5007.10.

COMPUȘII COORDINATIVI AI Cu(II), Ni(II) ȘI Co(III) 3d CU TIOSEMICARBAZIDELE SUBSTITUITE

COORDINATION COMPOUNDS OF Cu(II), Ni(II) AND Co(III) WITH SUBSTITUTED THIOSEMICARBAZONES

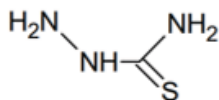
Maria BÎRCĂ, ORCID: 0000-0001-5041-6520
Victor ȚAPCOV, ORCID: 0000-0003-1732-3116
Olga GARBUZ, ORCID: 0000-0001-8783-892X
Ioana BORTA, ORCID: 0000-0002-1428-5495
Aurelian GULEA, ORCID: 0000-0003-2010-7959
Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 544.142.3:547.497

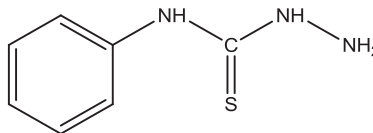
e-mail: maria.birca.usm@gmail.com
e-mail: vtsapkov@gmail.com
e-mail: olhamos@mail.ru
e-mail: ionela.borta@gmail.com
e-mail: guleaarelian@gmail.com

Tiosemicarbazida ca ligand în compușii coordinativi are o aplicație practică în chimia analitică, iar derivații tiosemicarbazidei sunt utilizați în medicină și veterinarie. De obicei, combinațiile coordinative ale metalelor au proprietăți biologice mai pronunțate decât ale liganzilor. Unii din complexii ionilor biometalelor cu tiosemicarbazida și derivații ei manifestă proprietăți biologice antimicrobiene, anticancer etc. [1, 2]. Astfel, sinteza și cercetarea proprietăților compușilor coordinativi noi cu tiosemicarbazidele substituie prezintă interes teoretic și practic. Scopul acestei lucrări constă în găsirea condițiilor de sinteză, stabilirea compoziției compușilor coordinativi ai Co(III), Ni(II) și Cu(II) cu HL¹ (4-feniltiosemicarbazida) și HL² (4-ciclohexiltiosemicarbazida), precum și cercetarea proprietăților lor antioxidante. Liganzii folosiți pentru sinteză și analiză:

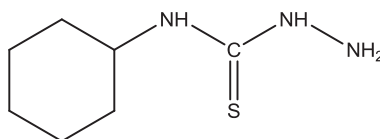
HL- tiosemicarbazida



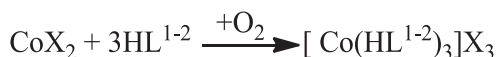
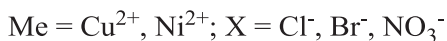
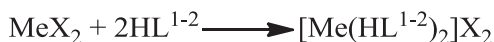
HL¹ 4-feniltiosemicarbazida



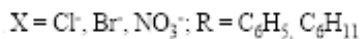
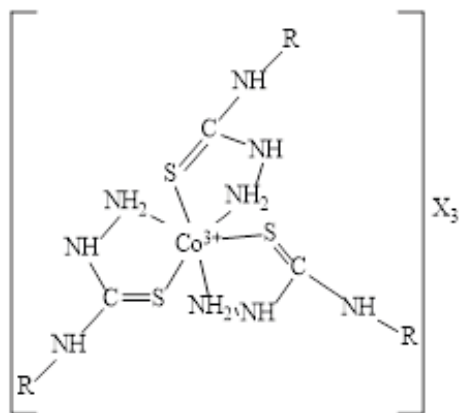
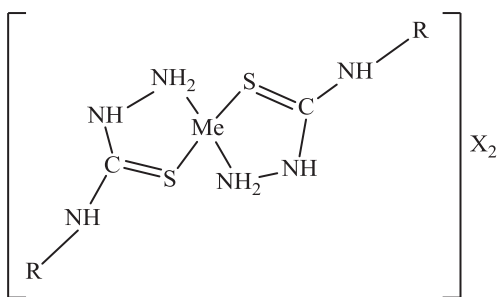
și HL² 4-ciclohexiltiosemicarbazida



Reacțiile de sinteză ale compușilor coordinativi în baza liganzilor 4-feniltiosemi-carbazida și 4-ciclohexiltiosemicarbazida au fost realizate în conformitate cu următoarele scheme:



Pentru stabilirea compoziției compușilor coordinativi, a fost efectuată analiza elementală la metal și azot și din datele obținute putem de afirma că reacțiile de complexare s-au desfășurat conform schemelor propuse mai sus. În baza analizei cu spectroscopia IR, s-a stabilit că tiosemicarbazidele substituie în complecșii sintetizați se comportă ca liganzi bidentați neutri, coordinându-se la atomul central prin atomul de azot hidrazinic și atomul de sulf, formând metalocicluri din cinci atomi. În favoarea acestui fapt, vorbesc deplasările benzilor $\delta(\text{NH}_2)$ și $\nu(\text{C}=\text{S})$ în domeniul de unde scurte cu $30-80 \text{ cm}^{-1}$. În afară de aceasta, în diapazonul $405-600 \text{ cm}^{-1}$ în spectrele compușilor coordinativi sintetizați se observă o serie de benzi noi de absorbție, care, conform datelor din literatură, se detectează ca $\nu(\text{M}-\text{N})$ și $\nu(\text{M}-\text{S})$, $\text{M} = \text{Co}(\text{III}), \text{Ni}(\text{II}), \text{Cu}(\text{II})$. În baza analizelor la metal și azot, spectroscopiei IR și făcând analogie cu datele din literatura despre complecșii cu liganzi asemănători, se poate de presupus următoarea repartizare a legăturilor chimice:



Sinteza noilor compuși ce posedă activitate antioxidantă reprezintă o direcție de studiu deosebit de actuală. Organismul uman nu întotdeauna reușește să neutralizeze

toți radicalii liberi formați drept rezultat al diverselor procese metabolice. Ca urmare, se inițiază un mecanism în lanț, care este însoțit de apariția și dezvoltarea unui șir de maladii, precum și de îmbătrânire a organismului. Cel mai des, în calitate de antioxidanți, în practica medicinală se utilizează extracte din produse naturale, care conțin vitaminele E și C sau unii polifenoli. În acest context, s-a efectuat cercetarea proprietăților antioxidante ale compușilor coordinativi sintetizați cu ligandul HL¹. Rezultatele obținute au fost comparate cu cele ale Trolox-ului, care în practica medicinală servește în calitate de etalon pentru determinarea proprietăților antioxidante. Din datele experimentale obținute, se observă că în domeniul concentrațiilor 10⁻⁵ - 10⁻⁷ mol/L compușii sintetizați manifestă proprietăți antioxidante și posedă concentrații de inhibare semimaximală IC₅₀ în intervalul 0,35-1,84 μM. S-a mai stabilit că activitatea biologică a liganzilor HL și HL¹ crește odată cu complexarea la ionii metalici. Proprietățile antioxidante depind de natura atomului central și a restului de acid, iar pentru complecșii cu compoziție asemănătoare se schimbă conform șirurilor:



Compușii Cu(II) cu 4-feniltiosemicarbazida (HL¹) manifestă proprietăți antioxidative mai puternice decât compușii analogici cu tiosemicarbazida (HL). Aceste proprietăți depistate ale compușilor sintetizați prezintă interes pentru medicină din punctul de vedere al extinderii numărului de antioxidanți sintetici.

Referințe:

1. GULEA, A., POIRIER, D., ROY, J. et al. In vitro antileukemia, antibacterial and antifungal activities of some 3d metal complexes: Chemical synthesis and structure – activity relationships. In: *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry*. 2008, vol. 23(6), pp. 806-818.
2. TODERAȘ, I., CEBOTARI, V., GULEA, A. et al. Procedeu de hrănire a familiilor de albine *Apis mellifera*. Br. Inv. MD 850 Z 2015.08.31. În: *BOPI*, nr. 12/2014.

Articol elaborat în cadrul Proiectului: „Produse noi, inovative cu performanțe remarcabile în medicină (biofarmaceutică). Elucidarea mecanismelor moleculare și celulare ale acțiunii acestor produse noi și argumentarea folosirii lor la eficientizarea tratamentului unor patologii”. Cifrul: 20.80009.5007.10.

ДИНАМИКА АККУМУЛИРОВАНИЯ МЕТАЛЛОВ ПЕРЕМЕННОЙ ВАЛЕНТНОСТИ НА УЧАСТКЕ РЕКИ ДНЕСТР

DYNAMICS OF ACCUMULATION OF METALS OF VARIABLE VALENCE IN THE SECTION OF THE DNIESTER RIVER

Руслан БОРОДАЕВ, ORCID: 0000-0003-1241-3235
Молдавский государственный университет

CZU: 546.3:574.5(282.247.314)

e-mail: borusiv@mail.ru

Современный анализ металлов в объектах окружающей среды предполагает выделение различных сосуществующих форм миграции металлов, оценку их накопления в объекте. В качестве объекта исследования был выбран участок Нижнего Днестра, ограниченный створами нижнего бьефа плотины Дубоссарской ГЭС (Дубоссары Н. П.) и Вадул-луй-Водэ. На этом участке в Днестр впадают два крупных притока (Реут и Икель), приустьевые створы которых также являлись объектами исследования. Работы проводились в 2017-2021 годах также еще на одном днестровском створе, расположенном между притоками Реут и Икель в окрестностях Криулян.

Из металлов переменной валентности были выбраны сосуществующие формы миграции железа и меди. Для их выделения применялся метод мембранного фильтрования проб воды с последующим атомно-абсорбционным определением количеств металлов, связанных с растворенно-коллоидными (РКФ<0.45мкм) и взвешенными (ВФ>0.45мкм) формами миграции [1]. Определение расходов воды на днестровских створах и притоках в дни отбора проб воды, позволило произвести балансовые расчеты по меди и железу с оценкой годового накопления металлов на исследованном участке Днестра. Таким образом, целью исследования являлось выявление динамики аккумуляции железа и меди на участке Днестра между Дубоссарской ГЭС и Вадул-луй-Водэ.

Результаты произведенных балансовых расчетов представлены в таблицах 1-5.

Таблица 1

Аккумуляция меди и железа в течение 2017 года

| Месяцы года | Январь-март | Апрель | Май-июнь | Июль-сентябрь | Октябрь-декабрь | ∑За год |
|-------------|-------------|--------|----------|---------------|-----------------|---------|
| Cu(II), т | -1.222 | 1.174 | 1.353 | -4.395 | 1.062 | -2.028 |
| Fe(III), т | 6.101 | 18.71 | 16.621 | -63.795 | 16.957 | -5.406 |

Таблица 2

Аккумуляция меди и железа в течение 2018 года

| Месяцы года | Январь-апрель | Май-июнь | Июль-август | Сентябрь-декабрь | ∑ За год |
|-------------|---------------|---------------|----------------|------------------|----------------|
| Cu(II), т | 27.852 | -0.394 | 0.094 | 1.669 | 29.221 |
| Fe(III), т | 32.998 | 10.186 | -55.612 | -11.406 | -23.834 |

Таблица 3

Аккумуляция меди и железа в течение 2019 года

| Месяцы года | Январь-февраль | Март | апрель | Май-август | Сентябрь - декабрь | ∑ За год |
|-------------|----------------|--------------|--------------|----------------|--------------------|----------------|
| Cu(II), т | -0.129 | 0.087 | 4.554 | -2.427 | 1.760 | 3.845 |
| Fe(III), т | -2.820 | 4.203 | 2.804 | -64.494 | -7.193 | -67.500 |

Таблица 4

Аккумуляция меди и железа в течение 2020 года

| Месяцы года | Январь-июнь | Июль-сентябрь | Октябрь-декабрь | ∑ За год |
|-------------|-----------------|---------------|-----------------|-----------------|
| Cu(II), т | 26.861 | -0.507 | -0.17 | 26.184 |
| Fe(III), т | 2593.722 | -17.55 | -17.905 | 2558.267 |

Таблица 5

Аккумуляция меди и железа в течение 2021 года

| Месяцы года | Январь-март | Апрель-июнь | Июль-октябрь | Ноябрь-декабрь | ∑ За год |
|-------------|--------------|----------------|----------------|----------------|---------------|
| Cu(II), т | 0.144 | -1.229 | -0.589 | 0.002 | -1.672 |
| Fe(III), т | 5.885 | -15.283 | 111.305 | -6.302 | 95.605 |

Если процессы аккумуляции металлов преобладают над процессами выноса или эмиссии, то балансовые расчеты дают положительный результат. В 2020 году на исследованном участке Днестра зарегистрировано накопление **26.184 т** меди и **2558.267 т** железа. Для железа – это рекордный показатель за все 5 лет наблюдений, что можно попытаться объяснить интенсивным летним половодьем, вызванным сильными осадками в Карпатах. Положительным оказался баланс для железа и в 2021 году, когда на исследованном участке Днестра было аккумуляровано **95.605 т** металла. В 2017-2019 годах процессы эмиссии металла преобладали над процессами аккумуляции, в результате чего были получены отрицательные результаты в диапазоне от **-5.406 т** до **-67.500 т**. Среди сосуществующих форм

железа в днестровской воде доминируют взвешенные формы миграции. Массовая эмиссия железа происходила, в основном, в летне-осеннее время года, что скорее всего связано с отмиранием флоры. Аккумуляция железа чаще происходит в зимне-весеннее время года.

Проведенные балансовые расчеты по меди показывают, что с исследованного участка Днестра медь, в основном, выносится в летне-осеннее время года. Аккумуляция металла характерно для зимне-весеннего времени года. Кроме 2020 года положительными по меди оказались балансовые расчеты в 2018 и 2019 годах, когда на исследованном участке Днестра аккумуляровалось **29.221 т** и **3.845 т** металла, соответственно. В 2017 и 2021 годах процессы эмиссии преобладали над процессами аккумуляции меди для исследованного участка Днестра, в результате чего были получены следующие отрицательные значения **-2.028** и **-1.672** тонн, соответственно. Среди сосуществующих форм меди чаще преобладают растворено-коллоидные формы миграции металла.

Превышений санитарно-гигиенических нормативов, установленных для растворенных форм металлов, за время исследования не выявлено.

Таким образом, после изучения динамики аккумуляции металлов на участке Нижнего Днестра между створами Дубоссарской ГЭС и Вадул-луй-Водэ, можно заключить, что на исследованном участке реки может аккумуляться до **29.221 т/год** меди и **2558.267 т/год** железа, годовая эмиссия металлов с исследованного участка Днестра может достигать **2.028 т/год** для меди и **67.500 т/год** для железа.

Литература:

1. ЛИННИК, П.Н., НАБИВАНЕЦ, Б.И. Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах. Л: Гидрометеиздат, 1986. 70 с.

Статья подготовлена для опубликования в рамках проекта: „Mecanisme fizico-chimice ale proceselor redox cu transfer de electroni implicate în sistemele vitale, tehnologice și de mediu”. Cifrul: 20.8009.5007.27.

SINTEZA ȘI ANALIZA *N*-CICLOHEXIL-2-[DI(PIRIDIN-2-IL)METILIDEN]HIDRAZIN-1-CARBOTIOAMIDEI

SYNTHESIS AND ANALYSIS *N*-CYCLOHEXYL-2-[DI(PYRIDIN-2-YL)METHYLIDENE]HYDRAZINE-1-CARBOTHIOAMIDE

Roman RUSNAC, ORCID: 0000-0002-5713-5251

Andrei CIURSIN, ORCID: 0000-0002-3160-4582

Aurelian GULEA, ORCID: 0000-0003-2010-7959

Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 547.497

e-mail: roman.rusnac@usm.md

e-mail: andrei.ciursin@gmail.com

e-mail: guleaaurelian@gmail.com

Tiosemicarbazonele sunt considerate un pilon de succes în chimia organică pe măsura descoperirilor, acestea manifestând un set larg de activități biologice, cum ar fi: anticancer, antimicrobian, antifugic și altele [1]. Tiosemicarbazonele care conțin un fragment piridinic manifestă un potențial ridicat de chelatare a ionilor de metalelor de tranziție, introducerea a celui de al doilea fragment heterociclic piridin-2-il duce la majorarea potențialului său biologic [2]. Tiosemicarbazonele care conțin fragmentul di(piridin-2-il)metiliden posedă lipofilitate considerabilă și sunt neutre la pH fiziologic, permițându-le să treacă bariera celulară [2].

Din cele enunțate mai sus, putem formula **scopul lucrării**: sinteza și cercetarea proprietăților fizico-chimice ale *N*-ciclohexil-2-[di(piridin-2-il)metiliden]hidrazin-1-carbotioamidei (**HL**).

Obiectivele lucrării: sinteza *N*-ciclohexilhidrazincarbotioamidei (CyTSC) din amina inițială prin intermediul reactivilor ușor accesibili; determinarea condițiilor de sinteză a *N*-ciclohexil-2-[di(piridin-2-il)metiliden]hidrazin-1-carbotioamidei (**HL**).

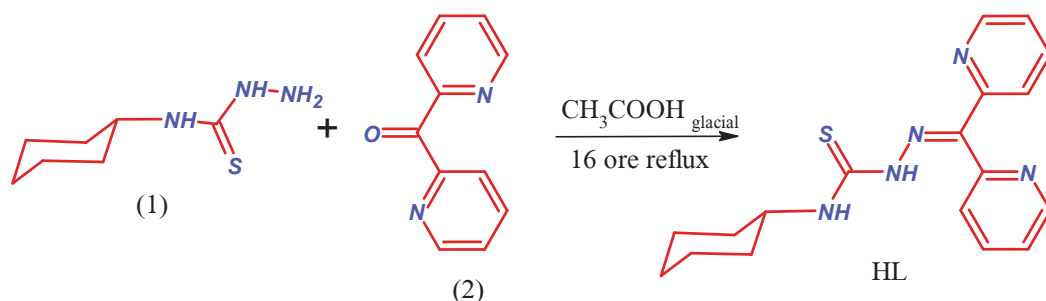


Fig. 1. Schema de sinteză a tiosemicarbazonei **HL**

Tautomeria tion-tiol al tiosemicarbazonei **HL** poate fi ușor observată în spectrele electronice de absorbție în domeniul UV-vis. În Figura 2, sunt reprezentate spectrele electronice de absorbție a soluțiilor de **HL** la diferite valori de pH. Din acestea se vede că tiosemicarbazona **HL** la pH-ul neutru are două maximuri de absorbție la 279 nm și 341 nm, care pot fi atribuite cel mai probabil tranziții $n \rightarrow \pi^*$ sau $\pi \rightarrow \pi^*$ din structura moleculei de **HL**. Datorită prezenței grupelor cromofore în structura tiosemicarbazonei **HL**, cum ar fi: C=N; C=S, C=C are loc absorbția de radiație electromagnetică în domeniul UV-vis, prezența grupei auxocromofore (NH din poziția N⁴ a tiosemicarbazonei într-un pH acid sau bazic duce la modificarea lungimii de undă maxime de absorbție (și a intensității absorbției). În pH-ul acid și bazic se observă o deplasare a lungimii maxime de absorbție spre valori mai mari ce ne vorbește despre efectul batocrom prezent în structura tiosemicarbazonei **HL**. Se mai observă un efect hipocrom la pH acid și bazic care este evidențiat prin scăderea intensității maximului de absorbție. La valoarea pH-ului acid, maximum de absorbție este situat la 341 nm și 369 nm. În pH bazic maximum de absorbție pentru tiosemicarbazona **HL** este la 342 nm și 381 nm.

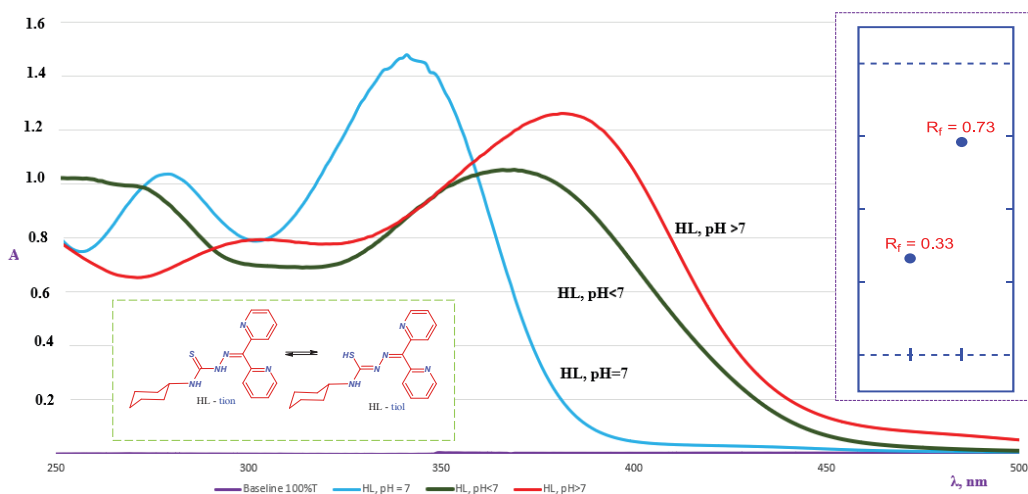


Fig. 2. Spectrele electronice de absorbție ale soluțiilor de **HL** la diferite valori de pH; la concentrația de $2 \cdot 10^{-4}$ M, în EtOH ($\lambda_{\max} = 205$ nm). Analiza cromatografică în strat subțire (pe placă de silufol) a purității (unicității) tiosemicarbazonei **HL**. Absorbțivitatea molară (ϵ , $L \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$) la λ_{\max} : HL, pH=7 (18515); HL, pH<7 (13155); HL, pH>7 (15780). Parametrii analizei cromatografice în strat subțire pe placă de silufol: $R_f = 0.73$ **HL**, $R_f = 0.34$ CyTSC; *Eluent*: toluen-etilacetat, 4:1. pH-ul acid a fost creat utilizând HCl {C=1N, ($\lambda_{\max} = 230$ nm)}, iar cel bazic cu ajutorul lui NaOH {C=1N, ($\lambda_{\max} = 280$ nm)}

O altă caracteristică fizică a tiosemicarbazonei **HL** este punctul de topire situat în diapazonul de 143-144 °C.

În spectrul de absorbție în domeniul IR al tiosemicarbazonei **HL** înregistrat în stare solidă conține următoarele benzi caracteristice grupelor funcționale (cm^{-1}): 628 (ρ inel piridinic); 867 (C=S); 1248 (C=S); 1525 (C=C, inel piridinic); 1584 (C=N, azometinic); 2849 (C-H, CH_2)_{sy}; 2926 (C-H, CH_2)_{as}; 3044 (C-H, piridinic) 3165; 3326 (N^4 -H).

În spectrul ^1H -RMN la deplasarea chimică de 13.22 ppm este atribuit grupei N^2 -H, care este cel mai acid *N-H* din structura tiosemicarbazonei **HL** și la 8.35 ppm pentru N^4 -H din fragmentul tiosemicarbazonic. În spectrul ^{13}C -RMN la deplasarea chimică de 176.5 ppm poate fi atribuit grupei tionice, iar la 155.4 ppm pentru gruparea azometinică.

Concluzii. Pentru prima dată a fost obținută *N*-ciclohexil-2-[di(piridin-2-il)metiliden]hidrazin-1-carbotioamida (**HL**) prin intermediul reacției de condensare dintre *N*-ciclohexilhidrazincarbotioamidei și di(piridin-2-il)metanonă catalizată de acid acetic glacial. Studiile fizico-chimice au confirmat structura și puritatea acesteia. În soluție de $\text{DMSO-}d_6$ tiosemicarbazona **HL** se află în formă tautomerică tionică majoritară. Sinteza a astfel de tiosemicarbazone ne permite să cercetăm proprietățile sale de ligand în complexarea cu metale *3d* și potențialul lor biologic.

Referințe:

1. FUIOR, A. et al. Synthesis, structures, and solution studies of a new class of $[\text{Mo}_2\text{O}_2\text{S}_2]$ -based thiosemicarbazone coordination complexes. In: *ACS Omega*. May 2022, vol. 7, no. 19, pp. 16547-16560. DOI: 10.1021/acsomega.2c00705.
2. RICHARDSON, D. R. et al. Dipyriddy thiosemicarbazone chelators with potent and selective antitumor activity form iron complexes with redox activity. In: *J. Med. Chem.* Nov. 2006, vol. 49, no. 22, pp. 6510-6521. DOI: 10.1021/jm0606342.

Articol elaborat în cadrul Proiectului: „Produse noi, inovative cu performanțe remarcabile în medicină (biofarmaceutică). Elucidarea mecanismelor moleculare și celulare ale acțiunii acestor produse noi și argumentarea folosirii lor la eficientizarea tratamentului unor patologii”. Cifrul: 20.80009.5007.10.

APRECIEREA STĂRII REDOX A LACURILOR GHIDIGHICI ȘI DĂNCENI PRIN PREZENȚA TIOLILOR ÎN PERIOADA ANILOR 2015-2021

ASSESSMENT OF THE REDOX STATE OF GHIDIGHICI AND DANCENI LAKES IN THE PRESENCE OF THIOLS IN THE PERIOD OF THE YEARS 2015-2021

Vladislav BLONCHI, ORCID: 0000-0001-8628-6756

Viorica GLADCHI, ORCID: 0000-0002-5847-4466

Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 547.367:504.455(478)

e-mail: blonschivlad@mail.ru

Rețeaua hidrografică a Republicii Moldova include circa 3000 de sisteme lentiche (lacuri și iazuri), dintre care sunt doar 126 de lacuri cu volumul mai mare de 1 mil.m³[1]. Totodată, numărul lacurilor naturale constituie doar 6, iar numărul celor artificiale (de acumulare), cu suprafața mai mare de 4 km², la fel este 6 [2]. Majoritatea lacurilor de acumulare au fost construite în perioada anilor 1950-1993 pe cursurile râurilor mici, pentru irigare, piscicultură, suplینirea necesității în apă tehnică, atenuarea viiturilor, re-creere [1, 3].

Lacul Ghidighici, volumul căruia constituie 40 mil.m³, este situat pe râul Bâc, iar lacul Dănceni, situat pe cursul râului Ișnovăț, are volumul de 4 mil.m³. Ambele râuri, pe cursurile cărora au fost construite lacurile de acumulare, fac parte din bazinul hidrografic al fluviului Nistru.

Ținând cont de numărul foarte mic al lacurilor naturale și de faptul că din 1994 nu s-a construit niciun lac de acumulare, este important de a exploata rațional resursele existente. Altfel spus, monitoringul stării ecologice a sistemelor acvatice reprezintă soluția optimă a unei utilizări durabile a acestor resurse, prin conservarea lor ca medii de viață.

Majoritatea transformărilor substanțelor în mediu au un caracter redox, care poate fi dominat fie de echivalenții oxidativi, fie de cei reducători. Parametrul care evaluează echilibrul redox dinamic dintre acești echivalenți se numește *starea redox a apelor*.

Astfel, scopul prezentei cercetări constă în aprecierea stării redox a apelor lacurilor Ghidighici și Dănceni prin prezența compușilor tiolici determinați în perioada anilor 2015-2021.

În perioada de referință, conținutul compușilor tiolici a fost determinat prin metoda Ellman [4] în probele de apă ce au fost prelevate sezonier, cu intensitatea de 5-7 ori pe an. Pe întreaga perioadă de monitoring a fost stabilită prezența tiolilor în compoziția apelor lacurilor.

Mediile anuale ale conținutului de tioli au variat de la $1,20 \cdot 10^{-6} \text{M}$ (a.2021) până la $7,49 \cdot 10^{-6} \text{M}$ (a. 2020) în apele lacului Ghidighici, media multianuală constituind $5,12 \cdot 10^{-6} \text{M}$.

^6M (Tab.). În cazul lacului Dănceni, media conținutului de tioli a variat de la $1,01 \cdot 10^{-6}\text{M}$ (a.2021) până la $9,45 \cdot 10^{-6}\text{M}$ (a.2015), media multianuală fiind de $5,33 \cdot 10^{-6}\text{M}$ (Tab.).

Tabel

Mediile anuale ale concentrației compușilor tiolici în obiectele acvatice monitorizate

| Priza de captare | [R-SH]·10 ⁶ , M | | | | | | | Media multianuală |
|------------------|----------------------------|------|------|------|------|------|------|-------------------|
| | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | |
| lacul Ghidighici | 7,24 | 4,20 | 4,49 | 5,96 | 5,27 | 7,49 | 1,20 | 5,12 |
| lacul Dănceni | 9,45 | 4,35 | 5,84 | 4,90 | 6,83 | 4,95 | 1,01 | 5,33 |

Ținând cont că compușii tiolici sunt produși ai proceselor biochimice ale hidrobionților, concentrația acestora trebuie să varieze pe parcursul anului. Astfel, cele mai mari concentrații se atestă vara, când activitatea biologică este maximă.

În apele lacului Ghidighici variația sezonieră firească nu a fost înregistrată în 3 ani de monitoring (2017, 2020, 2021) din totalul de 7 (Fig. 1).

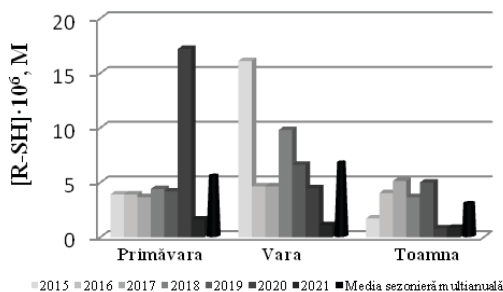


Fig. 1. Variația sezonieră multianuală a conținutului de compuși tiolici în punctul de prelevare lacul Ghidighici în perioada anilor 2015-2021

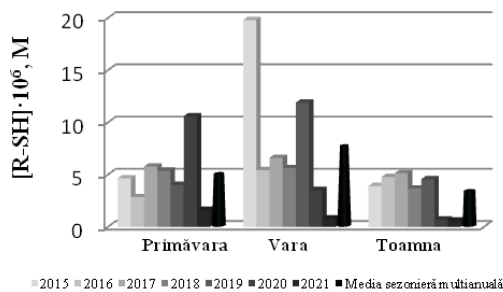


Fig. 2. Variația sezonieră multianuală a conținutului de compuși tiolici în punctul de prelevare lacul Dănceni în perioada anilor 2015-2021

Concentrațiile maxime determinate primăvara și îndeosebi toamna, indică despre o intensitate scăzută a capacității de autopurificare, prin urmare, asupra perturbării stării redox oxidante a acestor ape. Datele privind variația sezonieră a conținutului de tioli în lacul Dănceni au atestat lipsa acestuia în anii 2020 și 2021 (Fig. 2). Totuși, în ambele cazuri, mediile sezoniere multianuale (Fig. 1, 2) indică asupra unei variații sezoniere firești a tiolilor. La interpretarea datelor sezoniere, trebuie luați în calcul și parametri fizico-chimici, îndeosebi pH-ul. Valorile pH-ului apelor lacurilor este mai mare ca 9 pentru toți șapte ani de referință, valoare la care disociază grupa tiolică (-SH), iar anionul format este oxidat de către oxigenul molecular printr-un mecanism radicalic [5, p. 31].

Prin urmare, concentrațiile de compuși tiolici înregistrate la valorile pH-ului mai mari ca 9 sunt înalte, ceea ce indică asupra lipsei peroxidului de hidrogen. Dat fiind că echilibrul dinamic se stabilește încet în cazul participării oxigenului molecular în procesele redox, putem concluziona despre o stare redox cinetică reducătoare a apelor acestor lacuri. Mai mult ca atât, lipsa unei variații sezoniere a tiolilor în apele lacurilor din ultimii doi ani de monitoring, indică asupra scăderii drastice a intensității capacității de autopurificare a apelor.

Referințe:

1. CASTRAVEȚ, T. Elemente de hidrologie ca suport pentru gestionarea adecvată a lacurilor de acumulare. *Raport științific privind executarea proiectului „Protecția și utilizarea durabilă a resurselor de apă în subbazinul Naslavcea-Vasilcău pentru anii 2019-2020”*. [Accesat 16.08.2022]. Disponibil: <https://www.environment.md/ro/>
2. Anuarul Statistic al Moldovei, 2020. [Accesat 16.08.2022] Disponibil: <https://statistica.gov.md/>
3. GLADCHI, V., GOREACEVA, N., BLONSCHI, V., GHERASIM, C. Compoziția chimică a apelor lacurilor Ghidighici și Dănceni în perioada 2016-2017. În: „*Integrare prin cercetare și inovare*”. *Științe ale naturii și exacte*. 9-10 noiembrie 2018. Chișinău: CEP USM, 2018, pp. 211-214.
4. ELLMAN, G.L. Tissue sulfhydryl groups. In: *Arch. Biochem. Biophys.* 1959, no. 82, pp. 70-77. DOI: 10.1016/0003-9861(59)90090-6.
5. BLONSCHI, V., GLADCHI, V., DUCA, Gh. *Participarea substanțelor tiolice în procese de autopurificare chimică a apelor naturale: Monografie*. Chișinău: CEP USM, 2022. 138 p. ISBN 978-9975-159-45-6.

Lucrare elaborată în cadrul Proiectului: „Mecanisme fizico-chimice ale proceselor redox cu transfer de electroni implicate în sistemele vitale, tehnologice și de mediu”. Cifrul: 20.80009.5007.27.

DEGRADAREA DICLOFENACULUI DE SODIU DIN SOLUȚII APOASE PRIN UTILIZAREA PROCESELOR DE OXIDARE AVANSATĂ

DEGRADATION OF DICLOFENAC SODIUM FROM AQUEOUS SOLUTIONS USING ADVANCED OXIDATION PROCESS

Larisa MOCANU, ORCID: 0000-0003-3306-5292

Maria GONȚA, ORCID: 0000-0003-3476-0967

Ion POPAZ, ORCID: 0000-0003-0074-3835

Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 542.943:615.276

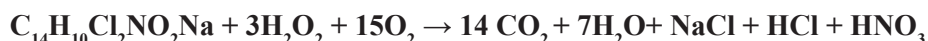
e-mail: lmdordea@gmail.com

e-mail: mvgonta@yahoo.com

e-mail: cun9pa@gmail.com

Apa este o resursă naturală regenerabilă, dar limitată, ceea ce ne obligă să o gestionăm corect, mai ales în zonele în care resursele de apă sunt limitate. Prezența unor poluanți organici nebiodegradabili pune în pericol recuperarea apei și reutilizarea ei. Sursele de poluare a receptorilor naturali cu compuși farmaceutici sunt de diferită proveniență: deversările municipale, apele reziduale din industria farmaceutică, produse agrochimice utilizate pe terenurile irigate. Reutilizarea apelor uzate industriale cu conținut ridicat de poluanți farmaceutici contribuie la contaminarea solului, precum și la pătrunderea acestora în țesutul plantelor cultivate, ceea ce produce efecte adverse asupra populației.

Diclofenacul sodic (2-[2-(2,6-dicloranilino)fenil]acetat de sodiu) este unul dintre cele mai utilizate medicamente antiinflamatoare nesteroidiene. Nivelul ridicat de consum al acestui medicament (1000 tone anual) duce la valori ridicate în apele municipale – 7,1 g/L [1]. Diclofenacul (DFC) se caracterizează prin biodegradabilitate scăzută și persistență ridicată în stațiile de epurare a apelor uzate, ceea ce duce la bioacumularea sa în apele de suprafață, sedimente și nămoluri. Având o compoziție complexă, este dificil de îndepărtat prin metode convenționale sau biologice, iar aplicarea proceselor de oxidare avansată (POA) este o alternativă eficientă pentru reducerea sau eliminarea lui din efluenții reziduali. Se cunoaște că viabilitatea acestor metode depinde de sursa de formare a radicalilor hidroxil (OH). Astfel, pentru mineralizarea completă a unui mol de diclofenac sodic sunt necesari trei moli de peroxid de hidrogen [2]:



Scopul principal al acestui studiu a fost degradarea diclofenacului sodic prin aplicarea POA și evidențierea celei mai eficiente metode de oxidare.

Pentru realizarea scopului, s-au modelat cinci tipuri de sisteme cu concentrația diclofenacului sodic de 50 mg/L și s-a efectuat oxidarea catalitică cu reagentul Fenton

(DFC/H₂O₂/Fe²⁺), fotoliza directă (DFC/UV), indusă (DFC/H₂O₂/UV), indusă catalitic (DFC/H₂O₂/Fe²⁺/UV) și sonoliza (DFC/ H₂O₂/US) timp de 60 min la temperatura camerei. Cinetica de degradarea diclofenacului sodic din soluțiile apoase a fost estimată prin variația concentrației DCF (C_t), determinându-se vitezele de reacție ($\Delta c/\Delta t$, molL⁻¹s⁻¹, constantele de viteză (k, s⁻¹) și timpul de înjumătățire ($\tau_{1/2}$, s), iar gradul de oxidare/mineralizare a fost monitorizat după variația compușilor remanenți (CCO).

Concentrația remanentă a substratului (DFC) măsurată prin $A_{276nm}=f(C)$ a fost determinată din curba de etalonare, conform ecuației dreptei: $y=0,0252x+0,0636$. Pentru determinarea constantei de viteză, s-a folosit metoda izolării, prin variația succesivă a concentrațiilor inițiale a unui reactant și menținerea constantă a concentrațiilor celorlalți reactanți, conform ecuației $\text{Log}(W)=\text{log}(k) + n\text{Log}([C_0])$. Din regresia lineară $\text{Log}(W)=f(\text{Log}[C_0])$ se calculează k. Concentrația remanentă a poluanților organici (CCO) măsurată prin $A_{600nm}=f(\text{CCO})$ a fost determinată din curba de calibrare, conform ecuației dreptei: $y = 0,0016 x + 0,003$.

Rezultatele științifice din această lucrare reprezintă studiul legităților cinetice ale proceselor de oxidare avansată a DFC din soluție apoasă. Inițial, pentru realizarea proceselor de oxidare la iradiere cu raze UV, a fost stabilită intensitatea razelor UV. Astfel, la fotoliza directă și indusă a DFC din soluție apoasă cu raze UV ($\lambda < 400$ nm), s-a constatat că în cazul iradierii cu raze UV-C (254 nm), parametrii cinetici de degradare/mineralizare sunt mai mari, procesul decurge mai intens, astfel constanta de reacție (k) fiind de $4,8 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ și viteza de reacție ($\Delta c/\Delta t$) de $5,05 \cdot 10^{-7} \text{ molL}^{-1}\text{s}^{-1}$ sunt mai mari comparativ cu constanta de reacție (k) de $2,6 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ și viteza de reacție ($\Delta c/\Delta t$) de $3,33 \cdot 10^{-7} \text{ molL}^{-1}\text{s}^{-1}$, obținute la iradierea sistemelor cu raze UV-A (365 nm). Aceasta se poate explica prin faptul că DCF are maximum de absorbție la $\lambda < 276$ nm, ceea ce se încadrează în intervalul de absorbție a razelor UV-C.

Pentru a stabili influența naturii catalizatorului asupra cineticii de degradare/mineralizare, s-au studiat diferite tipuri de sisteme model, iar rezultatele obținute sunt redată în Tabel.

Tabel

Înlăturarea DCF (50,0 mg/L) din soluție apoasă în funcție de natura catalizatorului (după 10 min de reacție), UV-C ($\lambda=254$ nm), $[\text{H}_2\text{O}_2]_0 = 1,0$ mM și $[\text{Fe}^{2+}]_0 = 0,1$ mM, US=50/60 kHz

| Sisteme model | C _t , mg/L | Degrada- rea, % | Reducerea CCO, % | k·10 ⁻³ , s ⁻¹ | $\Delta c/\Delta t$ ·10 ⁻⁷ , molL ⁻¹ s ⁻¹ | $\tau_{1/2}$, s |
|---|--------------------------|--------------------|---------------------|---|--|------------------|
| DFC– UV | 48,4 | 5,2 | 77,9 | 0,5 | 0,08 | 1,4 |
| DFC–H ₂ O ₂ – UV | 21,3 | 58,3 | 77,1 | 1,14 | 1,5 | 608 |
| DFC–H ₂ O ₂ – Fe ²⁺ | 9,4 | 81,6 | 80,4 | 2,7 | 2,1 | 256 |
| DFC–H ₂ O ₂ – Fe ²⁺ – UV | 12,2 | 76,2 | 84,0 | 2,3 | 1,9 | 301 |

Conform datelor prezentate în Tabel, se observă că la oxidarea a 50,0 mg/L DFC din soluție apoasă cu reagentul Fenton, s-a obținut cea mai înaltă performanță de degradare/mineralizare, cu o constantă de viteză (k) de $2,7 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$, o viteză de reacție ($\Delta c/\Delta t$) de $2,1 \cdot 10^{-7} \text{ molL}^{-1}\text{s}^{-1}$ și un timp de înjumătățire ($\tau_{1/2}$) de 256 s. Diclofenacul poate fi supus procesului de transformare prin fotoliză directă cu raze UV-C (DFC/UV), datorită faptului că are un maximum de absorbție în regiunea UV-C (276 nm), însă parametrii cinetici de degradare sunt mai scăzuți ($0,08 \cdot 10^{-7} \text{ molL}^{-1}\text{s}^{-1}$), fiindcă se formează o concentrație insuficientă de radicali OH (după 10 min de reacție) și se mărește ne semnificativ timp de 60 min. Astfel, pentru o cinetică de conversie completă, este necesar de mărit semnificativ timpul de reacție până la 240 min. În prezența peroxidului de hidrogen, sistemul DFC/ H_2O_2 /UV are o cinetică de degradare/mineralizare mult mai mare, deoarece se generează o concentrație mai mare de radicali OH, astfel cinetica de conversie a DCF are loc cu o viteză de reacție de trei ori mai mare ($1,5 \cdot 10^{-7} \text{ molL}^{-1}\text{s}^{-1}$). Aceste rezultate pot fi atribuite efectului combinat al ambelor mecanisme. Se poate concluziona că mecanismul de oxidare în prezența radicalilor OH contribuie în mod semnificativ la cinetica generală de degradare a DCF. Pentru accelerarea procesului de oxidare, în calitate de catalizator s-au folosit ionii Fe^{2+} . Prezența ionilor Fe^{2+} (DFC/ H_2O_2 / Fe^{2+} și DFC/ H_2O_2 / Fe^{2+} /UV) conduce la o conversie aproape completă în primele 3 min de reacție. Astfel, atât performanța de degradare, cât și gradul de oxidare/mineralizare este, în medie de 80%, ceea ce se datorează formării ionilor *aqua ferici* în cantități mari, care la pH de 2,5 au o activitate catalitică puternică și interacționând cu peroxidul de hidrogen formează radicali OH, care oxidează poluantul până la compuși organici mai puțin toxici. La iradiere cu raza UV-C în cinetica de degradare/mineralizare se respectă aceleași legități ca în sistemul Fenton, deoarece ionii $Fe(OH)^{2+}$ formați absorb razele UV în intervalul de lungimi de undă de la 290 până la 410 nm.

În baza rezultatelor obținute, se poate concluziona că viteza de oxidare/mineralizare a diclofenacului prin aplicarea reagentului Fenton este mai înaltă comparativ cu sistemul Fenton/UV. Mecanismul de oxidare are loc în două etape: în primele 10 min diclofenacul se oxidează până la compuși intermediari aromatici, cum ar fi compuși quinonici, catea hol, fenol, toluen etc.[3]:

Diclofenac + reagent Fenton \rightarrow [*compuși intermediari aromatici*] + CO_2 cu o constantă de viteză mult mai mare (k_1), comparativ cu k_2 de transformare a compușilor aromatici în compuși intermediari alifatici timp de 30 min: [*compuși intermediari aromatici*] \rightarrow [*compuși intermediari alifatici*] + CO_2 .

Referințe:

1. GRANDCLÉMENT, C., PIRAM, A., PETIT, M.E., SEYSSIECQ, I. Biological removal and fate assessment of diclofenac using *Bacillus subtilis* and *Brevibacillus laterosporus* strains and ecotoxicological effects of diclofenac and 40-hydroxy-diclofenac. In: *J. Chem.* 2020. Disponibil: <https://www.hindawi.com/journals/jchem/2020/9789420/>

2. TUFAIL, A. Et al. A critical review of advanced oxidation processes for emerging trace organic contaminant degradation: Mechanisms, factors, degradation products, and effluent toxicity. In: *Journal of Water Process Engineering*. 2020. Disponibil:doi:10.1016/j.jwpe.2020.101778
3. MANU, BASAVARAJU and MAHAMOOD. Degradation Kinetics of Diclofenac in Water by Fenton's Oxidation. In: *Journal of Sustainable Energy and Environment*. 2012. Disponibil: <https://www.thaiscience.info/Journals/Article/JOSE/10889723.pdf>

Lucrarea a fost elaborată în cadrul Proiectului Programului de Stat: „Mecanisme fizico-chimice ale proceselor redox cu transfer de electroni implicate în sistemele vitale, tehnologice și de mediu”. Cifrul: 20.80009.500727.

ACTIVITATEA BIOLOGICĂ A COMPUȘILOR COORDINATIVI AI Cu(II) ȘI Bi(III) CU IONI AMINOPOLICARBOXILAT ȘI TIOSEMICARBAZONE ALE 2-FORMIL ȘI 2-ACETILPIRIDINEI

BIOLOGICAL ACTIVITY OF Cu(II) AND Bi(III) COORDINATIVE COMPOUNDS WITH AMINOPOLYCARBOXYLATE IONS AND THIOSEMICARBAZONES OF 2-FORMYL AND 2-ACETYLPIRIDINE

Elena NEGUȚA, ORCID: 0000-0001-6120-6625

Greta BALAN, ORCID: 0000-0003-3704-3584

Aurelian GULEA, ORCID: 0000-0003-2010-7959

Ion BULIMESTRU, ORCID: 0000-0002-5474-8458

Universitatea de Stat din Moldova,

Universitatea de Stat de Medicină și Farmacie „Nicolae Testemițanu”

CZU: 544.142.3

e-mail: neguta26elena@gmail.com

e-mail: greta.balan@usmf.md

e-mail: guleaurelian@gmail.com

e-mail: bulimestru@gmail.com

În ultimii ani tiosemicarbazonele și combinațiile complexe ale acestora cu diverși ioni metalici reprezintă o importanță majoră datorită activității lor antifungice, antioxidante, antibacteriene, anti-HIV și antitumorale [1]. Tiosemicarbazona 2-formilpiridinei și, în special, derivații acesteia cu substituenți în inelul piridic sau în fragmentul tiosemicarbazidic, manifestă activitate citotoxică înaltă [2]. TRIAPINA, cunoscută ca și 3-amino-2-formilpiridina sau 3-AP, este un inhibitor puternic al RNR cu efecte antiproliferative și citotoxice înalte [3].

Complecșii de cupru(II) sunt printre cei mai puternici agenți antivirali, antitumori și antiinflamatori. De exemplu, a fost demonstrat că un complex al cuprului(II) cu tiosemicarbazona 2-formilpiridinei inhibă ADN-polimerazele dependente de ARN și are capacitatea de transformare a virusului sarcomului Rous (RSV) [4].

Compușii de bismut(III) au fost utilizați în medicină datorită eficacității ridicate și toxicității scăzute în tratamentul unei varietăți de infecții ca sifilisul, diareea, gastrita și colita [5, 6]. Eficiența terapiei triple, bazată pe bismut, recent dezvoltată în eradicarea *Helicobacter pylori* [7]. În afară de activitatea antimicrobiană, compușii de bismut(III) prezintă, de asemenea, și activitate anticancer și pot fi utilizați ca agenți terapeutici pentru tratamentul cancerului [8].

Scopul lucrării este sinteza și studiul unor noi compuși coordinativi homo- și heterometalici ai Cu(II) și Bi(III) cu ioni aminopolicarboxilat și tiosemicarbazonele 2-formil și 2-acetilpiridinei. În calitate de liganzi capabili să prevină hidroliza ionilor de Bi(III), precum și cu scopul de a mări solubilitatea complecșilor homo- și heterometalici în apă

au fost folosiți acidul etilendiamintetraacetic ($H_4\text{edta}$) și acidul 1,2-ciclohexandiamin-tetraacetic ($H_4\text{cdta}$), care fac parte din clasa acizilor aminopolicarboxilici.

Compușii homometalici ai Cu(II) și Bi(III) au fost obținuți ca rezultat al interacțiunii soluțiilor apoase ale aminopolicarboxilatocupraților(II) și aminopolicarboxilatobismutaților(III) cu soluțiile metanolice ale tiosemicarbazonele corespunzătoare.

Pentru sinteza compușilor heterometalici Cu(II)-Bi(III) cu aceiași liganzi, au fost obținute mai întâi combinațiile coordinative $\text{Cu}\{\text{Bi}(\text{edta})\}_2 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ [9] și $\text{Cu}\{\text{Bi}(\text{cdta})\}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ [10]. La interacțiunea acestora cu soluțiile alcoolice de tiosemicarbazone au fost sintetizați complecșii heterometalici.

Ca rezultat, a fost obținută o serie de compuși coordinativi homometalici ai Cu(II) și Bi(III) cu următoarele formule generale: $\text{Cu}(\text{HL})\text{Cu}(\text{APC}) \cdot n\text{H}_2\text{O}$, și $\{\text{Cu}(\text{L})\}_2\text{Cu}(\text{APC}) \cdot n\text{H}_2\text{O}$, $\text{Bi}(\text{HAPC})(\text{HL}) \cdot n\text{H}_2\text{O}$ și $\text{Bi}(\text{HAPC})\{\text{HL}\}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, și o serie de compuși heterometalici Cu(II)-Bi(III) cu formula generală: $\text{Cu}(\text{L})\text{Bi}(\text{APC}) \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ($n = 0-8$, și $\text{APC} = \text{edta}^{4-}$ și cdta^{4-}). Tiosemicarbazonele 2-formil, 2-acetilpiridinei și derivații lor se află în formă deprotonată pentru complecșii heterometalici și în formă nedeprotonată sau deprotonată pentru compușii homometalici.

Spectrofotometria IR a demonstrat că tiosemicarbazonele coordonează la ionii metalici prin atomi de azot piridinic, azot iminic și prin atomi de sulf tionic sau tiolic. Diferențele dintre $\Delta\nu_{\text{as}}(\text{COO})$ și $\nu_{\text{sim}}(\text{COO})$ mai mari de 200 cm^{-1} sugerează o coordonare predominant monodentată a grupelor carboxilat ale liganzilor APC, iar diferențele mai mici de 200 cm^{-1} indică la coordonarea preponderent bidentat-punte a fragmentelor carboxilat la ionii de metal.

Complecșii homometalici ai Cu(II) au structuri monomerice, dimerice și, într-un caz, s-a obținut un compus tetrameric. Ionii Cu(II), au numerele de coordonare 4, 5, 6 și, respectiv, geometrie tetragonală, piramidal-tetragonală sau octaedrală puțin deformate.

Compușii homometalici ai Bi(III) sunt polimerici și, într-un singur caz, s-a obținut un compus dimeric în care tiosemicarbazona este cocristalizată la fragmentul $\{\text{Bi}(\text{HAPC})\}_n$. Numărul de coordonare al ionilor Bi(III) în toate cazurile este opt, iar geometria dodecaedrală.

Structurile compușilor heterometalici Cu(II)-Bi(III) cu liganzi micști sunt polimerice, în care ionul Cu(II) are numerele de coordonare 4,5 sau, iar ionii de Bi(III) au numărul de coordonare opt și geometria dodecaedrală.

Compușii coordinativi obținuți au fost testați împotriva a două tulpini gram-pozitive: *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Bacillus cereus* ATCC 11778, două tulpini gram-negative: *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Acinetobacter baumannii* (BAA-747) și împotriva tulpinii de funghi *Candida albicans* (ATCC 10231).

Rezultatele activității antimicrobiene au demonstrat că valorile CMI și CMB pentru compușii homometalici ai Cu(II) sunt în diapazonul $0,00096 - 31,3\mu\text{g/mL}$, compușii homometalici ai Bi(III) au valorile $0,98 - 15,6\mu\text{g/mL}$, iar compușii hetero-

metalici au valori ale CMI și CMB în diapazonul 0,06 – 62, 5 $\mu\text{g}/\text{mL}$ împotriva tulpinilor gram-pozitive. În general, compușii sintetizați au prezentat activități sporite împotriva tulpinii *Staphylococcus aureus*. Împotriva tulpinilor gram-negative, compușii homometalici ai Cu(II) au valori CMI și CMB în diapazonul 3,91 – 250 $\mu\text{g}/\text{mL}$, compușii homometalici ai Bi(III) au valori cuprinse între 62,5 și 500 $\mu\text{g}/\text{mL}$ iar valorile CMI și CMB pentru complecșii heterometalici se încadrează în diapazonul 1,96 – 250 $\mu\text{g}/\text{mL}$.

Compușii homo- și heterometalici sintetizați au prezentat activitate antifungică cu valori ale CMI și CMF în diapazonul 10,49 – 500 $\mu\text{g}/\text{mL}$.

Referințe:

1. HAMEED, A., AL-RASHIDAB, M., UROOSC, M. et. al. Schiff bases in medicinal chemistry: a patent review. In: *Expert opinion on therapeutic patents*. 2017, no. 27/1, pp. 63-79.
2. LIU, M.-C., LIN, T.-S., SARTORELLI, A.C. Chemical and Biological Properties of Cytotoxic α -(N)-Heterocyclic Carboxaldehyde Thiosemicarbazones. In: *Progress in Medicinal Chemistry*. 1995, no. 32, pp. 1-35. [https://doi.org/10.1016/S0079-6468\(08\)70451-X](https://doi.org/10.1016/S0079-6468(08)70451-X).
3. KUNOS, C.A. et al. Phase I Trial of Triapine-Cisplatin-Paclitaxel Chemotherapy for advanced Stage or Metastatic Solid Tumor Cancers. In: *Front. Oncol.* 2017, no. 7. pp. 1-8. <https://doi.org/10.3389/fonc.2017.00062>.
4. DOUGLAS, X. et al. Thiosemicarbazone complexes of copper (II): structural and biological studies. In: *Coordination Chemistry Reviews*. 1993, vol. 123, pp. 49-71. DOI:10.1016/0010-8545(93)85052-6.
5. ODULARU, A.T. Bismuth and Its Wide Applications. In: *International Journal of Progressive Sciences and Technologies*. 2016, vol. 2, pp. 1-12. Disponibil : <http://ijpsat.ijsh-t-journals.org>
6. YANG, Y., OUYANG, R., XU, L. et. al. Review: Bismuth complexes: synthesis and applications in Biomedicine. In: *Journal of Coordination Chemistry*. 2015, vol. 68, pp. 379-397. DOI:10.1080/00958972.2014.999672
7. HUSEYIN, A., KOKSAL, A.R., BOGA S., SEN, I., CANAN, A. Role of Bismuth in the Eradication of Helicobacter pylori. In: *American Journal of Therapeutics*. 2016, pp. 1-7. DOI: 10.1097/MJT.0000000000000389.
8. KOWALIK, M., MASTERNAK, J., BARSZCZ, B. Recent research trends on bismuth compounds in cancer chemo- and radiotherapy. In: *Current medicinal chemistry*. 2019, vol. 26, pp. 729-759. DOI: 10.2174/0929867324666171003113540
9. SOBANSCA, S. et al. A New CuBi_2O_4 Precursor: Synthesis, Crystal Structure and Thermal Behaviour of $\text{Cu}(\text{BiEDTA})_2 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$. In: *Eur. J. Solid State Inorg. Chem.* 1996, no. 33/8, pp. 701-711.

10. BULIMESTRU, I. et al. Aminopolycarboxylate Bismuth(III)-Based Heterometallic Compounds as Single-Source Molecular Precursors for Bi₄V₂O₁₁ and Bi₂CuO₄ Mixed-Oxides. In: *Chem. Mater.* 2014, no. 26/21, pp. 6092-6103. <https://doi.org/10.1021/cm502009y>.

Rezultatele au fost elaborate în cadrul Proiectului: 20.80009.5007.10 „Produse noi, inovative cu performanțe remarcabile în medicină (biofarmaceutică). Elucidarea mecanismelor moleculare și celulare ale acțiunii acestor produse noi și argumentare a folosirii lor la eficientizarea tratamentului unor patologii”.

SINTEZA, CARACTERIZAREA ȘI CERCETAREA ACTIVITĂȚII ANTIOXIDATIVE A N(4)ACETAT DE ETIL TIOSEMICARBAZONELOR 2-FORMIL(2-ACETIL) PIRIDINEI

SYNTHESIS, CHARACTERIZATION AND ANTIOXIDANT ACTIVITY EVALUATION OF N(4)ETHYL ACETATE THIOSEMICARBAZONS 2-FORMYL(2-ACETYL) PYRIDINE

Anna RUSNAC, ORCID: 0000-0002-2517-8927
Olga GARBUZ, ORCID: 0000-0001-8783-892X
Sergiu SHOVA, ORCID: 0000-0002-1222-4373
Aurelian GULEA, ORCID: 0000-0003-2010-7959
Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 544.142.3:547-304.6:616-006.6

e-mail: ana.rusnac@usm.md
e-mail: olhamos@mail.ru
e-mail: shova@icmpp.ro
e-mail: guleaurelian@gmail.com

Cancerul a devenit o cauză principală de deces la nivel mondial, ce poate apărea din cauza diferiților factori: fizici, chimici, de mediu și genetici. Prin urmare, este necesar să se sintetizeze medicamentele eficiente ce pot trata cancerul. Datorită problemelor de toxicitate a complecșilor de platină (utilizați în medicină), chimiștii s-au orientat către medicamente anticancer fără platină. Dintre aceștia fac parte tiosemicarbazonele care joacă un rol important datorită proprietăților lor fizico-chimice și capacității de a forma combinații coordinative stabile cu o structură unică. Tiosemicarbazonele au un spectru clinic larg antitumoral cu eficacitatea sa în diferite celule tumorale datorită tautomerismului tion-tiol [1].

Prin urmare, **scopul lucrării** este obținerea unor compuși organici biologic activi conținând în poziția N(4) a scheletului tiosemicarbazonelor 2-formil(2-acetil)piridinei fragmentul amino acetat de etil. Amino acetat de etil este un intermediar important pentru prepararea acidului crizantemic, utilizat în principal în sinteza medicamentelor antiinflamatoare.

Pentru atingerea scopului, au fost puse următoarele **obiective**: sinteza N(4)acetat de etil tiosemicarbazidei; sinteza N(4)acetat de etil tiosemicarbazonelor 2-formil(2-acetil)piridinei; determinarea structurii compușilor noi sintetizați cu ajutorul spectroscopiei IR, spectroscopiei de rezonanță magnetică nucleară ¹H-RMN, ¹³C-RMN, analizei cu raze X pe monocristal; cercetarea proprietăților antioxidative.

N(4) Acetat de etil tiosemicarbazona 2-formilpiridinei și 2-acetilpiridinei (**4**, **5**) au fost obținute conform următoarelor etape, pornind de la amino acetat de etil (**1**):

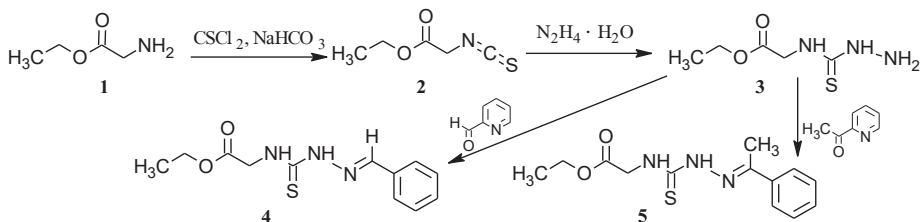


Fig. 1. Schema de sinteză a N(4) acetat de etil tiosemicarbazonelor 2-formil (2-acetil) piridinei

Aminoacetat de etil(1) a fost pus în reacție cu tiofosgen în prezența hidrogenocarbonatului de sodiu obținându-se **izotiocianatoacetat de etil (2)**, (80%) izotiocianat **2**, p.f. = 104-106°C, ce corespunde literaturii de specialitate [2].

[(Hidrazincarbotoil)amino]acetat de etil (3). Soluția obținută din 11.20 g (80 mmol) izotiocianatoacetat de etil **2** în 10 mL de alcool se adaugă cu picătura la soluția etanolică de 4.00 g (80 mmol) monohidrat de hidrazină la temperatura camerei. Cromatografic se confirmă consumul total al izotiocianatului **2**. Produsul obținut se filtrează și se usucă. Se obțin 11.21 g de tiosemicarbazidă **3** cu un randament de 79%, p.t.=155-156°C. $R_f = 0.28$ (eluent: benzen – etilacetat, 1:1). 1H NMR (400 MHz, DMSO) δ (ppm): 8.90(s, 1H, N-H), 8.13(s, 1H, N-H), 4.55(s, 2H, NH₂), 4.23, 4.22(d, 2H, CH₂), 4.12, 4.10, 4.08, 4.06(q, 2H, CH₂), 1.21, 1.19, 1.17(t, 3H, CH₃). ^{13}C NMR (101 MHz, DMSO) δ (ppm): 182.31(C=S), 170.40(C=O), 60.76(CH₂), 45.24(CH₂), 14.59(CH₃).

{2-[(Piridin-2-il)metiliden]hidrazine carbotoil}amino]acetat de etil (4). Amestecul format din 6.00 g (33.85 mmol) [(hidrazincarbotoil)amino]acetat de etil **3** și 3.62 g (33.85 mmol) piridin-2-carbaldehidă în 10 mL etanol și 4 picături de acid acetic glacial se refluxează timp de 3 ore. Produsul obținut se recrystalizează din etanol. Se obțin: 8.11 g (90 %) **4**, p.t.= 150-151°C, solid alb, $R_f = 0,70$ (benzen:etil acetat, 1:2). 1H NMR (400 MHz, DMSO) δ (ppm): 11.95(s, 1H, N-H), 9.0 (t, 1H, C-H), 8.59(m, 1H, C-H), 8.23(d, 1H, N-H), 8.13(d, 1H, =C-H), 7.87(m, 1H, C-H), 7.40(m, 1H, C-H), 4.32(d, 2H, CH₂), 4.14(q, 2H, CH₂), 1.22(t, 3H, CH₃). ^{13}C NMR (101 MHz, DMSO) δ (ppm): 178.96(C=S), 169.86(C=O), 153.60(C=N), 149.93, 143.25, 137.06, 124.73, 120.61(C-Ar), 60.97(CH₂), 45.69(CH₂), 14.60(CH₃).

3-({2-[1-(Piridin-2-il)etiliden]hidrazincarbotoil}amino)benzoat de etil (5). Amestecul format din 4.70 g (26.49 mmol) [(hidrazincarbotoil)amino]acetat de etil **3** și 3.21 g (26.49 mmol) 1-(piridin-2-il)etan-1-onă în 10 mL etanol și 4 picături de acid acetic glacial se refluxează timp de 6 ore (se verifică cromatografic consumul tiosemicarbazidei **3**). Produsul se recrystalizează din etanol. Se obțin: 6.03 g (81 %) **5**, p.t.= 140-141°C, cristale albe, $R_f = 0.44$ (benzen:etilacetat, 1:2). 1H NMR (400 MHz, CDCl₃) δ (ppm): 14.69(s, 25% H, SH), 8.9-27.26(m, 4H, Ar), 8.18(s, 1H, NH), 7.33(s, 75% H, NH), 4.48(d, 2H, CH₂), 4.24(q, 2H, CH₂), 2.36(s, 3H, CH₃), 1.28(t, 3H, CH₃). ^{13}C NMR (101 MHz, CDCl₃) δ (ppm): 178.28(C=S), 169.76(C=O), 152.73(C=N), 147.90-120.57(C-Ar), 61.72(CH₂), 46.13(CH₂), 22.25(CH₃), 14.15(CH₃).

Benzile în domeniul IR ne informează despre apariția grupării funcționale azometinice (C=N) la 1501 cm^{-1} care certifică formarea tiosemicarbazonelor **4**, **5**. În spectrul ^1H RMN al tiosemicarbazidei **3**, picul caracteristic grupării $-\text{NH}_2$ este la deplasarea chimică de 4.55 ppm – care dispare în spectrele ^1H -RMN a tiosemicarbazonelor **4**, **5**, ceea ce indică condensarea grupei amine cu gruparea carbonil. Spectrele ^{13}C -RMN confirmă formulele structurale ale compușilor sintetizați **3-5**.

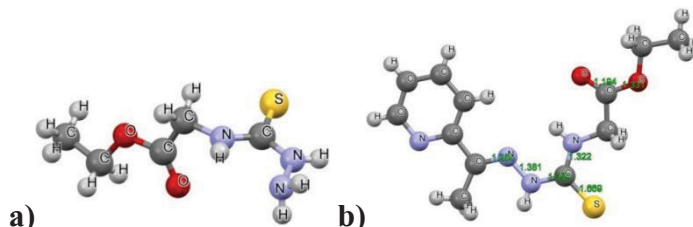


Fig. 2. Structura moleculară: a) N(4) acetat de etil tiosemicarbazidei (**3**) și b) N(4) acetat de etil tiosemicarbazonei 2-acetilpiridinei (**5**)

Cercetările proprietăților antioxidative a tiosemicarbazonelor prin metoda ABTS, au demonstrat rezultate ale concentrației semimaximale de inhibiție – IC_{50} pentru **4** – $52.83\ \mu\text{M}$, pentru **5** – $46.76\ \mu\text{M}$ care sunt aproape de același ordin cu substanța Trolox (este un antioxidant pronunțat luat în calitate de martor) a cărei IC_{50} – $33.33\ \mu\text{M}$.

Concluzii. Au fost obținute TREI substanțe organice noi: o tiosemicarbazidă (**3**) și două tiosemicarbazone (**4**, **5**) ce conțin amino acetat de etil. Formulele structurale ale compușilor obținuți au fost confirmate cu ajutorul spectroscopiilor FT-IR și ^1H -RMN, ^{13}C -RMN. În cazul N(4) acetat de etil tiosemicarbazidei (**3**) și N(4) acetat de etil tiosemicarbazonei 2-acetilpiridinei (**5**) au fost obținute monocristale care au fost cercetate cu ajutorul difracției cu raze X pe monocristal. Proprietățile antioxidative ale tiosemicarbazonelor (**4**, **5**) sunt pronunțate.

Referințe:

1. DEVI, J., BINESH, Kumar and BHARTI, T. Recent Advancements of Organotin (IV) Complexes Derived from Hydrazone and Thiosemicarbazone Ligands as Potential Anticancer Agents. In: *Inorganic Chemistry Communications*, vol. 139. DOI: 10.1016/j.inoche.2022. p. 109208.
2. Sigma-Aldrich. *Ethyl isothiocyanatoacetate*. [Accesat 06.07.2022.] Disponibil: <https://www.sigmaaldrich.com/MD/en/product/aldrich/279692>.

Articol elaborat în cadrul Proiectului: „Produse noi, inovative cu performanțe remarcabile în medicină (biofarmaceutică). Elucidarea mecanismelor moleculare și celulare ale acțiunii acestor produse noi și argumentarea folosirii lor la eficientizarea tratamentului unor patologii”. Cifru: 20.80009.5007.10.

SINTEZA ȘI CERCETAREA FTALOCIANINELOR DE Zn SUBSTITUITE CU GRUPĂRI NITRO ȘI AMINO

SYNTHESIS AND RESEARCH OF Zn PHTALOCIANINES SUBSTITUTED WITH NITRO AND AMINO GROUPS

Ana POPUȘOI, ORCID: 0000-0002-7718-4771

Ion LUNGU, ORCID: 0000-0002-7117-672X

Roman RUSNAC, ORCID: 0000-0003-1243-9371

Petru BULMAGA, ORCID: 0000-0003-0141-4902

Ștefan ROBU, ORCID: 0000-0002-9804-5543

Tamara POTLOG, ORCID: 0000-0003-1243-9371

Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 546.47 + 678.7

e-mil: ana.popusoi@usm.md

e-mail: ionlungu.usm@gmail.com

e-mail: tpotlog@gmail.com

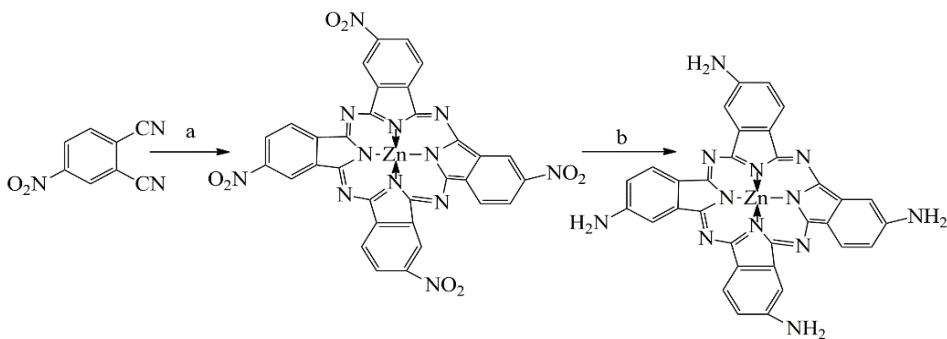
În prezent, cercetările legate de proiectarea, sinteza și studiul proprietăților funcționale ale noilor materiale moleculare organice, în special ale materialelor fotovoltaice, luminescente și fluorofore, determină în mare măsură progresul științific și tehnologic modern. Acestea se numără printre prioritățile științifice globale și se implementează intens în întreaga lume. Coloranții ftalocianinici ai metalelor de tranziție (Cu, Zn, Ni) sunt utilizați în diferite domenii ale tehnicii moderne, spre exemplu în calitate de medii lasero-optici pentru înregistrarea informației [1]. Datorită electrocromismului metaloftalocianinele și-au găsit utilizare pentru confecționarea display-urilor [2]. Ftalocianinele sunt de interes ca nanomateriale organice, datorită proprietăților lor de excepție și aplicațiilor lor în domenii, cum ar fi: celulele solare, semiconductori organici, cristale lichide și medii optice de înregistrare a datelor [3]. Un rol deosebit îl ocupă utilizarea lor în terapia fotodinamică a cancerului, dar pentru aceasta este necesară selectarea solvenților potriviți. Problema dată poate fi depășită dacă în inelul aromatic sunt introduși diferiți substituenți care ar putea mări solubilitatea ftalocianinelor și, respectiv, modificându-le proprietățile [4].

Scopul cercetărilor în lucrarea dată este axat pe sinteza unor metaloftalocianine solubile în solvenți organici netoxici. Din literatura de specialitate, se cunoaște că oferă o solubilitate mai bună metaloftalocianinele substituie cu grupele: $-\text{NO}_2$, $-\text{NH}_2$, $-\text{OH}$, $-\text{COOH}$, $-\text{SO}_3\text{H}$, $-\text{COOR}$ etc.

Cercetările noastre se referă la sinteza tetranitroftalocianinei și tetraaminoftalocianinei de Zn. În literatura de specialitate se descriu metode de sinteză a acestor produși [5]. Prezența grupei $-\text{NH}_2$ ne oferă posibilitatea de a lărgi spectrul de utilizare a ftalocianinelor de Zn. Grupa amină poate lega chimic metalftalocianinele de unii polimeri organici. La fel, prin reacții de adiție cu derivați ai izotiocianaților, obținem o serie de ftalocianine care să conțină gruparea $-\text{NH-CS-NH-R}$. Această grupare ar mări solubi-

litatea ftalocianinelor de Zn în solvenți organici netoxici. Ftalocianinele de Zn cercetate au fost obținute după următoarea schemă:

Analiza FTIR a fost efectuată cu instrumentul Bruker, prevăzut cu dispozitiv din diamant pentru atenuarea reflexiei totale (ATR). Spectrul FTIR al ftalocianinei de Zn substituite cu grupe $-\text{NH}_2$ este prezentat în Figura 2 (stânga). Comparând cu spectrele FT-IR ale probelor similare din literatura de specialitate, se poate concluziona că probele investigate în această lucrare conțin benzile specifice aminelor primare de întindere $-\text{N}-\text{H}$ în domeniul $3118\text{-}3186\text{ cm}^{-1}$ și aminelor de îndoire la $1602\text{-}1605\text{ cm}^{-1}$. De asemenea, spectrul FTIR al compusului prezintă vibrații la 1343 cm^{-1} și 1484 cm^{-1} pentru NO_2 , $-\text{C}=\text{C}-$ de aromatic la 1602 cm^{-1} . Dispariția benzii grupului nitril la 2241 cm^{-1} confirmă conversia cu succes a 4-nitroftalonitrilului în 4,4',4'',4'''-tetranitrozinc ftalocianină. Celelalte benzi caracteristice grupei amino aromatice, și anume, vibrațiile de întindere a legăturii C-N se găsesc la $1250\text{-}1340\text{ cm}^{-1}$ și vibrațiile de deformare a planului de ieșire ale legăturii N-H se găsesc la $700\text{-}950\text{ cm}^{-1}$ și se suprapun cu benzile caracteristice ale macrociclului ftalocianinei.



Reagenți și condiții: a) $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2$; DBU; 1-pentanol; $130\text{-}155^\circ\text{C}$, 8h, b) Na_2S , H_2O , 50°C

Fig. 1. Sinteza ftalocianinelor de Zn substituite cu grupe $-\text{NO}_2$ și $-\text{NH}_2$.

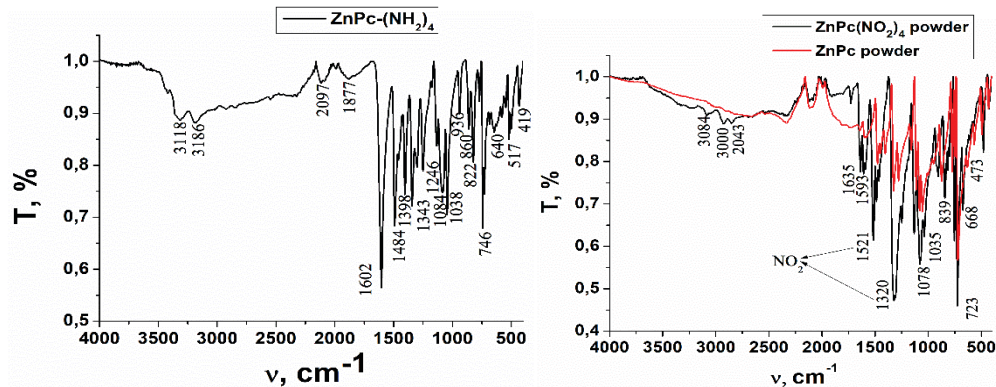


Fig. 2. Spectrele FTIR ale ftalocianinei de Zn substituite cu grupe $-\text{NH}_2$ ($\text{ZnPc}(\text{NH}_2)_4$ stânga) și grupe $-\text{NO}_2$ ($\text{ZnPc}(\text{NO}_2)_4$ dreapta).

Spectrul FTIR al ftalocianinei de Zn substituite cu grupe $-\text{NO}_2$ este prezentat în Figura 2 (dreapta). În cazul tetranitroftalocianinei de Zn spectrul FTIR a evidențiat benzile caracteristice ale macrociclului ftalocianinei: vibrațiile de deformare în afara planului a legăturilor C-H ale nucleului benzenic $\gamma\text{C-H}$ între $720\text{-}740\text{ cm}^{-1}$, vibrațiile de deformare în plan a legăturilor C-H ale nucleului benzenic $\gamma\text{C-H}$ între $1035\text{-}1078\text{ cm}^{-1}$, vibrațiile de întindere ale legăturilor C=C specific nucleelor aromatice 1,2,4-trisubstituite la $1580\text{-}1600\text{ cm}^{-1}$ și $3000\text{-}3084\text{ cm}^{-1}$, și vibrațiile de întindere a legăturilor C=N la $1635\text{-}1650\text{ cm}^{-1}$.

Spectrele de absorbție ale ftalocianinei de Zn substituită cu grupa $-\text{NH}_2$ în soluții de DMSO/ H_2O și N-metil-2-pirolidona/ H_2O se ilustrează în Figura 3 (dreapta).

În spectrele de absorbție pentru ftalocianină de zinc substituită cu grupa $-\text{NH}_2$ în soluții de DMSO/ H_2O și N-metil-2-pirolidona/ H_2O se disting clar cele două benzi solvatocromice Q și B [5]. Banda Q apare datorită excitării stării fundamentale $a_{1u}(\pi)$ HOMO în $e_g(\pi^*)$ LUMO. Banda B a ftalocianinei de Zn substituită cu grupa $-\text{NH}_2$ în soluție N-metil-2-pirolidona/ H_2O scindează în două benzi cu maxime distincte la 291 și 295 nm, iar a benzii B în soluție de apă/dimetilsulfoxidă (DMSO) se deplasează spre lungimi de undă mai mari, 350 nm și 356 nm. Banda Q este destul de largă, iar în cazul soluției de N-metil-2-pirolidona/ H_2O , aceasta tinde să scindeze în două benzi cu maxim deplasat spre infraroșu mai mult cu 6 nm decât în cazul soluției de DMSO/ H_2O .

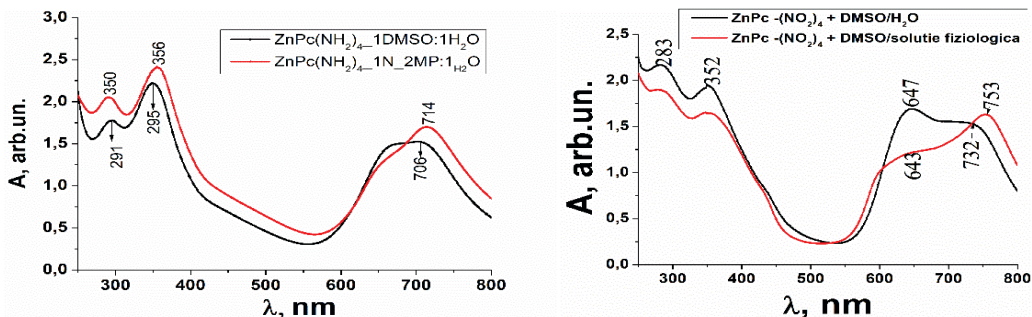


Fig. 3. Spectrele de absorbție ale ftalocianinei de zinc substituite cu grupele $-\text{NH}_2$ ($\text{ZnPc}(\text{NH}_2)_4$) dreapta) și grupe $-\text{NO}_2$ ($\text{ZnPc}(\text{NO}_2)_4$) stânga) în soluții de N-metil-2-pirolidona/ H_2O și DMSO/ H_2O

Spectrele de absorbție ale ftalocianinei de zinc substituită cu grupa $-\text{NO}_2$ la fel indică benzile solvatocromice Q și B. Banda Q în cazul acesta scindează în două benzi cu maxime distincte la 643 nm și 753 nm în soluție de N-metil-2-pirolidona/ H_2O și 647 nm și 732 nm în DMSO/ H_2O . Banda Q pentru ZnPc substituită cu $-\text{NO}_2$ este mai deplasată spre infraroșu în cazul solventului de N-metil-2-pirolidona/ H_2O .

Așadar, ambii compuși sintetizați ai ftalocianinei de Zn substituită cu grupele $-\text{NH}_2$ și $-\text{NO}_2$ prezintă banda Q mai largă și deplasată spre lungimi de undă mai mari față de ftalocianina de Zn pură.

Concluzii. În lucrarea prezentată, se descrie sinteza tetranitro- și tetra-amino-ftalocianinei de Zn. Acești compuși au fost caracterizați prin spectroscopie FTIR și UV-Vis. Spectrele FTIR a pulberilor de ftalocianină de Zn substituită cu $-\text{NH}_2$ și $-\text{NO}_2$ redau informația că acestea sunt deplasate față de cele ale pulberii de ZnPc nesubstituie, ceea ce ne demonstrează că grupările nitro și amino modifică proprietățile acesteia. Analiza datelor experimentale UV-Vis arată prin reducerea grupărilor nitro în grupări amino are loc deplasarea batocromă a maximelor de absorbție spre lungimi de undă mai mici, spre exemplu în soluția DMSO/H₂O maximul benzii de la 732 nm pentru ZnPc(NO)₂ se deplasează la 706 nm depistat în ZnPc(NH₂).

Referințe:

1. DIDIER, V., HAMMADI, M. Applications of microwave in organic Synthesis: An improved one-step synthesis of metallophthalocyanines and a new modified microwave oven for dry reactions. In: *Molecules*, 2001, 6, pp.831-844.: <https://www.researchgate.net/publication/26547099>.
2. MURANAKA, A., UCHIYAMA, M. Developments of phthalocyanine-based functional molecules with tunable optical and chiroptical properties. In: *The Chemical Society of Japan*, 2021, 94, pp. 872-878. <https://doi.org/10.1246/bc-sj.20200336>.
3. NYAMU, S., OMBAKA, L. Antimicrobial photodynamic activity of phthalocyanine derivatives. *Hirdawi, Advances in chemistry*, Volum 2018, ID 2598062, 8 p.<https://doi.org/10.1155/2018/2598062>.
4. EKINEKER, G., GOSEL, M. Synthesis of both peripheral and non-peripheral substituted metal-free phthalocyanines and characterization. In: *Tetrahedron*, 2020, 76 (5), pp. 130878-130883. <https://doi.org/10.1016/j.tet.2019.130878>.
5. GHEORGHESCU, R., BOSCORNEAN, C. Raman, IR and UV-Vis spectroscopic investigations of some substituted phthalocyanines. În: *Revista de Chimie*. București, 2015, nr. 66, (10), pp. 1554-1557. <https://www.researchgate.net/publication/290456695>.

Lucrarea a fost realizată în cadrul Programului de Stat, proiectul institutional. Cifrul: 20.80009.5007.16.

СИНТЕЗ И ПРОТИВОМИКРОБНЫЕ СВОЙСТВА КООРДИНАЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ НЕКОТОРЫХ 3dМЕТАЛЛОВ С 4-АЛЛИЛТИОСЕМИКАРБАЗОНОМ N-(4-МЕТОКСИФЕНИЛ)-2-ОКСОПРОПАНАМИДОМ

SINTEZA ȘI PROPRIETĂȚILE ANTIMICROBIENELE COMPUSILOR COORDINATIVI AI UNOR METALE 3d CU 4-ALILTIOSEMICARBAZONA N-(4-METOXIFENIL)-2-OXOPROPANAMIDEI

Янина УЛЬКИНА, ORCID: 0000-0002-3345-7539
Молдавский государственный университет

CZU: 544.142.3:547-304.6

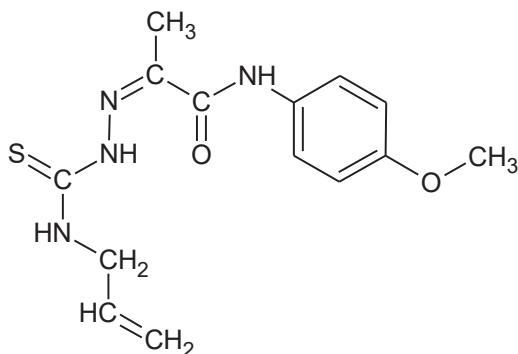
e-mail: yanaulk@mail.ru

Тиосемикарбазоны представляют собой важный класс соединений, известный своей универсальной биологической и фармакологической активностью. Они применяются в медицинской химии в качестве промежуточных продуктов в синтезе фармацевтических и биоактивных материалов [1-2]. В последние годы производные тиосемикарбазонов продемонстрировали широкий спектр активности, а именно противогрибковую, противораковую, противомикробную и противовирусную [3-5].

Амиды пировиноградной кислоты применяются в различных сферах и являются биологически активными. Наиболее известным является *N,N*-диэтил-2-оксопропанамид, который проявляет нейропротекторное и противовоспалительное действие в постишемическом мозге [6].

Тиосемикарбазоны амидов пировиноградной кислоты редко встречаются в литературе, поэтому представляет интерес их изучение.

Цель работы: нахождение условий синтеза 4-аллилтиосемикарбазона *N*-(4-метоксифенил)-2-оксопропанамид (HL) и его координационных соединений с 3d металлами, а также установление их состава, физико-химических и биологических свойств.



HL

Для достижения данной цели в первую очередь была проведена реакция конденсации 4-аллилтиосемикарбазида с *N*-(4-метоксифенил)-2-оксипропанамидом. Температура плавления синтезированного вещества 154-156 °С. Структура и чистота 4-аллилтиосемикарбазона была подтверждена ЯМР спектроскопией ¹H и ¹³C.

Координационные соединения были получены при взаимодействии различных солей меди (II) и никеля (II) с исходным тиосемикарбазоном в этанольном растворе в молярном соотношении 1:1, а в случае железа (III) 2:1. Полученные мелкокристаллические осадки были отфильтрованы, промыты небольшим количеством спирта и высушены на воздухе.

Исследование молярной электропроводности показало, что все синтезированные комплексы являются электролитами типа 1:1.

Для определения способа координации лиганда с центральными атомами был проведен сравнительный анализ ИК спектров 4-аллилтиосемикарбазона его синтезированных комплексов. Было установлено, что 4-аллилтиосемикарбазон проявляет себя как трехдентатный монодепротонированный лиганд с ONS-набором донорных атомов, начто указывает смещение полосы поглощения азометинового азота, исчезновение полосы поглощения C=S и появление полосы C-S, и смещение в низкочастотную область амидной группы.

Для синтезированных соединений меди (II) была изучена противомикробная активность в отношении грамположительных микроорганизмов *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* и грамотрицательных микроорганизмов *Acinetobacter baumannii*. Результаты исследования приведены в таблице.

Таблица

Минимальные подавляющие (МПК) и минимальные бактерицидные (МБК) концентрации некоторых синтезированных веществ в отношении тест-микробов (мкг/мл)

| Вещество | <i>Staphylococcus aureus</i> | | <i>Bacillus cereus</i> | | <i>Acinetobacter baumannii</i> | |
|------------------------------|------------------------------|-------|------------------------|-------|--------------------------------|-------|
| | МПК | МБК | МПК | МБК | МПК | МБК |
| HL | - | - | 125.0 | 250.0 | - | - |
| Cu(L)Cl | 15.63 | 31.25 | 7.813 | 15.63 | - | - |
| Cu(L)Br | 31.25 | 62.50 | 31.25 | 62.50 | 250.0 | 500.0 |
| Cu(L)NO ₃ | 15.63 | 31.25 | 15.63 | 31.25 | 250.0 | 500.0 |
| Cu(L)(Cl ₂ CHCOO) | 31.25 | 62.50 | 62.50 | 125.0 | 250.0 | 500.0 |
| Cu(L)(CH ₃ COO) | 15.63 | 31.25 | 31.25 | 62.5 | 250.0 | 500.0 |

Было установлено, что синтезированные координационные соединения меди проявляют бактериостатическую и бактерицидную противомикробную актив-

ность в диапазоне концентраций 7.81-500 мкг/мл. Наиболее чувствительными к синтезированным веществам являются грамположительные микроорганизмы. На противомикробную активность соединений влияет природа кислотного остатка, на основе чего можно составить следующий ряд активности: $\text{Cl}^- > \text{Br}^- \approx \text{NO}_3^- > \text{CH}_3\text{COO}^- > \text{Cl}_2\text{CHCOO}^-$.

Литература:

1. ALOMAR, K., KHAN, M.A., ALLAIN, M., BOUET, G. Synthesis, crystal structure and characterization of 3-thiophene aldehyde thiosemicarbazone and its complexes with cobalt(II), nickel(II) and copper(II). In: *Polyhedron*. 2009, nr. 28, pp. 1273-1280.
2. TADA, R., CHAVDA, N., SHAH, M.K. Synthesis and characterization of some new thiosemicarbazide derivatives and their transition metal complexes. In: *J. Chem. Pharm. Res.* 2011, nr. 3, pp. 290-297.
3. DEVI, J., YADAV, M., JINDAL, D., KUMAR, D., POORNACHANDRA, Y. Synthesis, spectroscopic characterization, biological screening and in vitro cytotoxic studies of 4-methyl-3-thiosemicarbazone derived Schiff bases and their Co(II), Ni(II), Cu(II) and Zn(II) complexes. In: *Appl. Organomet. Chem.* 2019, nr. 33, pp. 5154.
4. GRAUR, V., CHUMAKOV, Y., GARBUZ, O., HUREAU, C., TSAPKOV, V., GULEA, A. Synthesis, Structure, and Biologic Activity of Some Copper, Nickel, Cobalt, and Zinc Complexes with 2-Formylpyridine N^4 -Allylthiosemicarbazone. In: *Bioinorganic Chemistry and Applications*. 2022, nr. 2022, Article ID2705332.
5. YU, P., DENG, J., CAI, J., ZHANG, Z., ZHANG, J., KHAN, M.H., LIANG, H., YANG, F. Anticancer and biological properties of a Zn-2,6- diacetylpyridine bis(thiosemicarbazone) complex. In: *Metallomics*. 2019, nr. 11, pp. 1372-1386.
6. LEE, H. K., KIM, I. D., KIM, S. W., LEE, H., PARK, J. Y., YOON, S. H., LEE, J. K. Anti-inflammatory and anti-excitotoxic effects of diethyl oxopropanamide, an ethyl pyruvatebioisoster, exert robust neuroprotective effects in the postischemic brain. In: *Scientific reports*. 2017, nr. 7, pp. 42891.

Работа была выполнена в рамках проекта: „Produse noi, inovative cu performanțe remarcabile în medicină (biofarmaceutică). Elucidarea mecanismelor moleculare și celulare ale acțiunii acestor produse noi și argumentarea folosirii lor la eficientizarea tratamentului unor patologii”. Cifrul: 20.80009.5007.10.

МЕТОДОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ПРИЛОЖЕНИЙ ИСПОЛЬЗУЯ
SPRING FRAMEWORK

METODOLOGIA ELABORĂRII APLICAȚIILOR FOLOSIND SPRING
FRAMEWORK

Денис НЕГУРА, ORCID: 0000-0003-0618-5360

Татьяна ШЕСТАКОВА, ORCID: 0000-0003-1283-8524

Вадим ГОНЦА

Ольга ЧЕРБУ, ORCID: 0000-0002-6278-7115

Технический университет Молдовы,

Молдавский государственный университет

CZU: 004.438

e-mail: den.negura@gmail.com

e-mail: tatiana.sestacova@sde.utm.md

e-mail: vadingonta1968@gmail.com

e-mail: olga.cerbu@gmail.com

Состав Spring Framework

Ядро каркаса Spring основано на *инверсии управления* (Inversion of control – IoC), IoC подразумевает делегирование программистом компонентов программы фреймворку, давая ему возможность вызывать код программиста при необходимости.[1] Инверсия управления в Spring часто замещается термином *внедрение зависимостей*, это связано с тем, что Spring действует подобно контейнеру, предоставляя экземпляры классов со всеми необходимыми зависимостями.

Позволяя Spring внедрять зависимости, программист достигает гибкости в определении конфигурации зависимостей в приложениях такими средствами как: XML-файлы, конфигурационные классы Java, аннотации в коде. Внедрение зависимостей нацелено на ослабление связей между компонентами программы, что упрощает в дальнейшем поддержку модулей.

Beans – это компоненты java управляемые контейнером, размещённые в контексте приложения [2, 3]. Бины можно конфигурировать XML разметкой, по средством аннотаций.

Доступ к данным и работа с данными – основной функционал любой программы. Spring легко интегрируется с любым выбранным инструментом. Он так же поддерживает простой интерфейс JDBC (Java Database Connectivity). Кроме того, Spring поддерживает библиотеки на основе спецификаций JPA (технология ORM – объектно реляционное отображение) и JDO, самую популярную реализа-

цию Hibernate [4, 5]. Spring позволяет сочетать технологии доступа к базам данных. К примеру, использовать специфичные средства БД через JDBC, а основную логику строить на Hibernate.

Web MVC – проектный шаблон для создания веб-приложений включает три части:

1. Модель – данные и объекты для доступа к данным.
2. Представление – отображение данных в удобном для пользователя формате, стилизация, интернализация, и возможность взаимодействия на стороне клиента.
3. Контроллер – обработчик запросов пользователей. Взаимодействует с моделью, обновляет, сохраняет, читает данные и направляет пользователей к представлениям на основании действий пользователей.

Работа Spring MVC построена вокруг DispatcherServlet – центрального сервлета, получающего запросы и направляющего их на контроллеры.

Разработка приложения:

Для того, чтобы иметь возможность работать со Spring Framework и его модулями, необходимо подключить зависимости. С этим помогут справиться две известные системы Maven и Gradle, они самостоятельно загрузят и подключат указанные модули.

После генерации и загрузки проект можно открыть в любом удобном IDE направленном на разработку под Java (IntelliJ IDEA, Eclipse, Netbeans).

Файл pom.xml содержит информацию о проекте и подробности конфигурации используемые Maven для сборки проекта.

Напишем небольшое web приложение используя базу данных H2. Для работы с данными применим технологию Hibernate. Следующим шагом в каталоге resources создадим два файла: schema.sql и data.sql. Spring сам найдёт их, создаст базу данных и запишет данные в schema.sql. Следующим шагом будет реализация паттерна MVC.

Далее нам потребуется инструмент для взаимодействия с базой данных, но у Spring уже есть решение данного вопроса, это интерфейс CrudRepository, он позволяет сохранять, читать, удалять и обновлять данные. Необходимо написать контроллер, его целью будет принятие запроса на данные и передача их представлению. Осталось написать представления и сохранить в папку resource/templates.

Вывод. Spring Framework использует лучшие практики и объединяет множество готовых инструментов освобождая разработчика от написания рутинного кода. Spring экономит время разработчика, при этом предлагает продуманные и гибкие решения возникающих вопросов. На примере, мы убедились, что при создании web приложения под Spring разработчик уделяет большее количество времени на написания логики, за всем остальным следит framework.

Литература:

1. Spring IoC container: <https://docs.spring.io/spring-framework/docs/3.2.x/spring-framework-reference/html/beans.html>
2. Spring beans @scope: <https://docs.spring.io/spring-framework/docs/3.0.0.M3/reference/html/ch04s04.html>
3. Spring beans @component: <https://docs.spring.io/spring-framework/docs/current/javadoc-api/org/springframework/stereotype/Component.html>
4. Spring data: <https://spring.io/projects/spring-data>
5. Spring MVC: <https://docs.spring.io/spring-framework/docs/3.2.x/spring-framework-reference/html/mvc.html>

APLICAREA METODEI NEWTON LA REZOLVAREA PROBLEMELOR NELINIARE, CONDIȚIONALITĂȚI, CAZUL DISPOZITIVULUI SEMICONDUCTOR

APPLICATION OF THE NEWTON METHOD TO THE SOLVING OF NONLINEAR PROBLEMS, CONDITIONALITY, THE CASE OF THE SEMICONDUCTOR DEVICE

Galina SPRINCEAN, ORCID: 0000-0002-0204-1864
Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 519.6

e_mail: galina.sprincean@usm.md

Modelarea matematică este crearea unor tehnici care permit transformarea modelelor fizice în modele numerice și presupun algoritmi ce pot fi ușor implementați prin coduri-sursă, folosind limbaje de programare corespunzătoare. În cazul diodei semiconductoare, în cadrul modelării matematice a acesteia, au trebuit rezolvate câteva subprobleme, una dintre care a fost liniarizarea ecuațiilor, soluționarea problemei în întregime presupunând rezolvarea unui sistem de trei ecuații diferențiale cu derivate parțiale, neliniare, având două tipuri de condiții la frontieră.

Metoda Newton este una dintre cele recomandate, în literatura de specialitate, la rezolvarea problemelor neliniare. Dar, anevoios de realizat sau chiar imposibil în cazul unor probleme neliniare mai speciale. Cazul diodei semiconductoare face parte din categoria acestor probleme mai speciale.

Cu utilizarea metodei Newton, într-o vecinătate bine conturată a soluției exacte, se asigură dublarea numărului de cifre exacte ale soluției calculate iterativ. Datorită acestor particularități despre metoda Newton se spune că are proprietăți locale de convergență foarte bune, dar la nivel global ar putea să se comporte foarte rău. Totuși, chiar și la rezolvarea celor mai dificile probleme neliniare metoda Newton ar putea fi utilizată ca o procedură terminală, în prima fază fiind folosită o altă metodă, mai puțin sensibilă din punctul de vedere al convergenței.

1. Formularea matematică a problemei dispozitivului semiconductor bazat pe modelul drift-difuzie (MDD)

Considerăm modelul diodei semiconductoare din *Figură*. Dioda are două regiuni cu diferite tipuri de dopare, *zona de tip p* cu o concentrație dominantă a golurilor și *zona de tip n* cu o concentrație dominantă a electronilor. Electroful anod este conectat la *zona de tip p*, iar electroful catod este conectat la *zona de tip n*.

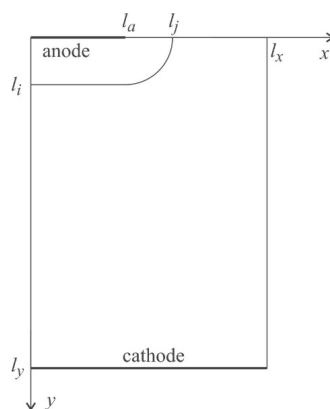


Fig. 1. Geometria diodei semiconductoare

Impuritățile adăugate materialului semiconductor determină tipul de conductibilitate a fiecărei zone. În fizica semiconductoarelor concentrația de impurități este notată cu N și definită de expresia

$$N(x) = (N_D^+ - N_A^-)m^{-3}, \quad (1.1)$$

unde N_D^+ este concentrația donatorilor ionizați, iar N_A^- semnifică concentrația acceptorilor ionizați. Valoarea negativă a concentrației impurităților este determinată de dominarea atomilor acceptori ionizați (*semiconductor de tip p*), iar o valoare pozitivă a concentrației impurităților este determinată de dominația atomilor donatori ionizați (*semiconductor de tip n*).

Modelul matematic al dispozitivului semiconductor, conform literaturii de specialitate [1], este un sistem de trei ecuații fundamentale ale fizicii dispozitivelor semiconductoare, care descriu comportarea statică și dinamică a concentrațiilor purtătorilor de sarcină în dispozitivele semiconductoare, aflate sub influența câmpurilor externe ce determină abateri de la condițiile de echilibru termic. Ecuațiile sistemului sunt prezentate mai jos:

Ecuația lui Poisson $-\nabla \cdot (\varepsilon \nabla \varphi) = q(p - n + N) \quad (1.2)$

Ecuația continuității pentru electroni $-\nabla \cdot (J_n) = -q(RG_{SRH} + RG_{AUG}) \quad (1.3)$

Ecuația continuității pentru goluri $\nabla \cdot (J_p) = -q(RG_{SRH} + RG_{AUG}) \quad (1.4)$

La rezolvarea sistemului de ecuații diferențiale, cu derivate parțiale, neliniare(1.2)-(1.4), având ca necunoscute potențialul electrostatic (φ), concentrațiile de electroni (n) și goluri (p), au fost folosite următoarele soluții analitice obținute cu rezolvarea următoarelor ecuații:

Ecuații ale densității de curent pentru electroni și goluri, respectiv:

$$J_n = J_{n \text{ drift}} + J_{n \text{ difuzie}} = q n \mu_n \bar{E} + q D_n \nabla n \quad (1.5)$$

$$J_p = J_{p \text{ drift}} + J_{p \text{ difuzie}} = q p \mu_p \bar{E} - q D_p \nabla p \quad (1.6)$$

Ecuații ale concentrației purtătorilor de sarcină pentru electroni și goluri, respectiv:

$$n = n_i \rho_n \exp\left(\frac{\varphi}{\varphi_T}\right) \quad (1.7)$$

$$p = n_i \rho_p \exp\left(-\frac{\varphi}{\varphi_T}\right) \quad (1.8)$$

Aici $\varepsilon = \varepsilon_r \varepsilon_0$ este permitivitatea absolută (*constanta dielectrică*), unde ε_r semnifică permitivitatea relativă, iar ε_0 este constanta electrică ($\varepsilon_0 = 8,854187817 \cdot 10^{-12} F \cdot m^{-1}$), q sarcina electronului pozitiv ($q = 1,602176565 \cdot 10^{-19} C$), N concentrația impurităților în semiconductor, J_n și J_p densități ale curenților de electroni și goluri, respectiv, RG_{SRH} și RG_{AUG} sunt vitezele de recombinare-generare ale perechilor electron-gol *Shockley-Hall* și *Auger*, respectiv. Valorile ratelor de recombinare-generare ale perechilor electron-gol sunt estimate conform relațiilor:

$$RG_{SRH}(n, p) = \frac{pn - n_i^2}{\tau_p(n + n_i) + \tau_n(p + n_i)}, \quad RG_{AUG}(n, p) = (pn - n_i^2)(C_n n + C_p p) \quad (1.9)$$

În cazul diodei confecționate din siliciu, τ_n și τ_p sunt timpii de existență a purtătorilor de sarcină electron și gol, respectiv ($\tau_n = \tau_p = 0.1 \cdot 10^{-6} s$), iar C_n și C_p sunt coeficienții lui Auger pentru electroni și goluri, respectiv ($C_n = 1,1 \cdot 10^{-42} m^6 s^{-1}$; $C_p = 0,3 \cdot 10^{-42} m^6 s^{-1}$ la temperatura $T = 300 K$), n_i semnifică concentrația intrinsecă a electronilor și golurilor în semiconductor ($n_i = 1,46 \cdot 10^{16} m^{-3}$), φ_T este tensiunea termică și estimată conform relației $\varphi_T = k_B T / q$, k_B este constanta lui Boltzmann ($k_B = 1,3806488 \cdot 10^{-23} J/K$, la temperatura $T = 300 K$).

Domeniul de definiție al problemei (1.2)-(1.4) a fost notat prin $\Omega = (0 < x_1 < l_{x_1}, 0 < x_2 < l_{x_2})$ cu frontiera $\Gamma = \Gamma_D \cup \Gamma_N$, unde Γ_D este porțiunea la care sunt conectați electrozii (linia mai pronunțată din *Figură*), iar Γ_N , porțiunea rămasă a frontierei. Astfel întreg domeniul de definiție a fost notat prin $\bar{\Omega} = \Omega \cup \Gamma$.

Condițiile la frontieră:

- pe porțiunea de frontieră Γ_D , acționează *condițiile lui Dirichlet*

$$\varphi(\bar{x}) = U_a + \varphi_T \ln \left(\frac{N + \sqrt{N^2 + 4n_i^2}}{2n_i} \right), \quad n(\bar{x}) = \frac{N + \sqrt{N^2 + 4n_i^2}}{2}, \quad p(\bar{x}) = \frac{-N + \sqrt{N^2 + 4n_i^2}}{2}, \quad \bar{x} \in \Gamma_D. \quad (1.10)$$

- pe porțiunea de frontieră Γ_N acționează *condițiile lui Neumann*

$$\vec{n} \cdot \nabla \varphi = \frac{\partial \varphi}{\partial n} = 0; \quad \vec{n} \cdot J_n = 0; \quad \vec{n} \cdot J_p = 0, \quad \bar{x} \in \Gamma_N. \quad (1.11)$$

unde prin punct se înțelege produsul scalar al vectorului normal exterior \vec{n} , pe porțiunea de frontieră Γ_N , la gradientul potențialului electrostatic φ și vectorilor densității de curenți pentru electroni J_n și goluri J_p .

Concentrația de impurități N a semiconductorului, pe domeniul de definiție al problemei, poate fi estimată conform relației

$$N = N_{Dn} + N_{Dnmax}G(x_1, -x_2, \infty, l_{x_1}, \alpha) - N_{Apmax}G(x_1, x_2, l_a + l_{x_2}, l_{x_2}, \alpha) \quad (1.12)$$

unde G este funcția lui Gauss, N_{Dn} alierea stratului epitaxial al semiconductorului, iar N_{Dnmax} alierea substratului epitaxial, N_{Apmax} valoarea maximală de implantare a profilului de difuziune.

Funcția lui Gauss este definită conform sistemului de mai jos [1, p. 26]:
 $G(x_1, x_2, a, b, \alpha) =$

$$\begin{cases} \exp\left[-\left(\frac{x_1 - a}{\alpha}\right)^2\right] \cdot \exp\left[-\left(\frac{x_2 - b}{\alpha}\right)^2\right], & x_1 > a \ \& \ x_2 > b \\ \exp\left[-\left(\frac{x_1 - a}{\alpha}\right)^2\right], & x_1 > a \ \& \ x_2 \leq b \\ \exp\left[-\left(\frac{x_2 - b}{\alpha}\right)^2\right], & x_1 \leq a \ \& \ x_2 > b \\ 1, & x_1 \leq a \ \text{and} \ x_2 \leq b \end{cases} \quad (1.13)$$

Constantele din relațiile (1.12), (1.13), pe domeniul de definiție (Fig.), au valorile $N_{Dn} = 10^{16}m^{-3}$, $N_{Dnmax} = 10^{18}m^{-3}$, $N_{Apmax} = 10^{18}m^{-3}$;
 $\alpha = 0.5 \cdot 10^{-6} m$,
 $l_{x_1} = 5 \cdot 10^{-6} m$, $l_{x_2} = 7 \cdot 10^{-6} m$, $l_a = 2 \cdot 10^{-6} m$, $l_i = l_j = 1 \cdot 10^{-6} m$.

Se consideră catodul conectat la pământ ($U_c = 0 V$), iar la anod se aplică o tensiune $U_a > 0 V$, cu mărirea ei treptată cu pași mici.

În lipsa tensiunii aplicată la anod, soluția problemei dispozitivului semiconductor poate fi calculată conform relațiilor (1.11), (1.12) pe întreg domeniul de definiție $\bar{\Omega}$ cu $U_a = 0 V$. Această soluție poate fi folosită ca valoare inițială la rezolvarea problemei cu aplicarea metodelor iterative și mărirea treptată a U_a .

2. Soluționarea problemei în spațiul bidimensional

După discretizarea ecuațiilor diferențiale neliniare cu implementarea schemelor în diferențe, iar mai apoi și a schemei lui Scharfetter-Gummel, pentru o mai bună aproximare a lor [2, 3], a fost obținut echivalentul discret al sistemului (1.2)-(1.4), și anume, următorul sistem algebric de ecuații neliniare:

$$2\varepsilon \left(\frac{1}{h_{x_1}^2} + \frac{1}{h_{x_2}^2} \right) \varphi_{ij} - \frac{\varepsilon}{h_{x_1}^2} (\varphi_{i+1,j} + \varphi_{i-1,j}) - \frac{\varepsilon}{h_{x_2}^2} (\varphi_{i,j+1} + \varphi_{i,j-1}) =$$

$$q(p_{ij} - n_{ij} + N_{ij}) \quad (2.1)$$

$$\left(\frac{\mu_n V_{TB} \left(\frac{\varphi_{ij} - \varphi_{i+1,j}}{\varphi_T} \right) + \mu_n V_{TB} \left(\frac{\varphi_{ij} - \varphi_{i-1,j}}{\varphi_T} \right)}{h_{x_1}^2} + \frac{\mu_n V_{TB} \left(\frac{\varphi_{ij} - \varphi_{i,j+1}}{\varphi_T} \right) + \mu_n V_{TB} \left(\frac{\varphi_{ij} - \varphi_{i,j-1}}{\varphi_T} \right)}{h_{x_2}^2} \right) * n_{ij} -$$

$$\frac{\mu_n V_{TB} \left(\frac{\varphi_{i+1,j} - \varphi_{ij}}{\varphi_T} \right)}{h_{x_1}^2} * n_{i+1,j} - \frac{\mu_n V_{TB} \left(\frac{\varphi_{i-1,j} - \varphi_{ij}}{\varphi_T} \right)}{h_{x_1}^2} * n_{i-1,j} - \frac{\mu_n V_{TB} \left(\frac{\varphi_{i,j+1} - \varphi_{ij}}{\varphi_T} \right)}{h_{x_2}^2} * n_{i,j+1} -$$

$$\frac{\mu_n V_{TB} \left(\frac{\varphi_{i,j-1} - \varphi_{ij}}{\varphi_T} \right)}{h_{x_2}^2} * n_{i,j-1} = - \left(\frac{n_{ij} p_{i,j} - n_i^2}{\tau_p (n_{ij} + n_i) + \tau_n (p_{ij} + n_i)} + (n_{ij} * p_{ij} - n_i^2) * \right.$$

$$\left. (C_n n_{ij} + C_p p_{ij}) \right) \quad (2.2)$$

$$\left(\frac{\mu_p \varphi_{TB} \left(\frac{\varphi_{i+1,j} - \varphi_{ij}}{\varphi_T} \right) + \mu_p \varphi_{TB} \left(\frac{\varphi_{i-1,j} - \varphi_{ij}}{\varphi_T} \right)}{h_{x_1}^2} + \frac{\mu_p \varphi_{TB} \left(\frac{\varphi_{i,j+1} - \varphi_{ij}}{\varphi_T} \right) + \mu_p \varphi_{TB} \left(\frac{\varphi_{i,j-1} - \varphi_{ij}}{\varphi_T} \right)}{h_{x_2}^2} \right) * p_{i,j} -$$

$$\frac{\mu_p \varphi_{TB} \left(\frac{\varphi_{ij} - \varphi_{i+1,j}}{\varphi_T} \right)}{h_{x_1}^2} * p_{i+1,j} - \frac{\mu_p \varphi_{TB} \left(\frac{\varphi_{ij} - \varphi_{i-1,j}}{\varphi_T} \right)}{h_{x_1}^2} * p_{i-1,j} - \frac{\mu_p \varphi_{TB} \left(\frac{\varphi_{ij} - \varphi_{i,j+1}}{\varphi_T} \right)}{h_{x_2}^2} * p_{i,j+1} -$$

$$\frac{\mu_p \varphi_{TB} \left(\frac{\varphi_{ij} - \varphi_{i,j-1}}{\varphi_T} \right)}{h_{x_2}^2} * p_{i,j-1} = -q * \frac{n_{ij} p_{i,j} - n_i^2}{(n_{ij} + n_i) + \tau_n (p_{ij} + n_i)} +$$

$$(n_{ij} p_{ij} - n_i^2) * (C_n n_{ij} + C_p p_{ij}) \quad (2.3)$$

În procesul discretizării, a fost aplicată o grilă pe domeniul de definiție, ca pași având h_{x_1} (pe orizontală), h_{x_2} (pe verticală) și astfel a fost obținută rețeaua de noduri $\Omega_h = \{(x_1^{(i)}, x_2^{(j)})\}$,

unde $x_1^{(i)} = (i - 1) * h_{x_1}$, $i = 2, \dots, NN$, $x_2^{(j)} = (j - 1) * h_{x_2}$, $j = 2, \dots, MM$.

Prin $\overline{\Omega}_h = \{(x_1^{(i)}, x_2^{(j)})\}$, $i = 1, \dots, NN + 1$,

$j = 1, \dots, MM + 1$, a fost notată mulțimea tuturor nodurilor, interne și de pe frontieră.

Valorile inițiale ale potențialului electrostatic (φ), concentrațiilor de electroni (n) și goluri (p) au fost calculate conform condițiilor la frontieră (1.10), (1.11), în nodurile rețelei $\overline{\Omega}_h$, cu $U_a = 0$ și notate prin $\overline{\varphi^{(in)}}$, $\overline{n^{(in)}}$, $\overline{p^{(in)}}$.

Valoarea tensiunii aplicată la anod a fost mărită treptat, cu pași mici, și recalculat valorile funcțiilor necunoscute în condițiile echilibrului termodinamic pentru $U_a \neq 0$. Noile valori au fost notate prin $\overline{\varphi^{(old)}}$, $\overline{n^{(old)}}$, $\overline{p^{(old)}}$.

Notând prin $\overline{\varphi^{(ex)}}(x_1, x_2)$ – soluția exactă a sistemului (2.1), $\overline{\varphi^{(old)}}(x_1, x_2)$ – soluția calculată la iterația precedentă, $\overline{\varphi^{(new)}}(x_1, x_2)$ – soluția calculată la iterația curentă, $\overline{\varphi^{(in)}}(x_1, x_2)$ – valoarea inițială a potențialului electrostatic și $\overline{\delta_\varphi}(x_1, x_2)$ – eroarea de calcul, au fost obținute relațiile:

$$\overline{\varphi^{(ex)}}(x_1, x_2) = \overline{\varphi^{(in)}}(x_1, x_2) + \overline{\delta_\varphi}(x_1, x_2), \quad \text{pentru prima iterație} \quad (2.4)$$

$$\overline{\varphi^{(new)}}(x_1, x_2) = \overline{\varphi^{(old)}}(x_1, x_2) + \overline{\delta_\varphi}(x_1, x_2), \quad \text{pentru iterația curentă.} \quad (2.5)$$

Liniazarea ecuațiilor sistemului algebric prin metoda lui Newton, a constat în substituția relației (2.4)/(2.5) în sistemul (2.1). Ca mai apoi, sistemul algebric obținut să fie rezolvat în necunoscuta $\overline{\delta_\varphi}(x_1, x_2)$. Celelalte funcții au fost luate ca constante, cu valori calculate la iterația/iterațiile precedentă(e). Ca metodă iterativă la rezolvarea sistemului algebric linear a fost utilizată Metoda Gradientilor Conjugați. În cazul ecuațiilor (2.2), (2.3) ale sistemului s-a procedat similar.

3. Rezultate numerice

Soluția numerică a sistemului de ecuații diferențiale, cu derivate parțiale, neliniare (1.2)-(1.4) sunt prezentate în *Fig. 2*, *Fig. 3*, *Fig. 4*. Distribuția inițială a funcțiilor φ , n , p , în regimul echilibrului dinamic (cu $U_a = 0V$), este prezentată în *Figura 2*. În *Figura 3* sunt prezentate suprafețele distribuției funcțiilor φ , n , p , pentru $U_a = 0.3V$ și o concentrație a impurităților de $N \approx 10^{23}$. În *Figura 4* sunt prezentate suprafețele distribuției funcțiilor φ , n , p la aplicarea din exterior a tensiunii $U_a = 0.6V$, pentru o concentrație a impurităților de $N \approx 10^{23}$.

Din literatura de specialitate și parțial confirmate de rezultatele obținute, o soluție convergentă a problemei cercetării, folosind metoda Newton, poate fi calculată pentru $N \approx 10^{21} - 10^{23}$, cu o tensiune de până la $U = 2 \sqrt{V} = 2 V$.

Referințe:

1. HANDBOOK of NUMERICAL ANALYSIS: SCHILDERS, W.H.A., MATEN, E.J.W *Numerical Methods in Electromagnetics*. Vol. 13, Serie's Editor: Philippe CIARLET. Netherlands: ELSEVIER, 2005. 920 p. ISSN 15708659.
2. САМАРСКИЙ, А.А. *Теория разностных схем*. Москва: Наука, 1989. ISBN 5-02-014576-9.
3. VASILESKA, D., GOODNICK, S.M., KLIMECK, G. *Computational Electronics: Semiclassical and Quantum Device Modeling and Simulation*. Amazon: CRC Press, 2010. 782 p. ISBN: 1420064835.
4. ANDREI, N. *An adaptive conjugate gradient algorithm for large-scale unconstrained optimization*. North-Holland: Elsevier - AMC, 2016. pp. 83-91. ISSN:0377-0427.

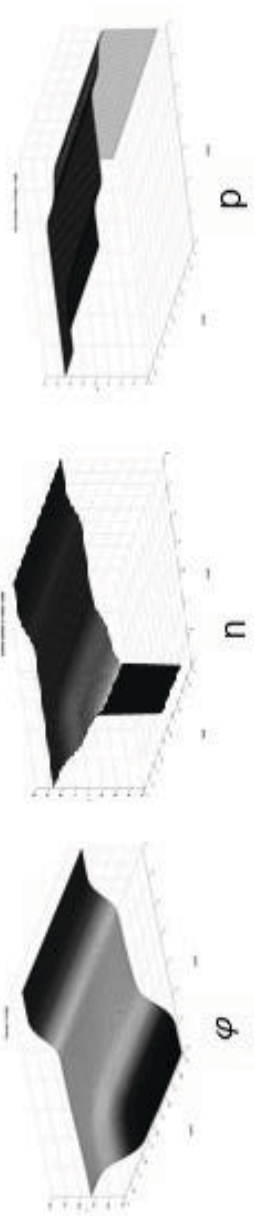
Fig. 2. Suprafețe ale potențialului φ și concentrațiilor pentru electroni n și goluri p , cu tensiune $U_a = 0V$, în regimul echilibrului termodinamic, pentru concentrații ale impurităților de $N_{Dn} = 10^{21} \cdot m^{-3}$, $N_{Dnmax} = 3 \cdot 10^{23} \cdot m^{-3}$, $N_{Apmx} = 3 \cdot 10^{23} \cdot m^{-3}$



Fig. 3. Repartiția potențialului φ și a concentrațiilor pentru electroni n și goluri p , cu tensiunea $U_a = 0.3V$. Rezultatele au fost obținute pentru concentrații ale impurităților de $N_{Dn} = 10^{21} \cdot m^{-3}$, $N_{Dnmax} = 3 \cdot 10^{23} \cdot m^{-3}$, $N_{Apmx} = 3 \cdot 10^{23} \cdot m^{-3}$



Fig. 4. Repartiția potențialului φ și a concentrațiilor de electroni n și goluri p , cu tensiunea la anod $U_a = 0.6V$. Rezultatele au fost obținute pentru concentrațiile impurităților de $N_{Dn} = 10^{21} \cdot m^{-3}$, $N_{Dnmax} = 3 \cdot 10^{23} \cdot m^{-3}$, $N_{Apmx} = 3 \cdot 10^{23} \cdot m^{-3}$.



NANOCOMPOSITE STRUCTURE CHANGES IN ZNO-IN₂O₃ (ZIO) SYSTEM PREPARED BY SPRAY PYROLYSIS METHOD**MODIFICĂRI ÎN STRUCTURA NANOCOMPOZITĂ ÎN SISTEMUL ZNO-IN₂O₃ (ZIO) PREGĂTIT PRIN METODA SPRAY PIROLISEY**

Vladimir BRINZARI, ORCID: 0000-0003-4889-101X,

Iulia BORIS, ORCID: 0000-0003-4523-2182,

Mihail IVANOV, ORCID: 0000-0001-6768-4046

Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 538.975:537.31

e-mail: vbrinzari@mail.ru

e-mail: borisiulia@yahoo.com milleta@mail.ru

The electronic properties of transparent conductive oxides (TCO) based on ZITO (ZnO-In₂O₃-SnO₂) thin films and their perspectives in thermoelectricity were analyzed in our previous works. There within ZIO system the thermoelectric properties of thin films prepared by spray pyrolysis method with different ratio of [Zn]/[In] were studied [1]. The comparison of electrical conductivity of our films with analogous data cited by Hoel in [2] for samples prepared by conventional solid state synthesis find the large enough discrepancy as for values at room temperature and for values under temperature activation. The conductivities of films deposited by our method by 1-2 order of magnitude are less than in [2]. It is obvious that this distinctive feature of studied films is related with thin film's nature (not a bulk sample), low temperature of film's deposition, peculiarities of spray pyrolysis method. Apparently in our technological conditions, the formation of other crystalline phases which were not found in the [2] is probable. The search of actual composition of our thin films by X-ray diffraction (XRD) technique was the aim of further research. This report presents the results obtained during XRD stage of studying of ZIO thin films with various compositions deposited by spray pyrolysis method.

ZIO (Zn_xInO_{1.5}) film deposition on polished silicon substrates (1x1 cm²) was performed by the spray pyrolysis method. For this purposes a mixture of 0.2 M water solutions of InCl₃ and ZnCl₂ according the required composition x was used for deposition of films with thicknesses around of 100 nm at pyrolysis temperature of 450 °C. The value of x was varied within the range 0.125–2 and samples with x= 0.125, 0.25, 0.33, 0.5, 1.0 and 2.0 were prepared. The improved uniformity of the deposited films provided by synchronous rotation of the sample holder and by nozzle swing. Spraying was carried out perpendicular to the sample holder. The average growth rate of the films was in the range of 1–2 nm/s. Several cycles, each lasting no more than 30 s (sprayed solution volume did not exceed 1.5 ml) were used to prevent sufficient holder cooling (<30 °C).

The film thickness was measured by F20 Filmetrics instrument and roughly was monitored by its colour. The surface roughness was measured by atomic force microscopy (AFM) using a Park XE7 instrument. Average surface roughness of deposited ZIO films did not exceed 10 nm. The laser ellipsometry technique was employed for refractive index measurements. These measurements allowed to estimate the effective porosity of our films that was around 20%. The relation between refractive index and porosity, described in [3]. Deposited films were characterized for their structural properties using an EMPYREAN X-ray diffraction system (from Malvern Panalytical) using Cu K α ($\lambda=1.5405$ Å) radiation within a diffraction angle range of 15–70°.

Figure 1 below shows the diffractograms of all deposited films in summarized XRD pattern.

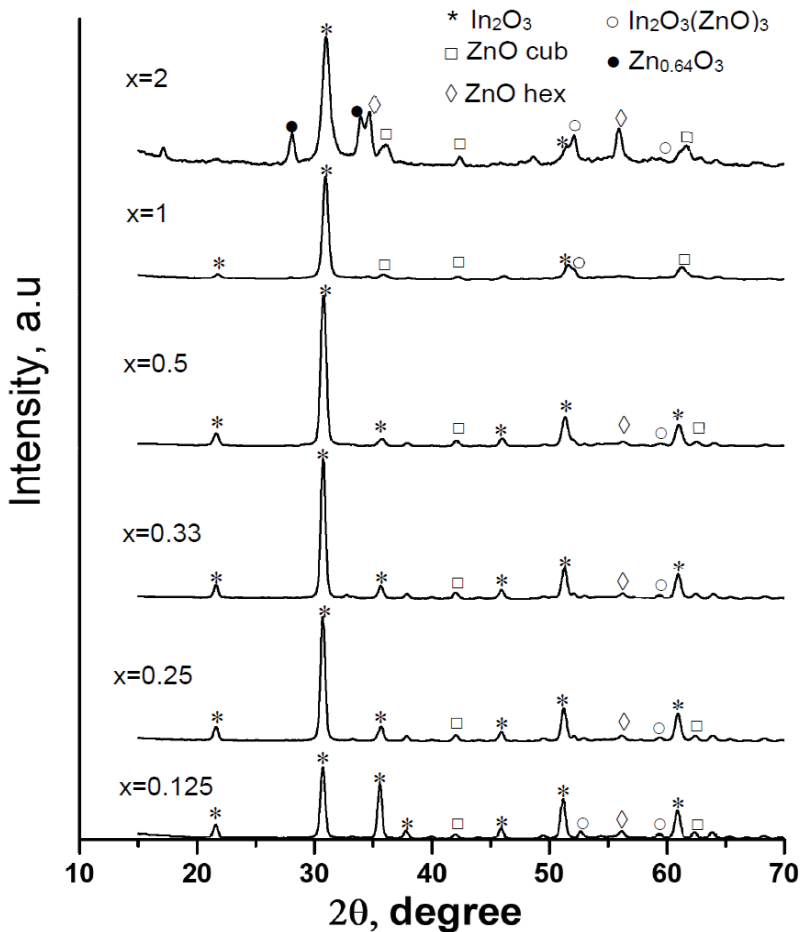


Fig. 1. XRD pattern of ZIO thin films with various composition

Analysis of XRD pattern allows to identify different nanocrystalline phases (from 4 to 5) belonging to diverse compounds and crystallographic syngonies. Such growth formation is already observed with the addition of zinc equal to 0.125. In this case, along with the main most developed cubic In_2O_3 phase such compounds as the cubic and hexagonal phases of ZnO, and the $\text{In}_2\text{O}_3(\text{ZnO})_3$ compounds are found. The lattice structure of $\text{In}_2\text{O}_3(\text{ZnO})_3$ is composed of alternating octahedral InO_2^- layers and wurtzite-like $\text{InZn}_3\text{O}_4^+$ slabs and belongs to trigonal symmetry. This phase refers to the homologous series of rather poorly studied compounds having the general formula like $\text{In}_2\text{O}_3(\text{ZnO})_k$, where $k=2-7, 9, 11, 13, 15, 20$ [2]. The increase of Zn/In ratio ($x=0-1$) in our samples results in gradual size decrease for all nanograins constituted of our films. The grain faceting reconstruction of main phase is also observed. The most pronounced transformations of nanocomposite structure are observed at $x=2$. They are: a) an appearance of new trigonal phase $\text{Zn}_{0.64}\text{O}_3$ [4]; b) a significant increase in the mass fraction of zinc-containing compounds, in particular in the form of a new phase, and also for ZnO of hexagonal symmetry; c) further reduction of the grains size for the main phase (up to 10 nm).

We believe that the rise in the proportion of Zn-containing phases and general grain fineness of the obtained nanocomposite is a factor determining the low electrical conductivity of our films compared to the samples obtained by high-temperature synthesis [2]. In the latter compounds, as stated in [5], the source of conduction electrons is not associated with the presence of oxygen vacancies that is usually inherent to the binary metal oxides. Likely this is another reason of low conductivity in our thin films. Obtained results will serve for further studies of thermoelectric phenomena in semi-conducting metal oxides which allow to improve their thermoelectric efficiency.

This research was done in framework of scientific project #20.80009.5007.02 supported by National Agency for Research and Development of Republic of Moldova.

References:

1. KOROTCENKOV, G., BRINZARI, V., HAM, M-H. In_2O_3 -based thermoelectric materials: the state of art and the role of surface state in the improvement of the efficiency of thermoelectric conversion. In: *Crystals*. 2018, nr. 8(1), pp. 14-50. ISSN 2073-4352.
2. HOEL, C.A., MASON, T.O., GAILLARD, J-F., POEPPELMEIER, K.R. Transparent conducting oxides in $\text{ZnO-In}_2\text{O}_3\text{-SnO}_2$ system. In: *Chem. Mater.* 2010, nr. 22, pp. 3569-3579. ISSN 0897-4756.
3. YOLDAS, B. E., PARTLOW, D. P. Formation of broad band antireflective coatings on fused silica for high power applications. In: *Thin Solid Films*. 1985, nr. 129, pp. 1-14. ISSN 0040-6090.

4. Jansen, M., Hoppe, R., Kastner, P. Zur Kenntnis der systeme $\text{Li}_2\text{O}/\text{CoO}$ und $\text{Li}_2\text{O}/\text{ZnO}$. In: Zeitschrift fuer Anorganische und Allgemeine Chemie. 1975, nr. 414, pp. 69-75.
5. MORIGA, T., EDWARDS, D.D., MASON, T.O., PALMER, G.B., POEPELMEIER, K.R., SCHINDLER, J.L., KANNEWURF, C.R., NAKABAYSHI, I. Phase relationship and physical properties of homologous compounds in the zinc oxide-indium oxide system. In: *J. Am. Ceram. Soc.* 1998, nr. 81, pp. 1310-1316. ISSN 1551-2916.

DIFUZIA Ag SUB ACȚIUNEA RAZELOR X ÎN STRUCTURILE CU STRATURI SUBȚIRI As_2S_3 DOPATE CU Fe

Ag DIFFUSION IN As_2S_3 THIN FILM STRUCTURES DOPED BY Fe UNDER X-RAY RADIATION

Nadejda NASEDCHINA, ORCID: 0000-0003-1749-7319,

Vladimir PRILEPOV, ORCID: 0000-0003-1321-4991

Mădălina SANDU, ORCID: 0000-0002-9145-0650

Arcadi CHIRIȚA, ORCID: 0000-0002-0817-6102

Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 539.26:621.315.592

e-mail: nadejda.nasedchina@usm.md

e-mail: vladimir.prilepov@usm.md

e-mail: madalina.sandu@usm.md

e-mail: arcadi.chirita@usm.md,

Semiconductorii calcogenici sticloși ai sistemului As-Se-S sunt utilizați cu succes pentru înregistrarea informațiilor optice. Purtătorii fototermoplastici bazați pe As-Se-S au valori ridicate ale sensibilității holografice – până la 10^6 cm²/J [1], a puterii de rezoluție – până la 4000 mm⁻¹ [2] și a eficienței de difracție – de până la 40% [3-4]. Semiconductorii calcogenici sticloși sunt materiale sensibile pentru înregistrarea informației cu fascicol de electroni [5-7] și sensibile în regiunile UV-VIS în calitate de materiale pentru fotolitografie cu o rezoluție de până la 7000 mm⁻¹ [8]. Scopul acestei lucrări a fost de a studia efectele difuziei Ag în filmele subțiri As_2S_3 dopate cu Fe sub acțiunea radiației X.

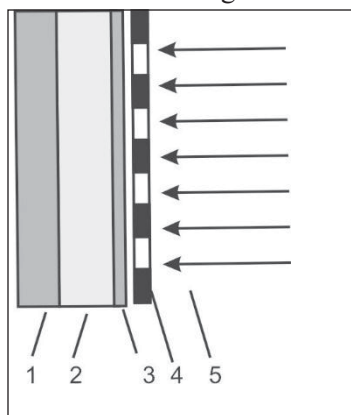


Fig.1. Descrierea
experimentului: 1. substrat de
safir; 2. $(As_2S_3)_{0,99}Fe_{0,01}$;
3. strat subțire de Ag; 4. mască;
5. fascicol incident de raze X

Filme subțiri de $(As_2S_3)_{0,99}Fe_{0,01}$ cu o grosime de 1,9 μm au fost obținute prin evaporare termică în vid pe substraturi de safir (Fig.1). Un strat subțire de Ag de cca 12-15 nm grosime a fost depus pe suprafața stratului As_2S_3 prin evaporare termică în vid.

Studiul proceselor de difuzie a Ag în straturi subțiri $(As_2S_3)_{0,99}Fe_{0,01}$ a fost realizat folosind instalația cu tub de raze X cu anod de Cu (45 kV, 40 mA) și iradiere cu spectrul integral 5-50 keV în intervalul dozelor absorbite de 0,3-0,6 Gy. Transmisia optică a structurii studiate a fost măsurată până și după iradierea cu raze X. Creșterea transmisiei optice ca urmare a difuziei Ag sub acțiunea radiației X în stratul semiconductor $(As_2S_3)_{0,99}Fe_{0,01}$ a fost $\Delta T=0,4\%$ pentru o doză totală de absorbție de 0,56 Gy. Difuzia Ag în structura $(As_2S_3)_{0,99}Fe_{0,01}$ sub acțiunea razelor X este catalizată de prezența Fe cu concentrație procentuală mică.

Efectul difuziei de Ag în straturi subțiri de $(As_2S_3)_{0,99}Fe_{0,01}$ la iradiere cu raze X poate fi utilizat pentru înregistrarea imaginilor în raze X. O plasă de alamă (4, Fig.1) a fost folosită ca o mască pentru înregistrarea imaginilor în raze X. După iradiere proba a fost tratată chimic în soluție 5% de NaOH. În Figure 2, a) este prezentată rețeaua de alamă și imaginea rețelei înregistrată în radiații X după tratare chimică (Fig. 2, b)).

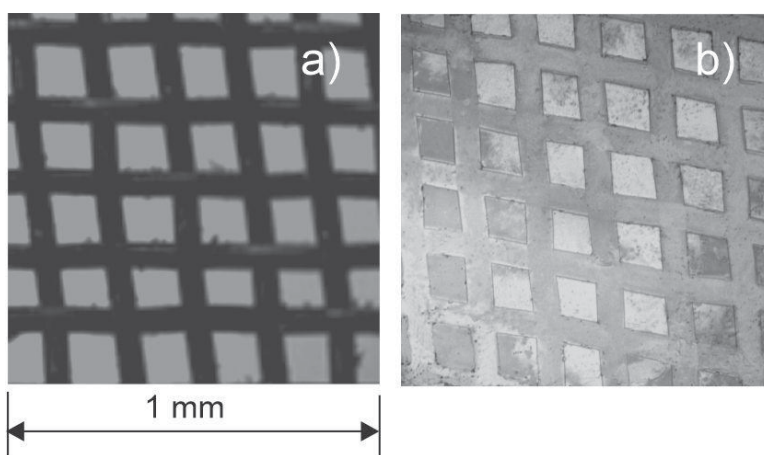


Fig. 2. Imagini ale unei plase de alamă a) folosită în calitate de mască și imaginea acesteia obținută prin tratarea chimică a structurii $Ag/(As_2S_3)_{0,99}Fe_{0,01}$ după iradiere cu raze X b)

După cum se poate observa din Fig.2, viteza tratată chimică a stratului semiconductor în locurile iradiate este mai mare decât în locurile neiradiate. Acest efect poate fi explicat prin difuzia Ag sub acțiunea razelor X, ceea ce face ca stratul As_2S_3 să fie mai puțin rezistent la gravarea chimică în zonele iradiate.

Concluzii. Difuzia Ag în straturi subțiri $(As_2S_3)_{0,99}Fe_{0,01}$ sub acțiunea razelor X în intervalul spectral 5-50 keV modifică viteza de corodare chimică în zonele iradiate, în raport cu zonele neiradiate ale semiconductorului calcogenic sticlos. Imagini înregistrate în raze X pot fi vizualizate folosind tratarea chimică a straturilor iradiate.

Referințe:

1. CHIRITA, A. et al. Photo-thermo-plastic media based on chalcogenide glassy semiconductor for real-time holography. In: *Journal of Optoelectronics and Advanced Materials Rapid Communications*. 2013, 7, 3-4, pp. 293-295.
2. CHIRITA, A. et.al. Recording holograms of micro-scale objects in real time. In: *Laser Physics*, 23 2013, 036002-036006.
3. CHIRITA, A. et al. Effect of optical coating in the thin-film system of chalcogenide glassy semiconductor-dielectric when recording the holographic optical information. In: *Journal of Optoelectronics and Advanced Materials*, 2015, 17, 7-8, pp. 925-929.

4. ANDRIES, I. et al. Approximate analysis of the diffraction efficiency of transmission phase holographic gratings with smooth non-sinusoidal relief. In: *Journal of Optoelectronics and Advanced Materials*, 2016, 18, 1-2, pp. 56-64.
5. IOVU, M. et al. Electron-beam recording of diffraction gratings in $(As_4S_3Se_3)_{1-x}Sn_x$ amorphous thin films. In: *Journal of Optoelectronics And Advanced Materials Rapid Communications*, 2018, 12, 7-8, pp. 377-380.
6. IASENIUC, O. et al. Influence of heat treatment and illumination on the vibration modes of $(As_4S_3Se_3)_{1-x}Sn_x$ thin films. In: *Journal of Optoelectronics And Advanced Materials*, 2016, 18, 1-2, pp. 34-38.
7. SERGEEV, S. et al. Superimposed equally oriented diffraction gratings formed in As_2S_3 films. In: *Chalcogenide Letters*, 2020, 17, 1, pp. 25-31.
8. TETERIS, J., and REINFELDE, M. Application of amorphous chalcogenide semiconductor thin films in optical recording technologies. In: *Journal of Optoelectronics and Advanced Materials*, 2003, 5, pp. 1355-1358.

Articol elaborat în cadrul Proiectului: „Materiale și structuri multifuncționale pentru detectarea radiațiilor electromagnetice”. Cifrul: 20.80009.5007.12.

DIFUZIA Cu ÎN STRUCTURILE CU STRATURI SUBȚIRI (As₂S₃)_{0,99}(Bi₂Se₃)_{0,01} SUB ACȚIUNEA RADIAȚIILOR VIZIBILE ȘI RAZELOR X

Cu DIFFUSION IN (As₂S₃)_{0,99}(Bi₂Se₃)_{0,01} THIN FILM STRUCTURES UNDER VISIBLE AND X-RAY RADIATION

Vladimir PRILEPOV, ORCID: 0000-0003-1321-4991
Nadejda NASEDCHINA, ORCID: 0000-0003-1749-7319
Irina MAISTRUC, ORCID: 0000-0001-8580-9666
Arcadi CHIRIȚA, ORID: 0000-0002-0817-6102
Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 539.26:621.315.592

e-mail: vladimir.prilepov@usm.md
e-mail: nadejda.nasedchina@usm.md
e-mail: irina.maistruc@usm.md
e-mail: arcadi.chirita@usm.md

Structurile cu straturi subțiri Cu/(As₂S₃)_{0,99}(Bi₂Se₃)_{0,01} au fost preparate prin evaporare termică în vid. Stratul semiconductor (As₂S₃)_{0,99}(Bi₂Se₃)_{0,01} a fost depus pe substrat de safir acoperit cu strat de ITO pentru studiul dependenței spectrale a fotoconductibilității. Fotosensibilitatea spectrală maximă pentru (As₂S₃)_{0,99}(Bi₂Se₃)_{0,01} este în vecinătatea 445 nm, iar la raportul dintre fotocurent și curentul întuneric este de 6,4. Straturi de Cu au fost depuse pe suprafața compusului (As₂S₃)_{0,99}(Bi₂Se₃)_{0,01}, având grosimea în intervalul de 20-25 nm în vederea studiului sensibilității în regiunea radiațiilor X.

Studiul proceselor de difuzie a Cu în straturi semiconductoare a fost realizat folosind instalația cu tub de raze X (anod de Cu, 45 kV, 40 mA) și iradierea cu spectrul integral 5-50 keV, schema fiind prezentată în Fig.1. Fascicolul de raze X este trecut prin diafragmele (2) și proiectat prin masca (3) pe substrat cu semiconductorul sensibil (4). Rata de doză absorbită măsurată după mască (3) a fost de 0,65 Gy/h.

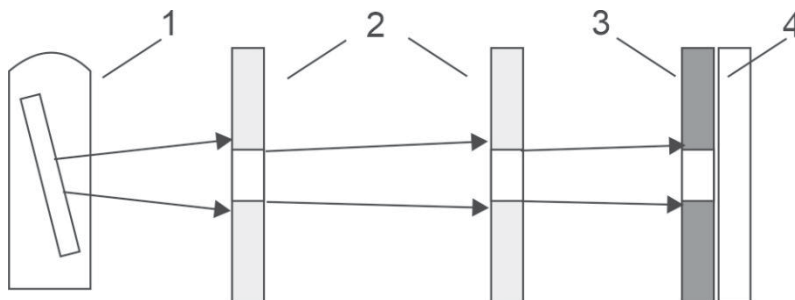


Fig.1. Instalație experimentală: 1. tub de raze X; 2. diafragmă; 3. masca; 4. probă

Transmisia optică a structurii studiate a fost măsurată în intervalul spectral 400-1000 nm până la iradiere, după care s-au efectuat cicluri de iradiere cu raze X la intervale de timp fixe. Ciclurile de iradiere la aceeași putere a tubului de raze X și la intervale de timp egale a avut loc până la saturația difuziei cuprului în stratul semiconductor. Creșterea transmisiei optice ca urmare a difuziei Cu sub acțiunea radiației X în stratul semiconductor a fost: $\Delta T=0,6\%$ pentru o doză totală de absorbție de 0,48 Gy.

Pentru a studia difuzia Cu în structură sub acțiunea radiației laser $\lambda=447$ nm, cinetica modificării transmisiei în timpul procesului de înregistrare a fost măsurată la o lungime de undă a radiației laser de 635 nm. La iradierea filmelor subțiri de Cu/ $(As_2S_3)_{0,99}(Bi_2Se_3)_{0,01}$ cu radiație laser $\lambda=447$ nm (expunerea $H=76$ cm²/mJ), transmisia optică a crescut cu $\Delta T=1,75\%$.

Spre deosebire de radiația vizibilă, radiația X nu are același efect semnificativ asupra difuziei Cu în stratul $(As_2S_3)_{0,99}(Bi_2Se_3)_{0,01}$. Studiile efectuate în [1] au arătat efectul neglijabil al iradierii cu raze X asupra structurii atomice sau electronice a structurii în baza As_2S_3 și efectul neglijabil al iradierii cu raze X asupra difuziei Ag în filmele Ag/ As_2S_3 . După cum a fost demonstrat în [1], difuzia indusă de radiația XaAg este relativ mai lentă decât difuzia la iluminarea cu fotoni de energie mai mici de lățimea benzii interzise, ceea ce este confirmat și de investigațiile din cercetările prezentate. Difuzia de Cu în structura $(As_2S_3)_{0,99}(Bi_2Se_3)_{0,01}$ sub acțiunea razelor X poate fi explicată prin prezența Bi cu concentrație procentuală mică.

Efectul difuziei de Cu în straturi subțiri de $(As_2S_3)_{0,99}(Bi_2Se_3)_{0,01}$ la iradiere cu raze X poate fi utilizat pentru înregistrarea imaginilor în raze X. Prin contactare, o plasă de alamă (4, Fig.1) a fost folosită în calitate de mască pentru înregistrarea imaginilor în raze X. După iradiere, la o doză absorbită de 0,48 Gy, proba a fost tratată chimic în soluție 5% de NaOH. În Figura 2 (imaginea din stânga), este prezentată rețeaua de alamă și imaginea rețelei înregistrată în radiații X după tratarea chimică (imaginea din dreapta).

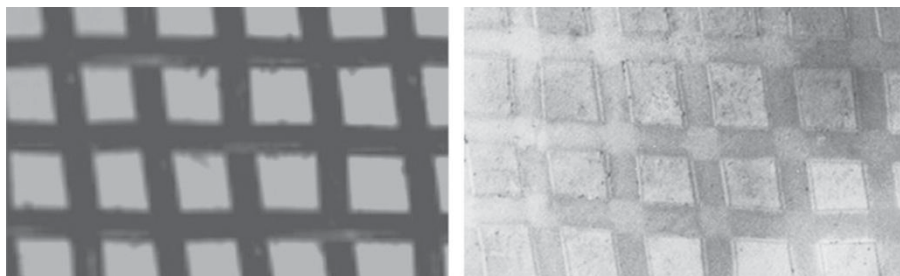


Fig. 2. Imagini ale unei plase de alamă (imagine din stânga) folosită în calitate de mască și imaginea acesteia obținută prin tratarea chimică a structurii $Cu/(As_2S_3)_{0,99}(Bi_2Se_3)_{0,01}$ după iradiere cu raze X

Concluzii. Structura multistrat $Cu/(As_2S_3)_{0,99}(Bi_2Se_3)_{0,01}$ este sensibilă nu numai în regiunea vizibilă a spectrului, ci și în domeniul razelor X. Difuzia Cu în structura Cu/

$(As_2S_3)_{0,99}(Bi_2Se_3)_{0,01}$ sub acțiunea razelor X modifică viteza de corodare chimică în zonele iradiate în raport cu zonele neiradiate ale semiconductorului. Acest efect permite înregistrarea imaginilor în raze X cu vizualizarea ulterioară a imaginilor folosind tratarea chimică.

Referințe:

1. JAIN, H. et al. An XPS study of the early stages of silver photodiffusion in Ag/a-As₂S₃ films. In: *Journal of Non-Crystalline Solids*, 2006, 352, pp. 562-566.

Articol elaborat în cadrul Proiectului: „Materiale și structuri multifuncționale pentru detectarea radiațiilor electromagnetice”. Cifrul: 20.80009.5007.12.

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ И ИЗЛУЧАТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ НАНОКРИСТАЛЛОВ CdSe

SYNTHESIS AND STUDY OF STRUCTURAL AND RADIATIVE PROPERTIES OF CdSe NANOCRYSTALS

Татьяна ГОГЛИДЗЕ, ORCID: 0000-0002-3727-7412

Георге ГИЛЕЦКИЙ, ORCID: 0000-0002-0791-5567

Серджиу БАТАВУ, ORCID: 0000-0001-7328-126X

Наталья НЕДЕОГЛО, ORCID: 0000-0002-1135-4256,

Татьяна ЮРЬЕВА, ORCID: 0000-0002-4300-3055

Дмитрий НЕДЕОГЛО, ORCID: 0000-0002-5260-6712

Молдавский государственный университет

CZU: 621.315.592

e-mail: dumitru.nedeoglo@usm.md

Селенид кадмия (CdSe) – прямозонный полупроводник с шириной запрещенной зоны $E_g(300\text{K}) = 1,74$ эВ, обладающий высокой фоточувствительностью в спектральной области 720-730 нм. В последние несколько десятилетий значительно возрос интерес к исследованию оптических свойств низкоразмерных кристаллов этого соединения, связанный с возможностью управлять длиной волны люминесцентного излучения, варьируя размерами кристаллов. Это позволяет использовать их в качестве центров излучательной рекомбинации в органических светодиодах [1], активной среды в лазерах [2] и элементов квантовой электроники [3].

Целью данной работы являлись разработка оптимальной технологии синтеза структурно совершенных нанокристаллов, их рентгенодифракционный анализ и тестирование люминесцентных характеристик полученных нанопорошков. Разработка технологии химического синтеза ультрадисперсных порошков селенида кадмия осуществлялась тремя методами: гидрокхимическим, сольвотермальным и микроволновым. Исследовалось влияние состава рабочего раствора и условий синтеза на качество синтезируемого материала. Установлено, что наиболее подходящим методом синтеза является сольвотермальный метод.

Исходный раствор для синтеза CdSe содержал следующие основные компоненты:

- источник кадмия – соли хлористоводородной и уксусной кислот;
- источник селена – двуокись селена;
- осадитель – гидроксид натрия, водный раствор аммиака;
- стабилизатор – полиэтиленгликоль (ПЭГ), поливиниловый спирт (ПВС), глицерин;
- окислитель – гидразин-гидрат;
- растворитель – водно-спиртовая смесь.

Синтез нанопорошков CdSe сольвотермальным методом осуществлялся при температуре 160°C в герметичном автоклаве. Время синтеза варьировалось от 5,5 до 29 часов.

Исследование дифракции рентгеновских лучей на нанопорошках CdSe (рис. 1), полученных сольвотермальным методом, было проведено в конфигурации θ -2 θ при использовании дифрактометра Panalytical Empyrean с рентгеновской трубкой, имеющей медный анод ($\lambda_{\text{K}\alpha 1}=1,54060 \text{ \AA}$, $\lambda_{\text{K}\alpha 2}=1,54439 \text{ \AA}$). Анализ дифракционной картины был выполнен при помощи программы HighScorePlus. Анализ дифрактограмм с использованием метода $\theta - 2\theta$ Ритвельда [4], с учетом scaling factor для каждой фазы, позволил сделать количественный анализ нанопорошков. Размеры кристаллитов были определены методом Williamson-Hall [5], модифицированным под функцию профиля дифракционной линии Pseudo-Voight [6].

Анализ дифрактограмм нанопорошков показал, что в результате использования в качестве источников CdCl₂ и SeO₂, а в качестве осадителей NaOH и N₂H₄, без применения стабилизатора, была получена смесь CdSe(hex. P63mc) и Cd(OH)₂, в которой концентрация CdSe, будучи пропорциональной времени синтеза, при $t_{\text{синт}} = 23$ часа имела максимальное значение 61,9%. При добавлении стабилизатора ПЭГ концентрация CdSe достигала 67,9%, а размеры кристаллитов (D) изменялись в пределах от 9,8 нм до 14,2 нм. Присутствие стабилизатора ПЭГ приводит к формированию смеси, содержащей CdSe в двух фазах. При длительности синтеза, равной 23 часа, смесь имеет следующий состав: 14,9 % CdSe(hex. P63mc), 42,4% CdSe(cubic F-43m), 3,3% CdCO₃, 39,4% Cd(OH)₂. При этом размеры кристаллитов гексагональной фазы составляют 9,9 нм, а кубической – 8,1 нм.

При добавлении стабилизатора NH₄OH к ПЭГ и времени синтеза $t_{\text{синт}} = 29$ часов формируется смесь следующего состава: 18,5 % CdSe(hex. P63mc), 45,2 % CdSe(cubic F-43m), 9,2 % CdCO₃ и 27,1 % Cd(OH)₂ с $D(\text{CdSe}(\text{hex. P63mc})) = 12,6$ нм, $D(\text{CdSe}(\text{cubic F-43m})) = 8$ нм.

Замена источника CdCl₂ на ацетат кадмия и сохранение стабилизаторов NH₄OH и ПЭГ, при $t_{\text{синт}} = 25$ часов, приводит к формированию смеси, состав которой состоит из 25,7% CdSe(hex. P63mc), 31 % CdSe(cubic F-43m), 22,6% CdCO₃ и 20,7% Cd(OH)₂ с $D(\text{CdSe}(\text{hex. P63mc})) = 11,6$ нм, $D(\text{CdSe}(\text{cubic F-43m})) = 8,1$ нм. При использовании стабилизатора ПВС и времени синтеза $t_{\text{синт}} = 23$ часа получается смесь следующего состава: 22,7 % CdSe(hex. P63mc), 37,5 % CdSe(cubic F-43m), 11,7 % CdCO₃ и 28,1 % Cd(OH)₂ с $D(\text{CdSe}(\text{hex. P63mc})) = 8,7$ нм, $D(\text{CdSe}(\text{cubic F-43m})) = 6,9$ нм.

Во всех случаях минимальные нанометрические размеры кристаллитов CdSe получены при использовании ацетата кадмия и ПВС в качестве стабилизатора: $D(\text{CdSe}(\text{hex. P63mc})) = 8,7$ нм, $D(\text{CdSe}(\text{cubic F-43m})) = 6,9$ нм. Максимальная концентрация CdSe получается в нанопорошках, синтезированных с использованием CdCl₂ и ПЭГ, а именно 67,9%. Полученные нанопорошки соответствуют данным из ICDD PDF 4+: CdSe cubic (F-43m) ICDD 04-018-6744 и CdSe hexagonal (P63mc)

Следует отметить, что экситонный максимум в спектрах ФЛ полученных нанопорошков смещен в коротковолновую область по сравнению с объёмным образцом [7] или тонкими эпитаксиальными пленками [8], что, по-видимому, связано с размерными эффектами, возникающими при переходе от монокристаллических к ультрадисперсным материалам.

Литература:

1. ANIKEEVA, P.O., MADIGAN, C.F., HALPERT, J.E., BAWENDI, M.G., BULOVIĆ, V. Electronic and excitonic processes in light-emitting devices based on organic materials and colloidal quantum dots. *În: Phys. Rev. B*, 2008, vol.78, p. 085434.
2. SHCHEKIN, O.B., DEPPE, D.G. *1.3 μm InAs quantum dot laser with $T_o=161 K$ from 0 to 80°C*. *În: Appl. Phys. Lett.* 2002, vol. 80, p. 3277.
3. GORMAN, J., HASCO, D.G., WILLIAMS, D.A. *Charge-Qubit Operation of an Isolated Double Quantum Dot*. *În: Phys. Rev. B*, 2005, vol.95, p. 090502.
4. RIETVELD, H.M. A profile refinement method for nuclear and magnetic structures. *În: J. Appl. Cryst.*, 1986, vol. 2(2), pp. 65-71.
5. LANGFORD, J. L. *În: E. Prince, J.K. Stalick (Eds.), Accuracy in Powder Diffraction II, NIST Spec. Publ. 846, (1992), pp. 110-126.*
6. HILL, R.J., HOWARD, C.J. Quantitative Phase Analysis from Powder Diffraction Data using the Rietveld Method. *În: J. Appl. Cryst.*, 1987, vol.20, p. 467.
7. ГРОСС, Е.Ф., ПЕРМОГОРОВ, С.А., РАЗБИРИН, Б.С. Аннигиляция экситонов и экситон-фононное взаимодействие. *Îн: Успехи Физических наук*, 1971, т. 103, вып. 3, с. 431.
8. СЕНОКОСОВ, Э.А., ЧУКИТА, В.И., ОДИН, И.Н., ЧУКИЧЕВ, М.В. Особенности перестройки с ростом уровня возбуждения спектров экситонной катодолюминесценции эпитаксиальных слоев CdSe. *Îн: ФТП*, 2014, т. 48, вып. 2. с. 203.

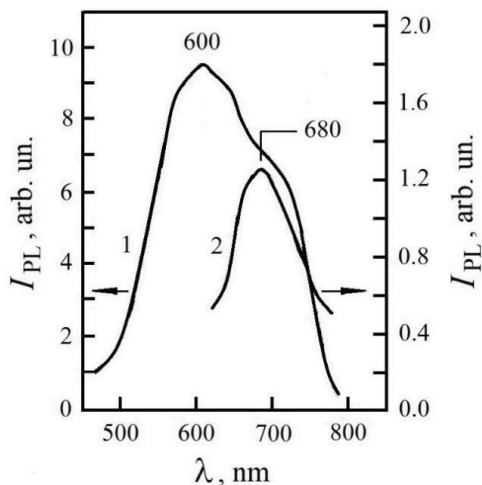


Рис. 2. Спектры ФЛ нанопорошка CdSe, полученного сольвотермальным методом. Кривые: 1 – без фильтра KC11, 2 – с фильтром. T = 300K

Данная работа выполнена при поддержке гранта РМ: 20.80009.5007.12.

РОСТ МОНОКРИСТАЛЛОВ CdSe И ВЛИЯНИЕ ИХ ОТЖИГА В РАСПЛАВЕ Cd НА ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА

GROWTH OF CdSe SINGLE CRYSTALS AND INFLUENCE OF THE SAMPLE ANNEALING IN Cd MELT ON ELECTRICAL AND LUMINESCENT PROPERTIES

Константин СУШКЕВИЧ, ORCID: 0000-0003-3024-7947

Татьяна ГОГЛИДЗЕ, ORCID: 0000-0002-3727-7412

Серджиу БАТАВУ, ORCID: 0000-0001-7328-126X

Наталья НЕДЕОГЛО, ORCID: 0000-0002-1135-4256

Георге ГИЛЕЦКИЙ, ORCID: 0000-0002-0791-5567

Валентина НИКОРИЧ, ORCID: 0000-0002-5517-7618

Татьяна ЮРЬЕВА, ORCID: 0000-0002-4300-3055

Дмитрий НЕДЕОГЛО, ORCID: 0000-0002-5260-6712

Молдавский государственный университет

CZU: 535.37:621.315.592

e-mail: constantin.suschevici@usm.md

Хорошо известный метод экстракции примесей в раствор широко используется для очистки полупроводниковых соединений от быстро диффундирующих фоновых примесей. На практике он реализуется в процессе высокотемпературного отжига кристалла в расплаве одной из компонент бинарного соединения [1]. В данной работе исследовалась возможность очистки этим методом кристаллов CdSe от неконтролируемых примесей при отжиге их в расплаве кадмия. С этой целью были выращены монокристаллы CdSe как методом Бриджмена, так и методом физического переноса пара (ФПП) [2].

Реализация метода Бриджмена сводилась к следующему. Графитированная, эвакуированная кварцевая ампула, содержащая элементы Cd и Se, помещалась в вертикальную двухзонную печь, нагретую до температуры кипения селена (685°C). При этой температуре и непрерывном перемешивании содержимого ампулы посредством ее вибрации система выдерживалась в течение 24 часов с целью постепенного образования соединения CdSe. Затем температура печи повышалась до температуры кипения Cd (767°C) и выдерживалась еще 24 часа. Далее температура верхней части печи плавно повышалась до температуры на (15÷20)°C выше температуры плавления CdSe (1240°C). После прекращения вибрации включался механизм опускания ампулы со скоростью (2,5÷3,0) см/час. Рост кристалла начинался при достижении нижнего конусообразного конца ампулы температуры кристаллизации CdSe. В низкотемпературной части печи ампула со слитком выдерживалась при температуре T=800°C около 10 часов для лучшей гомогенизации

материала и снятия возможных механических напряжений. Далее ампула охлаждалась в режиме выключенной печи.

При выращивании монокристаллов CdSe методом ФПП температура в зоне шихты выбиралась из интервала $(1060 \div 1080)^\circ\text{C}$, а в зоне роста – из интервала $(1040 \div 1060)^\circ\text{C}$, и поддерживалась с точностью $\pm 1^\circ\text{C}$. В качестве компонентов соединения использовались Cd марки „осч”, предварительно пятикратно очищенный методом зонной перекристаллизации, и Se (99,999%).

Исследование дифракции рентгеновских лучей на селениде кадмия (рис.1), полученном как методом ФПП, так и методом Бриджмена, было проведено в конфигурации θ - 2θ (предварительно подготовленных для исследования порошков CdSe) при использовании дифрактометра Panalytical Empyrean с рентгеновской трубкой, имеющей медный анод ($\lambda_{\text{K}\alpha 1} = 1,54060 \text{ \AA}$, $\lambda_{\text{K}\alpha 2} = 1,54439 \text{ \AA}$). Анализ дифрактограмм $\theta - 2\theta$ показал, что дифракционная картина соответствует наличию только одной фазы – CdSe высокого структурного качества, имеющий гексагональную структуру (P63mc) и совпадающий с базой данных ICDD 04-006-1684. Используя метод Ритвельда [3], были определены параметры кристаллической решётки: $a = 4,301 \text{ \AA}$; $b = 4,301 \text{ \AA}$; $c = 7,013 \text{ \AA}$; $\alpha = \beta = 90^\circ$; $\gamma = 120^\circ$.

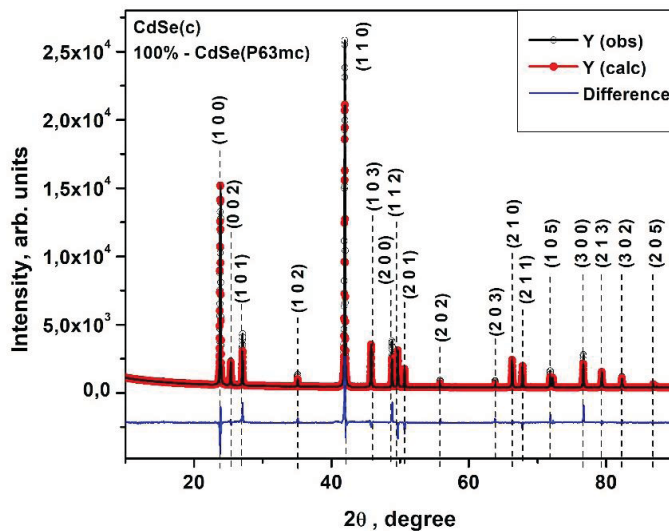


Рис.1. Типичная дифрактограмма селенида кадмия и её индексация для образцов, полученных как методом ФПП, так и методом Бриджмена, а также пример применения метода Ритвельда

В экспериментах по отжигу кристаллов CdSe образцы вырезались из монокристаллических блоков одного и того же слитка в виде параллелепипедов, механически шлифовались, химически полировались в травителе $\text{CrO}_3:\text{HCl}$ в пропорции 1:1 и промывались дистиллированной водой. Cd и подготовленные образцы

CdSe в соотношении 7:1 загружались в очищенную кварцевую ампулу, которая затем вакуумировалась до 10^{-4} мм Hg. Процесс термообработки проводился при температурах $(650\div 680)^\circ\text{C}$ в течение 100 часов. После окончания отжига ампула охлаждалась в печи до температур $(450\div 500)^\circ\text{C}$, затем вынималась из печи, и образец CdSe освобождался от Cd. Методом термозонда было установлено, что выращенные монокристаллы CdSe до и после их отжига обладают n-типом проводимости, поэтому для проведения исследования гальваномангнитных свойств на образцы наносились вплавлением омические индиевые контакты.

Проведенные при комнатной температуре измерения позволили установить, что выращенный по методу Бриджмена монокристалл CdSe характеризуется следующими параметрами:

$$\sigma = 4,5 \text{ Ом}^{-1}\text{см}^{-1}; n = 2,5 \cdot 10^{16}\text{см}^{-3}; \mu = 1050 \text{ см}^2/\text{В}\cdot\text{с}.$$

После отжига этого образца в расплаве Cd его параметры приобрели следующие значения:

$$\sigma = 6,5 \text{ Ом}^{-1}\text{см}^{-1}; n = 2,0 \cdot 10^{16}\text{см}^{-3}; \mu = 1950 \text{ см}^2/\text{В}\cdot\text{с}.$$

Наблюдаемый рост значения удельной электропроводности на фоне незначительного уменьшения концентрации электронов, но значительного роста их подвижности в отожженных образцах, свидетельствует об уменьшении количества рассеивающих центров, каковыми в исследованных монокристаллах могут быть фоновые примеси. Таким образом, можно констатировать, что отжиг кристаллов CdSe в расплаве Cd может приводить к их очистке от неконтролируемых примесей.

Люминесцентные характеристики полученных монокристаллов CdSe до и после их отжига в расплаве Cd измерялись при комнатной температуре в интервале длин волн от 450 нм до 800 нм при возбуждении лазерным излучением длиной волны 410 нм. На рисунке 2 представлены спектры фотолюминесценции (ФЛ) монокристаллов CdSe до (кривая 1) и после (кривая 2) отжига в расплаве Cd, электрические параметры которых приведены выше. Спектр исходного образца CdSe состоит из широкой структурной полосы с

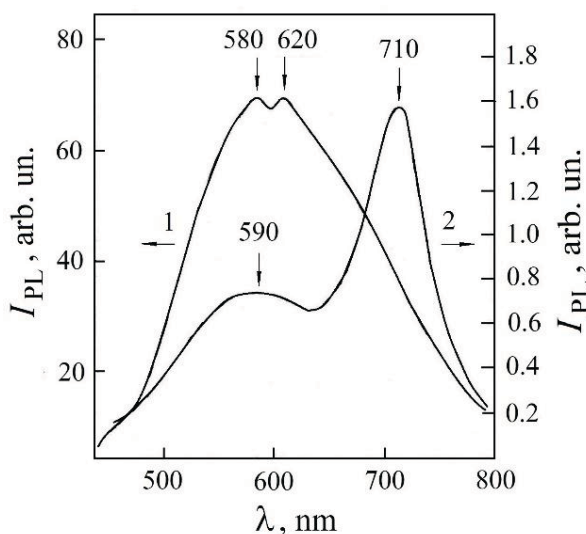


Рис.2. Спектры фотолюминесценции монокристаллов CdSe, выращенных по методу Бриджмена. $T = 300\text{K}$. Кривые: 1 – исходный, неотожженный кристалл, 2 – кристалл, отожженный в расплаве Cd

максимумами в окрестности 580 нм и 620 нм. Установление природы компонентов этой полосы требует дополнительных исследований. Можно предположить, что за компоненту с максимумом при 620 нм ответственны межзонные переходы [4].

После отжига кристаллов в Cd резко уменьшается интенсивность коротковолнового излучения и появляется доминирующая по интенсивности полоса краевого излучения с максимумом вблизи 710 нм. Появление доминирующего краевого излучения в спектре ФЛ отожженного в расплаве Cd образца предполагает очистку CdSe от фоновых примесей.

Литература:

1. NEDEOGLO, D. D., DANG HUY LAM, SIMASHKEVICH A.V. *The effect of Thermal Treatment and Doping on the Electrical Properties of Zinc Selenide.* În: Phys. Stat. Sol. (a), 1977, vol. 42, N2, pp. 675-679.
2. КОЛЕСНИКОВ, Н. Н. *Физико-химические и технологические основы получения кристаллов халькогенидов металлов, содержащих летучие компоненты.* / Докторская диссертация, Черноголовка, 2017.
3. RIETVELD, H.M. *A profile refinement method for nuclear and magnetic structures.* În: J. Appl. Cryst., 1986, vol. 2(2), pp. 65-71.
4. КАЦАБА, А.В., ФЕДЯНИН, В.В., АМБРОЗЕВИЧ, С.А., и др. *Характеризация дефектов в коллоидных нанокристаллах CdSe модифицированным методом термостимулированной люминесценции.* În: ФТП, 2013, т. 47, вып. 10, с. 1339-1343.

Данная работа выполнена при поддержке гранта РМ: 20.80009.5007.12.

ЭКСИТОННЫЙ ПЕРЕХОД МОТТА В КРИСТАЛЛАХ CdTe

EXCITONIC MOTT TRANSITION IN CdTe SINGLE CRYSTALS

Александр КЛЮКАНОВ, ORCID: 0000-0002-4175-5261

Денис НИКА, ORCID: 0000-0002-3082-3118

Александр ВАРЗАРЬ, ORCID: 0000-0002-3391-6723

Серджиу ВАТАВУ, ORCID: 0000-0001-7328-126X

Молдавский государственный университет

CZU: 530.145 + 531.19

e-mail: alexandr.cliucanov@usm.md

e-mail: denis.nica@usm.md

e-mail: alexandru.varzari@usm.md

e-mail: sergiu.vatavu@usm.md

Квантовомеханическое описание системы многих тел на языке чистых состояний не редко противопоставляют статистическому, считая его менее подробным. Однако, как известно, статистическое описание точнее определяет многочастичные эффекты по сравнению с квантовомеханическим. Экспериментальные и теоретические величины необходимо сравнивать в рамках одного и того же подхода. Если в эксперименте измеряется спектр, который описывается продольной диэлектрической функцией $\varepsilon(\mathbf{q}, \omega)$ (спектр потерь энергии, спектр рассеяния, поглощения и излучения света), то измеряемые частоты переходов необходимо сравнивать с соответствующими частотами ω_{im}, ω_{qj} , вычисленными в полюсах именно продольной диэлектрической функции. Квантовомеханический спектр квазичастиц можно определить полюсами одночастичной полевой функции Грина (Бонч-Бруевич), но температурная зависимость таких величин, как ширина запрещенной зоны $E_g(T)$, эффективная масса квазичастиц $m^*(T)$, частота фононов $\omega_{qj}(T)$, а также спектр энергий и экранировка может быть найдена только в рамках расчета температурных функций Грина [1-8]. В работе рассмотрена статистическая двухчастичная проблема [1-8] связанных состояний квазичастиц с учетом корреляционных и температурных эффектов поляризации и экранировки из первых принципов в рамках метода температурных функций Грина, уравнений движения Гейзенберга и инфинитезимальных возмущений [3] и проведено сравнение с экспериментом по люминесценции экситонов в теллуриде кадмия. Уравнение Ванье относительного движения экситона в импульсном представлении имеет вид:

$$(\varepsilon_l(k_l) - \varepsilon_m(k_m) - \hbar\omega)\varphi_{lm} + \sum_q V_q e^{-iqr} (n_{l'}(\omega_{ll'}) - n_{m'}(\omega_{mm'}))\varphi_{l'm'} e^{-iqr} = 0, \varepsilon_l(k_l) = \hbar c_{ll}^c - \sum_m \frac{|\hbar c_{lm}^c|^2}{\hbar c_{mm}^c - \varepsilon_l(k_l)} \quad (1)$$

Здесь $\varepsilon_l(k_l)$ - решение уравнений Хартри-Фока, а $\hbar\omega$ - решение уравнений (1) с учетом связанных состояний квазичастиц. Задача сводится к совместной диа-

гонализации вершинной функции Γ_{im} и матрицы Хартри-Фока h_{im}^c , а также определения волновых функций относительного движения квазичастиц φ_{im} . Уравнение экситона в общем виде (1) может быть использовано для численного решения задачи об экситонном спектре энергий произвольной системы электронов полупроводника в зависимости от уровня накачки, температуры, экранировки, взаимодействия с фононами и размерного квантования [3]. В рамках вариационного приближения показано, что энергия связи экситона максимальна при значениях экситонного радиуса, который определяется комплексным уравнением

$$a(x) = \frac{2x(2-x)}{x^3} - \frac{2^{1/3}(1+i\sqrt{3})}{3^{2/3}x^3} b(x) - \frac{(1-i\sqrt{3})(144x^2-120x^3)}{12 \cdot 6^{1/3}x^3 b(x)}, b(x) = (36x^3 - 45x^4 + 9x^5 + \sqrt{3(27x^{10} - 20x^9 - 9x^8)})^{1/3}, x = \kappa_B \quad (2)$$

Величина радиуса экситона зависит от параметра $\kappa_B = a_B/\lambda_D$. Этот параметр определяет и величину частоты экситонного перехода. Как следует из формулы (2) при $\kappa_B \approx 1$ радиус состояния резко возрастает. В этой же области $\kappa_B > 1.057$ радиус состояния становится комплексной величиной. Так при $\kappa_B = 1.06, a = 2.9 + 0.3i$ длина экранировки меньше боровского радиуса, а радиус экситона в три раза больше. Определим моттовский переход по точке $\kappa_B = 1.057$, в которой радиус состояния экситона становится комплексной величиной и принимает значение $a = 2.927 + 0.141i$. В этой точке концентрация плазмы равна $0.638 \cdot 10^{-16} n/T = 1.057^2, n_c = T \cdot 1.75 \cdot 10^{16} \text{cm}^{-3}$. Критерий Мотта [9] $a_B n_c^{1/3} \cong 0.25$ дает $n_c = 6.4 \cdot 10^{17} \text{cm}^{-3}$, что совпадает с нашей оценкой при температуре $T = 36.6K$. Энергия связи экситона $E_1(\kappa_B) = \frac{2}{a(\kappa_B)} (1 + \kappa_B a(\kappa_B)/2)^{-2} - \frac{1}{a(\kappa_B)^2}$ обращается в ноль в точке $\kappa_B = 1, a(\kappa_B) = 2$, что практически не меняет значение концентрации плазмы в точке моттовского перехода $n_c = T \cdot 1.57 \cdot 10^{16} \text{cm}^{-3}$. При температуре $T = 4.7K$ находим $n_c = 7.38 \cdot 10^{16} \text{cm}^{-3}$. С учетом заселенности зон энергии $f < 1$ ионизация экситона происходит при концентрации в два раза меньшей $n_c = 3.6 \cdot 10^{16} \text{cm}^{-3}$. Отметим, что экранировка обменного взаимодействия является динамической, но в общем случае зависит не только от qq , как было использовано здесь, но и от частоты перехода $\omega_{1n}\omega_{1n}$. При низких концентрациях и высоких температурах $\frac{2}{a} (1 + a\kappa_B/2)^{-2} = \frac{2}{a} - 2\kappa_B + \frac{3}{2}a\kappa_B^2$. В этом приближении сдвиги $2\kappa_B$ энергий связи и E_g в результате экранировки погашаются в частоте перехода не полностью. При фиксированной температуре частота перехода уменьшается с ростом концентрации зонной плазмы. С ростом заселенно-

сти энергия связи экситона уменьшается, однако, учет заселенности зон энергии пренебрежим в области невырожденного состояния полупроводника. При постоянной величине E_g это должно привести к увеличению энергии кванта излучения $\hbar\omega$ при моттовском переходе. Но и ширина запрещенной зоны также падает с ростом концентрации плазмы зонных носителей заряда. В частоте перехода эти изменения частично компенсируются [3,6,7]. Численный расчет показывает, что с ростом концентрации зонной плазмы при постоянной температуре частота перехода уменьшается. В случае термодинамического равновесия температура плазмы выше температуры кристалла, но лазерная накачка может привести к повышению температуры и самого кристалла. В результате повышения температуры и повышения концентрации плазмы их отношение также частично компенсируется в κ_B , так как $\kappa_B^2 \propto n/T$. Ширина запрещенной зоны также с температурой падает. Все эти механизмы, несмотря на частичное погашение приводят к пренебрежимо уменьшению частоты перехода. Эксперимент показывает, что при низких уровнях возбуждения энергия фотона не зависит от уровня возбуждения. Расчеты находятся в согласии с экспериментом, так как красный сдвиг пренебрежимо мал (порядка десятой доли meV). Однако в области максимального уровня возбуждения наблюдается синий сдвиг (порядка нескольких meV). Рост частоты перехода с ростом уровня возбуждения обусловлен моттовским переходом экситонного газа в электрон-дырочную плазму, при котором происходит и переход от экситонного механизма излучательной рекомбинации к междузонной, сопровождающийся синим сдвигом энергии фотона от значения $\hbar\omega = E_g - E_1(a)$ к величине энергии $\hbar\omega = E_g + k_B T_e/2$ в соответствии с экспериментом. Температуру плазмы можно оценить по величине синего сдвига. Показано, что представленные в работе результаты находятся в согласии с экспериментом и со специальной литературой

Литература:

1. ЛИФШИЦ Е.М., ПИТАЕВСКИЙ Л.П. Статистическая физика. Часть II теория конденсированного состояния. Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., Москва. 1978, vol. IX, 448 p.
2. КЛЮКАНОВ, А., НИКА, Д., ВАТАВУ, С. *Квазичастицы в физике конденсированного состояния*. În: Conferința științifică națională cu participare internațională „Integrare prin cercetare și inovare”, USM, 10-11 noiembrie 2020. Rezumate ale comunicărilor. Științe ale naturii și exacte. USM, 2020, pp.267-271.
3. КЛЮКАНОВ, А., НИКА, Д. *Намагниченность насыщения и теплоемкость ферромагнетика*. În: Studia Universitatis Moldaviae. Seria Științe Exacte și Economice, 2016, nr.7 (97), pp.156-161.
4. KANAZAWA, H., MISAWA, S., FUJITA, E. *Green Function Method for Electron Gas. II: Dispersion Relation of Plasmons*. În: Progress of Theoretical Physics, 1960, vol.23 (3), pp.426-432, doi.org/10.1143/PTP.23.426

5. PLATZMAN, P.M., WOLFF, P.A. *Waves and Interactions in Solid State Plasmas*. Academic Press, New York, 1973, 304 pp., ISBN 10: 0126077738 / ISBN 13: 9780126077735
6. ZIMMERMANN, R., KILIMANN, K., KRAEFT, W. D., KREMP, D., RÖPKE G. *Dynamical screening and self-energy of excitons in the electron-hole plasma*. În: Phys. Stat. Sol. B, 1978, vol. 90, nr.1, p.175-187, doi.org/10.1002/pssb.2220900119.
7. MANZKE, G., SEMKAT, D., STOLZ, H. *Mott transition of excitons in GaAs-GaAlAs quantum wells*. În: New Journal of Physics, 2012, vol.14, 095002, doi.org/10.1088/1367-2630/14/9/095002
8. KLYUKANOV, A.A., VARZARI, A., VATAVU, S. *Quasiparticle bound states in the solid state physics: a CdTe case study*. In: European Materials Research Society (EMRS-2022) Spring Meeting Symposium K, K.11.8: Thin film chalcogenide photovoltaic materials, May 30- June 03, 2022, Strasbourg, France (virtual conference)
9. MOTT, N.F. *The basis of the electron theory of metals, with special reference to the transition metals*. În: Proceedings of the Physical Society, 1949, Series A. vol. 62 (7), pp.416–422.

Данная работа выполнена при поддержке грантов РМ: 20.80009.5007.12 и 20.80009.5007.02.

БОЗЕ-ЭЙНШТЕЙНОВСКИЙ КОНДЕНСАТ ЭКСИТОНОВ И СВЯЗАННЫЕ ФОНОН-РОТОННЫХ МОДЫ

BOSE-EINSTEIN CONDENSATE OF EXCITONS AND COUPLED PHONON-ROTON MODES

Александр КЛЮКАНОВ, ORCID: 0000-0002-4175-5261

Денис НИКА, ORCID: 0000-0002-3082-3118

Александр ВАРЗАРЬ, ORCID: 0000-0002-3391-6723

Серджиу ВАТАВУ, ORCID: 0000-0001-7328-126X

Молдавский государственный университет

CZU: 538.9

e-mail: alexandr.cliucanov@usm.md

e-mail: denis.nica@usm.md

e-mail: alexandru.varzari@usm.md

e-mail: sergiu.vatavu@usm.md

Ландау-парадигм сверхтекучести в своей основе содержит предсказанный Ландау энергетический спектр элементарных возбуждений с энергетической щелью. Здесь мы рассмотрим проблему спектра конденсата экситонов, используя уравнение для продольной диэлектрической функции $\varepsilon(q, \omega)$ системы ядер и электронов твердого тела с учетом взаимодействия с фононами [1]. Результаты работы [1] были использованы нами в анализе моттоского перехода экситонов [2]. С помощью $\varepsilon(q, \omega)$ [1] в данной работе мы исследуем конденсат экситонов Бозе-Эйнштейна. Связанные состояния бозонов с учетом взаимодействия с фононами второго звука подчиняются уравнению, вид которого аналогичен фермионному, так как парные взаимодействия бозонов формально совпадают с кулоновским взаимодействием электронов. Замена антикоммутирующих на коммутирующие меняет знак вершинной функции Γ_{lm}^{nk} [1] и обменного взаимодействия в уравнениях Хартри-Фока

$$\hbar\omega\varphi_{im}^n(q) - \langle [\varphi^n(q), h_c]_{im}^{nk} \rangle + \eta \sum_{q_1} V_{q_1} \left\langle (e^{-iq_1 r} [\varphi^n(q)] e^{iq_1 r})^{nk} \right\rangle - \sum_{q_1 j_1} \frac{\hbar^2 \omega_{q_1 j_1}}{2Nm_k} |q \cdot e_{q_1 j_1}^k|^2 \operatorname{cth} \left(\frac{\hbar\omega_{q_1 j_1}}{2k_B T} \right) / \omega = 0 \quad (1)$$

Здесь $n = \left(e^{\frac{E-\mu}{k_B T}} + \eta \right)^{-1}$ функция распределения. $\eta = 1$ для фермионов и $\eta = -1$ для бозонов. Последнее слагаемое в уравнении (1) определяет взаимодействие с фононами второго звука. Для марковских процессов динамическая экранировка заключается в замене V_q на $V_q / \varepsilon(q, \omega)$ Здесь $\varepsilon(q, \omega) = 1 - \tilde{G}(q, \omega)$ продольная диэлектрическая функция фермионов, или ее аналог для бозонов. В

импульсном представлении для пары бозонов $\vec{k}, -\vec{k}$ при $q = -2k$ уравнение, определяющее энергию взаимодействия пары атомов (ротоннов) в полюсе экситонной функции Грина $\tilde{G}_{lm}(q, \omega)$ имеет вид

$$(E_{-k} - E_k)\varphi_{k,-k} = \sum_{q'} \frac{U_{q'}}{V} \left(N_{k+q'} / \varepsilon(\omega_{kk+q'}) - N_{-k+q'} / \varepsilon(\omega_{-k-k+q'}) \right) \varphi_{k+q'-k+q'} \quad (2)$$

В приближении среднего поля HF $E_k = E_{-k}$. При температуре $T=0$ основное состояние конденсата Бозе-Эйнштейна $E_k = 0, k = 0$ отделено от возбужденного $E_{-k} = \Delta$ щелью $\Delta = E_{-k} - E_k$, которую найдем в рамках теории возмущений (ТВ). В нулевом по взаимодействию $U_0 = 0$ приближении для идеального бозегаза химический потенциал равен нулю, а $\varepsilon = 1$. При $\mu = 0$, находим $N_{-k+q} = 0$, возбужденное состояние не заполнено, а $N_q = \left(\exp\left(\frac{\hbar^2 q^2}{2mk_0 T}\right) + 1 \right)^{-1}$. В первом порядке ТВ $\Delta = U_0 N/V$, где N - число атомов в конденсате.

Этот же результат можно получить прямым интегрированием с использованием известного выражения для температуры фазового перехода. Легко видеть, что ширина щели в первом порядке ТВ по константе взаимодействия равна химическому потенциалу $\mu = U_0 N/V$.

Следовательно, функция распределения определяется уравнением

$$N_k = \left(\exp\left(\frac{\hbar^2 k^2}{2mk_0 T}\right) + 1 \right)^{-1} \quad (3)$$

не только в нулевом, но и в первом приближении для неидеального бозегаза, когда $\mu = \Delta > 0$. С учетом фононов второго звука полюс электронной функции Грина для частот элементарных возбуждений приводит к уравнению $\omega^2 \pm \omega\omega_r - \omega_E^2(q) = 0$, а его решение

$$2\omega_{\pm} = \pm\omega_r + \sqrt{\omega_r^2 + 4\omega_E^2}, \quad \hbar\omega_r = \Delta + \hbar^2 k^2 / 2m \quad (4)$$

соответствует теории Боголюбова. Верхняя мода $\omega_+ = \omega_r + \sqrt{\omega_r^2 + 4\omega_E^2}$ является ротон-подобной, а нижняя $\omega_- = -\omega_r + \sqrt{\omega_r^2 + 4\omega_E^2}$ определяется, в основном, частотой фононов второго звука $\omega_E(q)$. Приближение Дебая-Воллера [1] позволяет найти колебательное уравнение движения, которое определяется прежде всего свойствами ядер $-i\hbar\dot{P}_{q_1 j_1} = [\tilde{H}, P_{q_1 j_1}]$, в соответствии с теоремой Эренфеста $\ddot{B}_{q_1 j_1} = \frac{\omega_{q_1 j_1}}{\hbar} [\tilde{H}, P_{q_1 j_1}]$ (матрица $S_{j_2 j_1}^{q_1}$), а также колебаниями энергии фо-

нонного поля (второй звук), которые описываются функцией $E_Q = [T_N, e^{iQ_{mi}^q \cdot R_n^k}]$ [1]. Спектр колебаний находим в полюсе фононной функции Грина $\tilde{G}_{nk}(q, \omega)$ из уравнения

$$(\omega^2 - \omega_E^2) \delta_{j_1 j_2} - S_{j_2 j_1}^{q_1} = 0 \quad (5)$$

в котором тензор $S_{j_2 j_1}^{q_1}$ определяет динамическую матрицу колебательного уравнения кристалла (первый звук).

$$\begin{aligned} & (\omega_{qj}^2 - \omega_E^2) e_{qj\alpha}^k \\ &= \sum_{k'n} \sum_{\beta q'} \frac{V_{q'}}{m_k} e^{in \cdot q'} \left(\sum_{lm} |\varphi_{lm}(q')|^2 n_l n_m Q_\alpha Q_\beta \left\langle e^{iQ_{mi}^{q'}} \cdot (u_n^{k'} - u^k) \right\rangle \right. \\ & \quad \left. - z_{k'}(q') z_k(q')^* q'_\alpha q'_\beta \left\langle e^{iq' \cdot (u_n^{k'} - u^k)} \right\rangle \right) \\ & \quad \left(e_{qj\beta}^k - e^{iq \cdot n} \sqrt{\frac{m_k}{m_{k'}}} e_{qj\beta}^{k'} \right) \end{aligned} \quad (6)$$

$$\omega_E^2 = \sum_{q_1 j_1} \omega_{q_1 j_1}^2 |q \cdot e_{q_1 j_1}^{nk}|^2 (2N_{q_1 j_1} + 1) = \sum_{q_1 j_1} \frac{\hbar \omega_{q_1 j_1}}{2Nm_k} |q \cdot e_{q_1 j_1}^k|^2 \text{cth} \left(\frac{\hbar \omega_{q_1 j_1}}{2k_B T} \right) \propto q^2 \quad (7)$$

описывает коллективный режим колебаний фононной подсистемы (второй звук).

Если одночастичная фононная функция Грина $\langle [B_{qj}^+(t), B_{qj}] \rangle$, $B_{qj} = (b_{qj} + b_{-qj}^+)$ позволяет найти динамическую матрицу отдельных квазичастиц (уравнение (6) при $\omega_E^2 = 0$), то многочастичная функция $\tilde{G}_{nk}(q, \omega)$ вводит в расчет многоквантовый колебательный процесс (3,4) аналогично плазменным колебаниям электронных квазичастиц (коллективный режим). Для марковских процессов V_q необходимо заменить на $V_q/\varepsilon(q, \omega)$. Частоты фононов определяются из уравнений (6,7).

Суммируя по nn в уравнении (6) с учетом ближайших ячеек-соседей, находим.

$$\sum_{n_2} \left\langle e^{iq' \cdot (u_{n_2} - u)} \right\rangle (e^{iq \cdot n_2} - 1) e^{in_2 \cdot q'} = \sum_{n_2} \left\langle e^{iq' \cdot (u_1 - u)} \right\rangle (1 - \cos(qa)) e^{in_2 \cdot q' + qa} = e^{-W_q} (1 - \cos(qa)) N \delta_{-q' q}$$

Таким образом

$$\omega_q^2 = \left(u_2^2 + u_1^2 \left(\frac{\sin x}{x} \right)^2 \right) q^2, x = qa/2 \quad (8)$$

Здесь скорости первого и второго звука определяются как

$u_1^2 = \frac{V_q N}{v_r} e^{-W_q} \left(\sum_{lm} |\varphi_{lm}(q)|^2 n_l n_m |e_{-q} \cdot Q_{ml}^q|^2 - |z(q)|^2 |e_{-q} \cdot q|^2 \right),$
 $u_2^2 = \sum_{q'} \frac{\hbar \omega_{q'}}{6NM} (2N_{q'} + 1) = \sum_{q'} \frac{\hbar \omega_{q'}}{6NM} \text{cth} \beta, \quad \beta = \frac{\hbar \omega_{q'}}{2k_B T}.$
 Уравнения (1-8) определяют полюса фоновой $\tilde{G}_{nk}(q, \omega) = \frac{\omega_q^2}{\omega^2 - \omega_q^2}$ и экситонной $\tilde{G}_{lm}(q, \omega) = \frac{\omega_r^2}{\omega^2 - \omega_r^2}$ функций Грина. Вкладом второго звука здесь пренебрежем. Особыми точками являются также нули функции $1 - \tilde{G}(q, \omega)$, которые определяют закон дисперсии связанных фонов-ротонных мод

$$\omega_{\pm} = \sqrt{\omega_r^2 + \omega_q^2 \pm \sqrt{(\omega_r^2 - \omega_q^2)^2 + \omega_r^2 \cdot \omega_q^2}} \quad (9)$$

На рисунке (а) представлены зависимости частот фононов ω_q (8) и ротонов ω_r (4) от волнового вектора. В точке пересечения фоновой дисперсионной кривой и ротонной возникает взаимодействие фононов и ротонов b), которое приводит к двум ветвям ω_{\pm} связанных фонов-ротонных мод. Верхняя мода ω_+ начинается как фоновый и в области больших волновых чисел переходит в ротон. Нижняя ветвь ω_- начинается как ротон и переходит в фоновый.

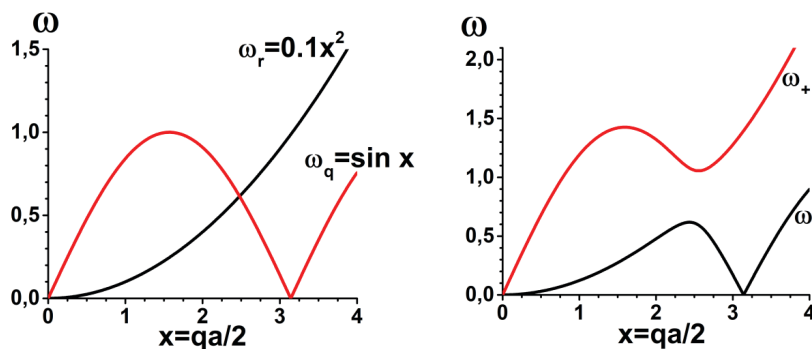


Рис. 1 а) Дисперсия фононов и ротонов без учета их взаимодействия.

$\omega_r = \frac{2\hbar}{ma^2} x^2 = 0.1x^2; \quad \omega_q = \frac{2}{a} u_1 \sin x = \sin x.$ б) Связанные фонов-ротонные колебательные моды ω_{\pm} с энергетической щелью. Верхняя фонов-ротонная ветвь и представляет собой спектр возбуждений, предложенный Ландау

Литература:

1. КЛЮКАНОВ, А., НИКА, Д., ВАТАВУ, С. *Квазичастицы в физике конденсированного состояния*. În: Conferința științifică națională cu participare

internațională „Integrare prin cercetare și inovare”, USM, 10-11 noiembrie 2020. Rezumate ale comunicărilor. Științe ale naturii și exacte. USM, 2020, pp. 267-271.

2. KLYUKANOV, A.A., VARZARI, A., VATAVU, S. *Quasiparticle bound states in the solid state physics: a CdTe case study*. In: European Materials Research Society (EMRS-2022) Spring Meeting Symposium K, K.11.8: Thin film chalcogenide photovoltaic materials, May 30- June 03, 2022, Strasbourg, France (virtual conference).

Данная работа выполнена при поддержке грантов РМ: 20.80009.5007.12 и 20.80009.5007.02.

TERAHERTZ RESONANT TUNNELING DIODES BASED ON GaN/AlGaN STRUCTURES

DIODE REZONANTE DE TUNEL TERAHERTZ BAZATE PE STRUCTURI GaN/AlGaN

Vadim SIRKELI, ORCID: 0000-0002-2479-4218
Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 535-14:621.3

e-mail: vadim.sirkeli@usm.md

The terahertz (THz) region, typically defined as 0.1-10 THz was often referred as “terahertz gap” due to the difficulties in efficiently generating, manipulating and detecting THz radiation. This spectral region covers intermolecular vibrations of biological molecules and low frequency crystalline lattice vibrations (phonon modes) of chemical materials, including drugs, viruses and explosives [1-6]. Moreover, THz waves have a low photon energies (~ 4.1 meV for 1 THz), which is about 1 million times weaker than energy of X-ray photon, and it will not cause harmful ionization in biological tissues [7, 8]. Thus, the THz waves considered as a safe method for investigation of biological materials and can be used in medicine for THz imaging and for other applications. The conventional THz sources usually are based on GaAs heterostructures [9]. However, they can only provide incomplete spectral coverage and remain limited to cryogenic temperatures due to an intrinsic property of GaAs, namely the presence of LO-phonons with THz-range frequencies. Among II-VI and III-V semiconductor compounds, GaN/AlGaN seems to be a promising candidate for room temperature THz sources thanks to its much larger LO phonon energy (92 meV) [10-12]. GaN offers prospects for THz quantum cascade devices, which can operate in a much broader spectral range from 1 to 15 THz and in particular in the 5-11 THz, which cannot be covered by other III-V semiconductors [13].

Terahertz resonant tunneling diodes (RTDs) based on $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{GaN}$ quantum structures with one quantum well and double quantum barriers (Al, $x=0.30$), and with two quantum wells and triple quantum barriers (Al, $x=0.25$) have been investigated numerically using non-equilibrium Green’s function formalism. The schematic structure of GaN-based RTD device with one quantum well and two quantum barriers is presented in Fig. 1.

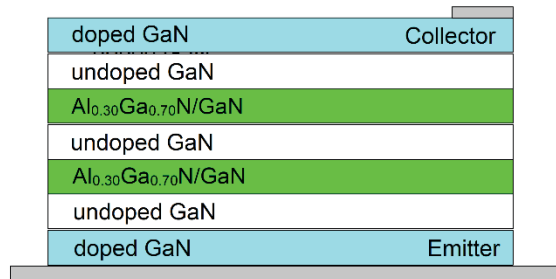


Fig.1 Schematic structure terahertz resonant tunneling diode based on $\text{Al}_{0.30}\text{Ga}_{0.70}\text{N}/\text{GaN}$ structure with one quantum well and double quantum barriers. The layer stack of such RTD device from the emitter is following: 100 nm GaN (emitter)/10 nm UID GaN (spacer) /2nm $\text{Al}_{0.30}\text{Ga}_{0.70}\text{N}$ (QB)/3nm GaN (QW)/ 2nm $\text{Al}_{0.30}\text{Ga}_{0.70}\text{N}$ (QB)/ 10 nm UID GaN (spacer)/ 100 nm GaN (collector)

The effect of collector n-type doping on conduction band diagram and energetic spectra of electrons for $\text{Al}_{0.30}\text{Ga}_{0.70}\text{N}/\text{GaN}$ quantum structures with one quantum well (QW) and double quantum barriers (QBs) have been investigated numerically (Fig. 2). For this RTD device it was found that the increasing of doping level of collector contact from $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ to $8 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ leads to narrowing polarization-induced collector barrier width from $\sim 50 \text{ nm}$ to 10 nm and enhances resonant tunneling transmission.

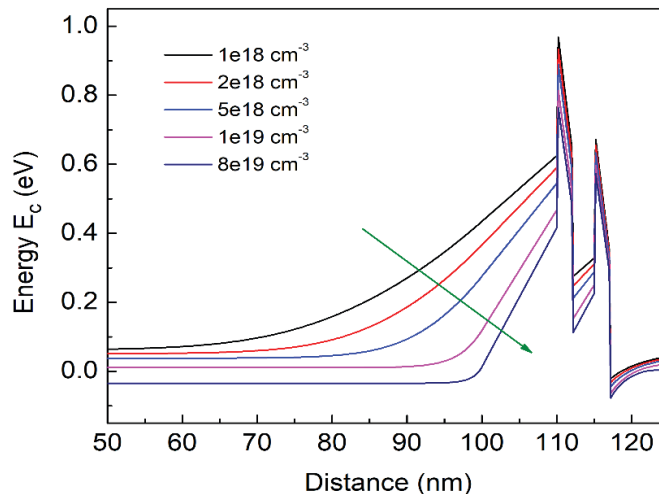


Fig. 2. Conduction band energy versus depth for various doping levels. The thickness of the collector spacer is equal to be 10 nm

Also, the effect of collector n-type doping on conduction band diagram and transmission coefficient of electrons for polar c-plane $\text{Al}_{0.25}\text{Ga}_{0.75}\text{N}/\text{GaN}$ quantum structures with two quantum wells (QWs) and triple quantum barriers (QBs) have been investigated and the results are presented in Fig. 3. It was established that the transmission coefficient

is increasing with increasing of n-type doping level of collector. From Fig. 3 it was found that at n-type doping of collector with a concentration of $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ the first resonance energy is estimated to be $\sim 0.24 \text{ eV}$.

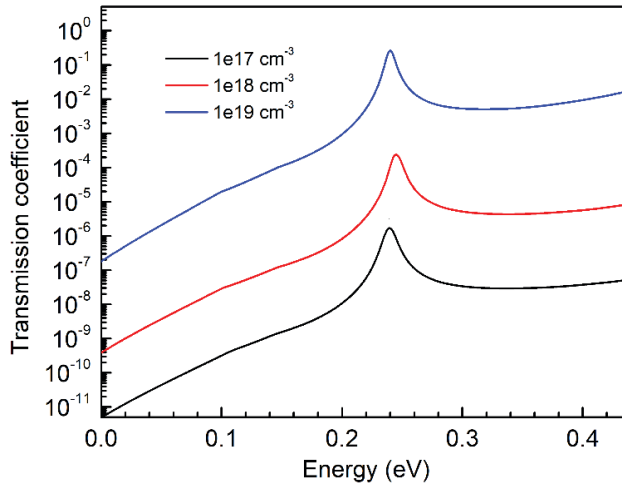


Fig. 3. Transmission coefficients vs voltage bias for GaN-based RTD with two QWs and triple QBs

Conclusions. Terahertz resonant tunneling diodes based on GaN/AlGaIn quantum structures with double and tripple quantum barriers have been investigated numerically. It is found that the increasing of collector n-type doping leads to the narrowing polarization-induced collector barrier width and thus creates favorable condition for resonant tunneling transmission for electrons.

References:

1. SIRKELI, V.P., HARTNAGEL, H.L. ZnO for infrared and terahertz applications. In: G. Korotcenkov (Series Ed.), K. Awasthi (Ed.), *Nanostructured Zinc Oxide: Synthesis, Properties and Applications*. Amsterdam: Elsevier, 2021. pp. 639-654. ISSN 978-0-12-818900-9. DOI: 10.1016/B978-0-12-818900-9.00015-2.
2. SIRKELI, V.P., YILMAZOGLU, O., ONG, D.S., PREU, S., KÜPPERS, F., HARTNAGEL, H.L. *Resonant Tunneling and Quantum Cascading for Optimum Room-Temperature Generation of THz signals*. In: IEEE Transactions on Electron Devices. 2017, vol. 64, no. 8, pp. 3482-3488, doi: 10.1109/TED.2017.2718541.
3. SIRKELI, V.P., YILMAZOGLU, O., PREU, S., KÜPPERS, F., HARTNAGEL, H.L. Proposal for a Monolithic Broadband Terahertz Quantum Cascade Laser Array Tailored to Detection of Explosive Materials. In: *Sens. Lett.* 2018, vol. 16, no. 1, pp 1-7, doi: 10.1166/sl.2018.3919.

4. SIRKELI, V.P., YILMAZOGLU, O., KÜPPERS, F., HARTNAGEL, H.L. *Room-temperature terahertz emission from ZnSe-based quantum cascade structures: A simulation study*. În: Phys. Status Solidi - Rapid Res. Lett. 2017, no. 11, no. 3, 1600423, doi: 10.1002/pssr.201600423.
5. SIRKELI, V.P., HARTNAGEL, H.L. *ZnO-based terahertz quantum cascade lasers*. În: Opto-Electronics Review. 2019, vol. 27, no. 2, pp. 119-122. ISSN 1230-3402, doi: 10.1016/j.opelre.2019.04.002
6. SIRKELI, V. *Quantum Nanostructures for Terahertz Devices and Applications*. În: NANO-2019: Limits of Nanoscience and Nanotechnologies. 24-27 Septembrie 2019, Chișinău. Chișinău, Republica Moldova. 2019, p. 26.
7. HARTNAGEL, H.L., SIRKELI, V.P. *The use of metal oxide semiconductors for THz spectroscopy of biological applications*. În: IFMBE Proc., Springer. 2020, pp. 213–217, doi: 10.1007/978-3-030-31866-6_43.
8. HARTNAGEL, H.L., SIRKELI, V.P., ACEDO, P. THz Spectroscopy by Narrow Spectral Emission of Quantum Cascade Lasers for Medical Applications. In: 44th International Semiconductor Conference (CAS 2021), Proceedings. 6-8 October 2021, Bucharest, Romania. 2021, pp. 11-18, doi: 10.1109/CAS52836.2021.9604138.
9. FATHOLOLOUMI, S., DUPONT, E., CHAN, C.W.I., WASILEWSKI, Z.R., LAFRAMBOISE, S.R., BAN, D., LIU, H.C. *Terahertz quantum cascade lasers operating up to - 200 K with optimized oscillator strength and improved injection tunneling*. În: Opt. Express. 2012, vol. 20, no. 4, pp. 3866, doi: 10.1364/oe.20.003866.
10. BELLOTTI, E., DRISCOLL, K., MOUSTAKAS, T.D., PAIELLA, R. *Monte Carlo simulation of terahertz quantum cascade laser structures based on wide-bandgap semiconductors*. În: J. Appl. Phys. 2009, vol. 105, no. 11, 113103, doi: 10.1063/1.3137203
11. SIRKELI, V.P., YILMAZOGLU, O., AL-DAFFAIE, S., OPREA, I., ONG, D.S., KÜPPERS, F., HARTNAGEL, H.L. *Efficiency enhancement of InGaN/GaN light-emitting diodes with pin-doped GaN quantum barrier*. În: Journal of Physics D: Applied Physics. 2017, vol. 50, no. 3, 035108, doi: 10.1088/1361-6463/50/3/035108
12. 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*. În: Semicond. Sci. Technol. 2015, vol. 30, no. 6, 065005, doi: 10.1088/0268-1242/30/6/065005.
13. SIRKELI, V. *Recent progress in GaN-based terahertz sources: a review*. În: Revista de Știință, Inovare, Cultură și Artă „Akademos”. 2018, vol. 50, nr. 3, pp. 24-32. ISSN 1857-0461.

Articol elaborat în cadrul Proiectului: „Materiale și structuri multifuncționale pentru detectarea radiațiilor electromagnetice”. Cifrul: 20.80009.5007.12.

METALORGANIC AEROSOL DEPOSITION TECHNIQUE

TEHNOLOGIA DEPUNERII DIN AEROSOLII COMPUȘILOR METALORGANICI

Oleg SAPOVAL, ORCID: 0000-0002-4577-278X

Alexandr BELENCIUC, ORCID: 0000-0001-6828-9638

Sergiu VATAVU, ORCID: 0000-0001-7328-126X

Moldova State University

CZU: 538.911:539.23

e-mail: oleg.sapoval@usm.md

e-mail: alex.belenciuc@usm.md

e-mail: sergiu.vatavu@usm.md

Thin-film oxide technologies such as radio frequency sputtering, pulsed laser deposition, oxides molecular beam epitaxy, plasma-enhanced chemical vapor deposition, metalorganic chemical vapor deposition, pulsed laser deposition, sol-gel coating, and spray pyrolysis allow material scientists to get high conducting (including transparent), semiconducting, insulating, ferroelectric, ferromagnetic, multiferroic films. Cost-effective chemical vapor deposition-based technologies can be quite competitive with vacuum film production methods, providing high crystalline quality and uniformity over a large area. One of the bottlenecks of metalorganic chemical vapor deposition is the limited range of organometallic compounds, namely, only volatile compounds can be used. This limitation can be overcome by liquid-assisted metalorganic chemical vapor deposition using an injection of the metalorganic precursor solution into the growth zone. Another disadvantage of the vacuum-free technology is the impossibility of manipulating film growth with high accuracy of composition and thickness. We continuously develop Metalorganic Aerosol Deposition (MAD) for to solve problems focused on design of artificial materials based on oxide films [1-4].

MAD is a cost-effective chemical vacuum-free technology previously engineered for the preparation of high-quality oxide thin films and further developed for the deposition of ultrathin films and superlattices. The MAD technology development stages are presented in Table 1. Figure 1 (a) shows a schematic representation of the 3rd generation MAD system. The MAD 3rd system is mainly focused on oxide films preparation, including the use of transition metals with stable oxidation states. The growth chamber is equipped with a substrate heater, pyrometer for substrate temperature monitoring, pneumatic nozzle with up to 4 liquid channels, laser – photodiode for aerosol flow control, and ellipsometry film growth control tool. Aerosols of organic solutions, containing metal β -diketonates (e.g., La-, Sr-, Mn-acetylacetonates), are sprayed onto a heated substrate. A film grows on the substrate as a result of a heterogeneous pyrolysis reaction of the metalorganic component. The heater ensures temperatures of 500-1000°C for epitaxial film growth of simple and complex oxides having thicknesses in the range of

1-200 nm. Films of complex oxides and films of simple oxides doped with an impurity can be prepared from a single solution containing all the necessary precursors. The correct ratio of cations in the film is the result of an accurate selection of the precursors ratio for the solution. The oxygen stoichiometry in the compounds is achieved due to the high partial pressure of O₂ in the chamber. Numerous channels make it possible to grow superlattices by alternating portions of the corresponding precursor solutions.

Table

Laboratory-built generations of MAD technique

| Genera- tion | Deposition condi- tions | Controls and moni- toring | Materials |
|-------------------------|--|---|---|
| 1 | atmospheric pres- sure, single source | Substrate temperature pyrometer control, mi- cropipette dosing | Single films, composites |
| 2 | atmospheric pres- sure, multisource, automation | Substrate temperature pyrometer control, laser-PD aerosol flow control, peristaltic pump dosing | Single films, multilayered structures, superlattices |
| 3 | atmospheric pres- sure, multisource, automation | Substrate temperature pyrometer control, ellipsometry growth control, syringe pump dosing | Single films, multilayered structures, superlattices, inter- face engineering |
| 4 | controllable atmo- sphere (Ar+O ₂), multisource, auto- mation | Substrate temperature pyrometer control, ellipsometry growth control, syringe pump dosing | Single films, multilayered structures, superlattices, inter- face engineering, films with controllable transition metal oxidation state |
| 4+ | controllable atmo- sphere (Ar+O ₂ , pressure), multi- source, automa- tion, fine nozzle | Substrate temperature pyrometer control, ellipsometry growth control, syringe pump dosing | Single films, multilayered structures, superlattices, inter- face engineering, films with controllable transition metal oxidation state |

The advantage of MAD technology is the high precursor dosing accuracy delivered to the growth zone, which makes it possible to control the layer growth thickness - atomic scale precision (accuracy better than 0.01 monoatomic layer). The atomic precision layers deposition can be effectively tracked by use of ellipsometry (Figure 1 (b)).

The direct application of this feature is the layer-by-layer production of ultra-short period superlattices, layered oxides, and the heterojunctions' interface engineering. As an example, the structure having a period of 2 perovskite monolayers only is shown in Figure 2 (left image).

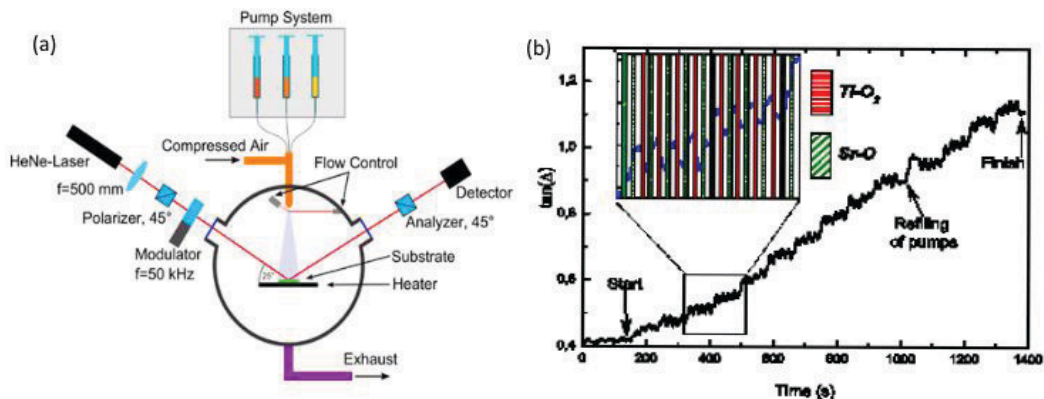


Figure 1. Metalorganic aerosol deposition system' schematics (a) and in situ ellipsometry data for phase shift angle Δ during the growth of $\text{Sr}_5\text{Ti}_4\text{O}_{13}$ on $\text{STO}(100)$ substrate (b) as an example

Among the examples of deposition accuracy exploitation are, namely: the production of Ruddlesden-Popper structures type $\text{A}_{n+1}\text{B}_n\text{O}_{3n+1}$ with $n > 1$ and the magnetic decoupling in manganites based heterostructures, having different magnetic properties due to Ruddlesden-Popper interfaces [5] (Figure 2 (right image)).

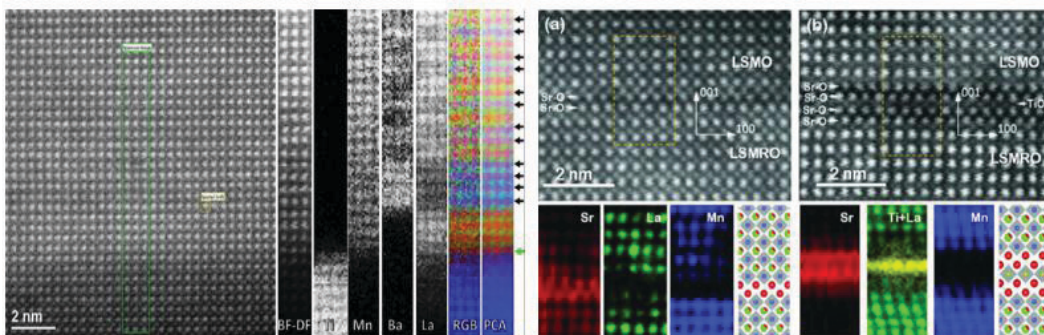


Figure 2. HAADF-STEM image and corresponding atomically resolved EELS elemental maps for Ti, Mn, Ba and La. Modulations in the Ba map of 2 unit cells thick can be clearly observed (left image). High-resolution HAADF-STEM images (top), the respective elemental EELS maps (bottom) of outlined regions and corresponding models of octahedral network of the LSMO/RPI/LSMRO trilayers with RPI consisting of a single $(\text{SrO})_2$ (a) and a dual $(\text{SrO})_2$ - TiO_2 - $(\text{SrO})_2$ layer (b) (right image)

The 4th generation of the MAD technique addressed syntheses of the films and artificial structures based on transition metals with controllable oxidation states. An example of successful control of the growth chamber atmosphere is the single-phase VO_2 films synthesis.

Nowadays, solving the above problems makes the MAD a convenient and flexible laboratory tool for materials scientists involved in the synthesis of oxides with an accurate selection of composition and in the development of artificial oxide materials.

Furthermore, MAD, as spray assisted technique, can be scaled from laboratory samples up to industrial sized films.

Referințe:

1. MOSHNYAGA, V. et al., *Preparation of rare-earth manganite-oxide thin films by metalorganic aerosol deposition technique*, Appl. Phys. Lett., vol. 74, no. 19, pp. 2842–2844.
2. MOSHNYAGA, V. et al., *Structural phase transition at the percolation threshold in epitaxial $(La_{0.7}Ca_{0.3}MnO_3)_{1-x}(MgO)_x$ nanocomposite films*, Nat. Mater., vol. 2, no. 4, p. 247-252.
3. THIESSEN, P. et al., *Effect of charge ordering on crossplane thermal conductivity in correlated perovskite oxide superlattices*, Phys. Rev. B, vol. 98, no. 19, p. 195114.
4. HOFFMANN-URLAUB, S. et al., *Tailoring c-Axis Orientation in Epitaxial Ruddlesden–Popper $Pr_{0.5}Ca_{1.5}MnO_4$ Films*, Adv. Mater. Interfaces, vol. 8, no. 7, p. 2002049.
5. BELENCHUK, A. et al. *Ruddlesden-Popper interface in correlated manganite heterostructures induces magnetic decoupling and dead layer reduction*, Appl. Phys. Lett., vol. 109, no. 23, p. 232405.

The development of MAD 4+ technology is financially supported by Moldavian State Programs: 20.80009.5007.12 and 20.80009.5007.11.

METALORGANIC AEROSOL DEPOSITION: THE BUILDING OF OXIDE FILMS

DEPUNEREA DIN AEROSOLII COMPUȘILOR METALORGANICI: DESIGN-UL FILMELOR DE OXID

Oleg SAPOVAL, ORCID: 0000-0002-4577-278X
Alexandr BELENCIUC, ORCID: 0000-0001-6828-9638
Sergiu VATAVU, ORCID: 0000-0001-7328-126X
Moldova State University

CZU: 538.911:539.23

e-mail: oleg.sapoval@usm.md
e-mail: alex.belenciuc@usm.md
e-mail: sergiu.vatavu@usm.md

Oxides have been attracting continuous interest in the study and fabrication of many devices, ranging from optoelectronics, microelectronics, sensors, and detectors, to energy harvesting. The functionality of oxide materials (semiconductors, insulators, metals, ferromagnetics, ferroelectrics) meets the broad needs of materials scientists and electronic engineers. Oxide thin films for use in functional devices are manufactured using a variety of technologies, among which non-vacuum chemistry technologies are attractive due to their low environmental impact, low cost, simple system configuration, and ease of maintenance. Developed by our group, a cost-effective chemical vacuum-free Metalorganic Aerosol Deposition (MAD) technique is a convenient and flexible laboratory tool for materials scientists involved in the synthesis of oxides with an accurate selection of composition and in the development of artificial oxide structures. Here we present a wide range of high-quality oxide materials (thin films, multilayer materials, and composite structures) that have been fabricated using MAD technology.

Single phase films: Starting with the deposition of epitaxial films of manganates to study the effect of colossal magnetoresistance, MAD technology has mastered the production of epitaxial films of other complex oxides (Table 1). The search for new functionality and control (and enhancement) of the parameters of known bulk materials forced the development of methods for obtaining layers of simple oxides (Table 2) used for interfacial engineering. Furthermore, the deposition of wide-bandgap semiconductors based films and their doping became an independent task.

Superlattices: An improvement in magnetic and transport properties of functional oxides by a layer-by-layer selection of the atomic scale composition in special complex oxide superlattices has been proposed. The MAD technology makes it possible to prepare such superlattices based on complex oxides $\text{Pr}_{1-x}\text{Ca}_x\text{MnO}_3$ - SrTiO_3 [1], $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ - SrTiO_3 , $\text{La}_{1-x}\text{Ca}_x\text{MnO}_3$ - BaTiO_3 , $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_9$ - $\text{Sr}_3\text{Co}_4\text{O}_9$.

Nanocomposites: An alternative approach to properties control is the design of composite two-phase systems, which consists of the controllable modification of properties by strain engineering in epitaxially coupled nanocrystals. Examples of such nanocomposite systems manufactured using MAD technology are $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3:\text{MgO}$ [2], $\text{ZnO}:\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$, $\text{VO}_2:\text{TiO}_2$.

Table 1

Complex oxides thin films synthesized by MAD technology

| compound | substrate | Electronic properties |
|---|--|--|
| Manganites | | |
| $\text{La}_{1-x}\text{Ca}_x\text{MnO}_3$ | MgO, SrTiO ₃ | ferromagnetic, metal MIT@260K x=0.3 |
| $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ | MgO, SrTiO ₃ | metal, ferromagnetic MIT@360K x=0.3 |
| $(\text{La}_{1-y}\text{Pr}_y)_{1-x}\text{Ca}_x\text{MnO}_3$ | MgO, SrTiO ₃ | ferromagnetic, metal MIT@200K x=0.3, y=0.5 |
| $\text{Pr}_{1-x}\text{Ca}_x\text{MnO}_3$ | | charge-ordering x=0.5 |
| Cobaltates | | |
| $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_9$ | Al ₂ O ₃ , SrTiO ₃ | metal |
| $\text{Ca}_2\text{Co}_2\text{O}_5$ | SrTiO ₃ | insulator |
| PdCoO_2 | Al ₂ O ₃ | metal |
| Titanates | | |
| SrTiO ₃ | SrTiO ₃ | insulator |
| BaTiO ₃ | SrTiO ₃ | ferroelectric |
| Rutinate | | |
| SrRuO ₃ | SrTiO ₃ | metal, ferromagnetic MIT@160K |

Table 2

Thin films and monolayers synthesized by MAD technology

| Simple oxide | structure | substrates | Electronic property | |
|---|-----------------|--|---------------------|-------------------------------|
| ZnO, ZnO:Ga | wurtzite | Al ₂ O ₃ , SiO ₂ /Si | semiconductor | epitaxial, polycrystalline |
| TiO ₂ , TiO ₂ :Nb | rutile, anatase | SrTiO ₃ , LaAlO ₃ | semiconductor | epitaxial, polycrystalline |
| MgO | cubic | | insulator | nanocrystals |
| SrO, CaO | cubic | SrTiO ₃ | insulator | monolayer |
| VO ₂ | rutile | Al ₂ O ₃ , SiO ₂ /Si, fused quartz | metal (T > 340 K) | epitaxial, polycrystalline |

Interface engineering and artificial materials: The atomic precision of layer deposition allows MAD technology to solve the problems of AO or BO₂ termination in bulk films with a perovskite ABO₃ structure. Epitaxial films were fabricated from bulk La_{0.7}Sr_{0.3}MnO₃ and La_{0.7}Sr_{0.3}Mn_{0.9}Ru_{0.1}O₃ decoupled by single SrO₂ or SrO₂-TiO₂-SrO₂ sequence Ruddlesden-Popper layers [3]. The growth of artificial A_{n+1}B_nO_{3n+1} Ruddlesden-Popper structures, which conventional solid-state reaction techniques fail to synthesize for intermediate n-values, so is also a subject of MAD technology.

The issues that are being investigated within the framework of MAD technology today are the study of the control of the epitaxial layers' functional properties by stresses, the preparation of oxygen-deficient compounds, and the effective doping of wide-gap semiconductor oxides.

Referințe:

1. THIESSEN, P. et al., *Effect of charge ordering on crossplane thermal conductivity in correlated perovskite oxide superlattices*, Phys. Rev. B, vol. 98, no. 19, p. 195114.
2. MOSHNYAGA, V. et al., *Structural phase transition at the percolation threshold in epitaxial (La_{0.7}Ca_{0.3}MnO₃)_{1-x}(MgO)_x nanocomposite films*, Nat. Mater., vol. 2, no. 4, p247-252.
3. BELENCHUK, A. et al. *Ruddlesden-Popper interface in correlated manganite heterostructures induces magnetic decoupling and dead layer reduction*, Appl. Phys. Lett., vol. 109, no. 23, p. 232405.

The preparation and investigation of Ga₂O₃, TiO₂, and VO₂ thin films is supported by Moldavian State Programs: 20.80009.5007.12 and 20.80009.5007.11.

STRATURI SUBȚIRI Ga_2S_3 PENTRU APLICAȚII ÎN DETECTORI DE RADIAȚII ELECTROMAGNETICE

Ga_2S_3 THIN FILMS FOR ELECTROMAGNETIC RADIATION DETECTORS APPLICATIONS

Dorin SPOIALĂ, ORCID: 0000-0002-8225-2556
Gheorghe GHILEȚCHII, ORCID: 0000-0002-0791-5567
Elmira VATAVU, ORCID: 0000-0002-0471-9931
Liliana DMITROGLO, ORCID: 0000-0003-0703-5217
Oleg ȘAPOVAL, ORCID: 0000-0002-4577-278X
Alexandr BELENCIUC, ORCID: 0000-0001-6828-9638
Corneliu ROTARU, ORCID: 0000-0003-0787-4379
Igor NAROLSCHI, ORCID: 0000-0002-8895-0873
Sergiu VATAVU, ORCID: 0000-0001-7328-126X
Universitatea de Stat din Moldova

CZU CZU: 621.315.592:539.26

e-mail: elmira.vatavu@usm.md
e-mail: liliana.dmitroglo@usm.md
e-mail: oleg.sapoval@usm.md
e-mail: alex.belenciuc@usm.md
e-mail: sergiu.vatavu@usm.md

Sulfura de galiu, în diferite faze, este un material de perspectivă pentru aplicații în optoelectronică, în particular, în detectoare de radiații electromagnetice pentru domeniul UV al spectrului [1]. Materialul cercetat permite prepararea atât sub formă de straturi subțiri, cât și sub formă de nanostraturi, variindu-se astfel și proprietățile fotoelectrice [2]. Una din problemele actuale în prepararea fotodetectorilor este tehnologia straturilor subțiri utilizată pentru fabricarea dispozitivului. În cercetările efectuate, a fost folosită metoda volumului cvasiînchis (CSS) pentru prepararea sulfurii de galiu pe suporturi rezistente la temperaturi înalte, metodă perfecționată pentru prepararea și a altor materiale fotosensibile [3]. În calitate de suporturi pentru prepararea straturilor subțiri de sulfură de galiu s-a folosit *p*-Si cu orientarea cristalografică (100). Temperatura sursei de $\alpha\text{-Ga}_2\text{S}_3$ a fost de 800°C, iar temperatura suportului a variat între 550-700°C. Probele astfel obținute au fost caracterizate structural prin intermediul difracției de raze X în configurație GI-XRD considerându-se toate corecțiile instrumentale necesare, iar morfologia acestora a fost studiată prin intermediul microscopiei de forță atomică în *non-contact mode*.

Analiza cantitativă și precizarea parametrilor rețelei cristaline a presupus utilizarea metodei Rietveld [4], care constă în minimizarea diferenței dintre intensitatea tabloului de difracție observată (y_{obsi}) și cea calculată (y_{ci}) în fiecare punct *i* al tabloului de

difracție prin metoda celor mai mici pătrate. S-a ținut cont de următorii factori: factorul de scară, factorul de polarizare Lorentz, factorul de multiplicitate, factorul de structură, funcția de profil a maximului provenit de la reflexia de la planul cu hkl dat, (în calitate de funcție de profil s-a utilizat funcția Pseudo-Voight), factorul de absorbție, intensitatea fondului în punctul i , factorul de texturare, în aproximația March-Dollase [5]. Pentru determinarea dimensiunii cristalitelor și a microstrain-ului (microtensiune) s-a utilizat metoda Williamson-Hall [6] modificată pentru funcția de profil Pseudo-Voight [7].

Considerând analiza tabloului de difracție a straturilor preparate din sursa de α 'Ga₂S₃ pe suportul de p -Si(100), s-a stabilit formarea unui amestec de γ Ga₂S₃ și α Ga₂S₃ (Fig.1).

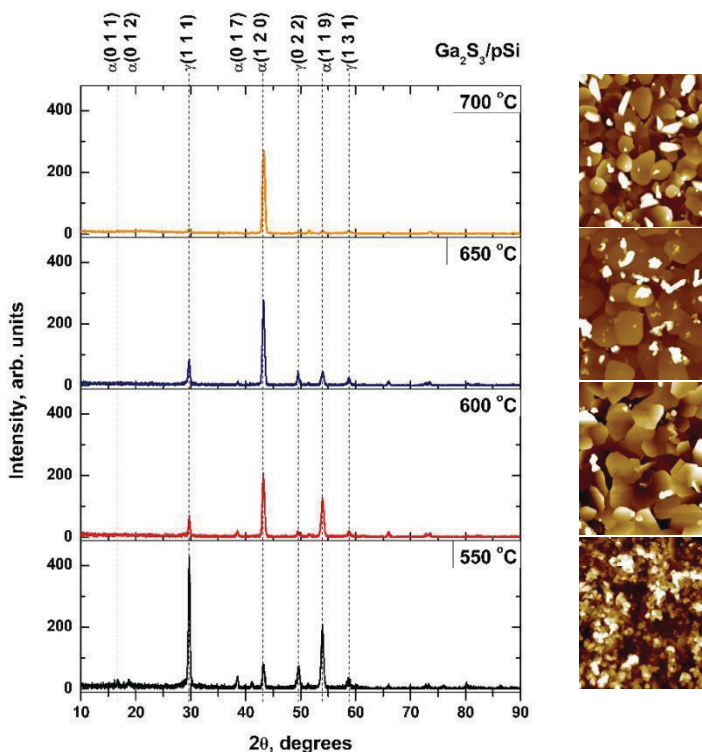


Fig. 1. Tabloul de difracție a razelor X (anod de Cu $\lambda_{Ka1}=1,54060\text{\AA}$, $\lambda_{Ka2}=1,54439\text{\AA}$) pe structuri sulfură de galiu/ p -Si (100) și morfologia suprafeței straturilor obținute (12,5x12,5 μm)

Determinarea dimensiunii cristalitelor și a microtensiunii (Fig.2) în funcție de temperatura suportului demonstrează valori ale cristalitelor în limitele 11-26 nm fiind prezent un maxim bine pronunțat între 600°C și 650°C pentru ambii parametri (ca alternativă a fost folosită și formula Stokes-Wilson pentru microstrain utilizând datele pentru maximul cu cea mai mare intensitate (120) α Ga₂S₃). A fost stabilit că odată cu creșterea temperaturii suportului crește concentrația fazei α Ga₂S₃ și, respectiv, scade concentrația fazei γ Ga₂S₃ (Fig.3). Fazele detectate corespund: γ Ga₂S₃ PDF4+ 00-0430916; α Ga₂S₃ PDF4+ 04-007-1422.

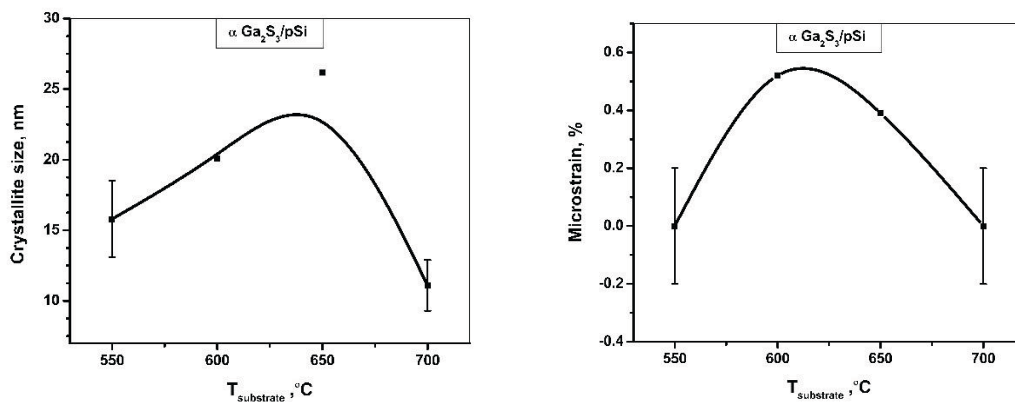


Fig. 2. Dimensiunea cristalitelor și microstrain în funcție de temperatura suportului în structuri sulfură de $\alpha\text{Ga}_2\text{S}_3/p\text{-Si}$ (100)

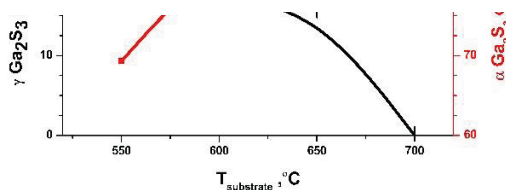


Fig. 3. Dependența concentrației $\alpha\text{Ga}_2\text{S}_3$ și $\gamma\text{Ga}_2\text{S}_3$ în funcție de temperatura suportului în structuri sulfură de $\text{Ga}_2\text{S}_3/p\text{-Si}$ (100)

Referințe:

- ZHENG, Yu., TANG, X., WANG, W., JIN, L., LI, G. Large-Size Ultrathin $\alpha\text{-Ga}_2\text{S}_3$ Nanosheets toward High-Performance Photodetection. In: *Advanced functional materials*. 2020, vol.31, no. 6, pp. 2008307. <https://doi.org/10.1002/adfm.202008307>.
- ZHOU, N., et. al. Nonlayered Two-Dimensional Defective Semiconductor $\gamma\text{-Ga}_2\text{S}_3$ toward Broadband Photodetection. In: *ACS Nano*, 2019, vol.13, no.6, pp.6297-6307. <https://doi.org/10.1021/acsnano.9b00276>.
- VATAVU, S. et al. A comparative study of $(\text{ZnO}, \text{In}_2\text{O}_3; \text{SnO}_2, \text{SnO}_2)/\text{CdS}/\text{CdTe}/(\text{Cu}/\text{Ni})$ heterojunctions. In: *Thin Solid Films*. 2013, vol.535, pp.244-248. <https://doi.org/10.1016/j.tsf.2012.11.105>.
- RIETVELD, H.M. A profile refinement method for nuclear and magnetic structures. In: *J. Appl. Cryst.* 1986, vol.2, no.2, pp. 65-71.
- DOLLASE, W.A. Correction of intensities for preferred orientation in powder diffractometry: Application of the March model. In: *J. Appl. Cryst.* 1986, vol.19, pp.267-272.

6. LANGFORD, J.L. In: PRINCE, E., STALICK, J.K. (Eds.). *Accuracy in Powder Diffraction II*, NIST *Spec. Publ.* 1992, vol.846, pp.110-126.
7. HILL, R.J., HOWARD, C.J. Quantitative Phase Analysis from Powder Diffraction Data using the Rietveld Method. In: *J. Appl. Cryst.* 1987, vol.20, p.467.

Articol elaborat în cadrul Proiectelor: „Materiale și structuri multifuncționale pentru detectarea radiațiilor electromagnetice”. Cifrul: 20.80009.5007.12 și „Materiale nanostructurate avansate pentru aplicații termoelectrice și senzori”. Cifrul: 20.80009.5007.02.

STRUCTURA ȘI MORFOLOGIA STRATURILOR NANOMETRICE DE $ZnSnN_2$ PREPARATE PRIN MAGNETRON SPUTTERING

STRUCTURE AND MORPHOLOGY OF $ZnSnN_2$ NANOMETRIC FILMS PREPARED BY MAGNETRON SPUTTERING

Igor NAROLSCHI, ORCID: 0000-0002-8895-0873
Gheorghe GHILEȚCHII, ORCID: 0000-0002-0791-5567
Alexandr CLIUCANOV, ORCID: 0000-0002-4175-5261
Corneliu ROTARU, ORCID: 0000-0003-0787-4379
Dorin SPOIALĂ, ORCID: 0000-0002-8225-2556
Elmira VATAVU, ORCID: 0000-0002-0471-9931
Oleg ȘAPOVAL, ORCID: 0000-0002-4577-278X
Alexandr BELENCIUC, ORCID: 0000-0001-6828-9638
Liliana DMITROGLO, ORCID: 0000-0003-0703-5217
Elena BERCU, ORCID: 0000-0002-3519-7785
Marin RUSU, ORCID: 0000-0002-1429-0219
Sergiu VATAVU, ORCID: 0000-0001-7328-126X
Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 621.793

e-mail: elmira.vatavu@usm.md
e-mail: liliana.dmitroglo@usm.md
e-mail: oleg.sapoval@usm.md
e-mail: alex.belenciuc@usm.md
e-mail: rusu.hzb@gmail.com
e-mail: sergiu.vatavu@usm.md

$ZnSnN_2$ este un material semiconductor de perspectivă pentru optoelectronica contemporană, fiind format din elemente chimice nontoxice și răspândite pe larg în natură. $ZnSnN_2$ este caracterizat de valoarea lățimii benzii interzise de cca 1,7-1,8 eV [1, 2] fiind astfel promițător pentru aplicarea în calitate de absorbant în celulă solară top în structuri fotovoltaice de tip tandem. În general, proprietățile optice sunt mai puțin studiate și la moment multe date sunt lipsă sau contradictorii. Stabilitatea de fază și fizica defectelor în acest semiconductor indică potențiale probleme în creșterea unui compus monofazic. Printre metodele de sinteză se enumeră MBE [3], RF sputtering [4] ș.a., calitatea filmelor obținute fiind puternic influențată de temperatura suportului.

În această lucrare, sunt prezentate rezultate axate pe prepararea filmelor de $ZnSnN_2$ prin DC magnetron sputtering, descrierea teoretică fiind prezentată anterior [5]. În calitate de suporturi au fost folosite placi de sticlă a căror temperatura a fost variată între 30°C și 300°C. În calitate de țintă pentru magnetron a fost folosit aliajul Zn+Sn în raport

[Zn]/[Sn]=50/50 %at. Structura probelor preparate a fost caracterizată folosind GI-XRD (anod de Cu $\lambda_{K\alpha 1}=1,54060\text{\AA}$, $\lambda_{K\alpha 2}=1,54439\text{\AA}$, $0,3^\circ-1,0^\circ$), iar morfologia utilizând microscopia de forță atomică în *non-contact mode*. Analiza cantitativă a difractogramelor a fost efectuată cu folosirea metodei Rietveld [6]. Determinarea dimensiunilor nanocristalitelor și a microstrain-ului s-a realizat prin metoda Williamson-Hall [7] cu considerarea pentru funcția de profil a liniei de difracție funcția Pseudo-Voight [8].

Analiza tabloului de difracție a straturilor preparate pe sticlă (Fig.1) a demonstrat formarea materialului semiconductor ZnSnN_2 , cu structura cristalină ce corespunde rețelei ortorombice Pna21 cu parametrii rețelei cristaline ce depind de temperatura suportului (Tab.).

Tabel

Parametrii rețelei cristaline pentru ZnSnN_2 /sticlă determinate din analiza difractogramelor pentru diferite temperaturi ale suportului

| ZnSnN ₂ /sticlă | | | |
|----------------------------|-------|-------|-------|
| T _{suport} , °C | a, Å | b, Å | c, Å |
| 34 | 5,870 | 6,777 | 5,474 |
| 70 | 5,872 | 6,813 | 5,496 |
| 100 | 5,897 | 6,772 | 5,475 |
| 150 | 5,880 | 6,768 | 5,469 |
| 200 | 5,855 | 6,771 | 5,473 |
| 250 | 5,867 | 6,776 | 5,508 |

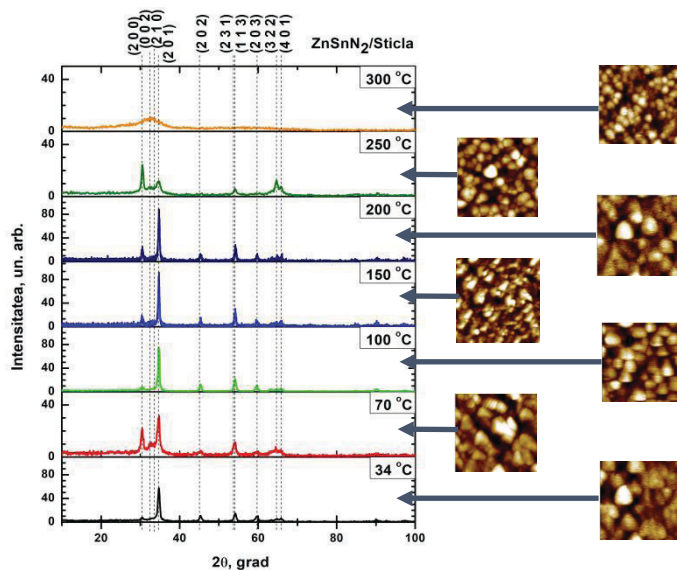


Fig. 1. Difractogramele GI-XRD a structurilor ZnSnN_2 /sticlă sub unghiuri mici ($0,5^\circ$) și morfologia suprafeței acestora ($500 \times 500 \text{ nm}^2$)

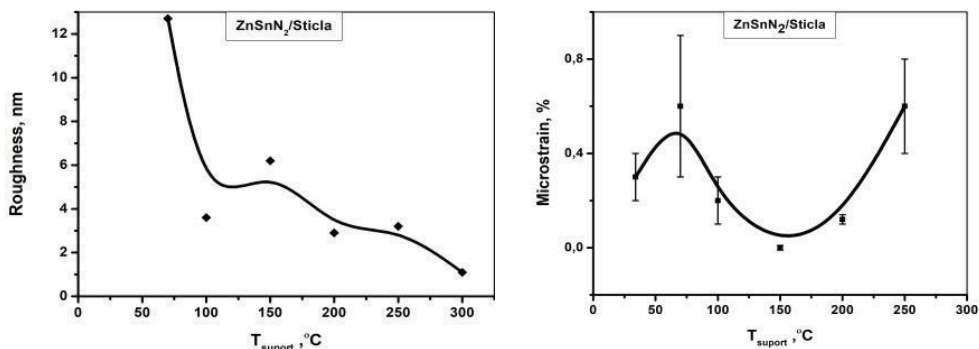


Fig. 2. Rugozitatea și microstrain în funcție de temperatura suportului structurilor ZnSnN₂/sticlă

A fost stabilit că dimensiunea cristalitelor variază în limitele 4-16 nm, mărimea lor fiind practic constantă și maximă pentru temperaturile suportului între 100°C și 200°C. Rugozitatea suprafeței denotă o scădere clară de la 13 nm la 2 nm odată cu creșterea temperaturii suportului (Fig.2). Dependența microstrain-ului de temperatura suportului prezintă un minim la 150°C, ce corespunde maximului intensității tabloului de difracție în funcție de temperatura suportului.

Referințe:

1. PUNYA, A., LAMBRECHT, W.R.L. Band offsets between ZnGeN₂, GaN, ZnO, and ZnSnN₂ and their potential impact for solar cells. In: *Phys. Rev. B*. 2013, vol.88, 075302 6 pp.
2. QUAYLE, P.C., HE, K., SHAN, J., KASH, K. Synthesis, lattice structure, and bandgap of ZnSnN₂. In: *MRS Communications*. 2013, vol.3, pp.135-138.
3. FELDBERG, N. et al. Growth of ZnSnN₂ by Molecular Beam Epitaxy. In: *J. Electronic Mat.* 2014, vol.43, pp. 884-888.
4. LAHOUCADE, L. et al. Structural and Optoelectronic Characterization of RF Sputtered ZnSnN₂. In: *Advanced Materials*. 2013, vol.25, pp.2562-2566.
5. NAROLSCHI, Ig. et al. Straturi subțiri semiconductoare preparate în sisteme de pulverizare cu magnetron (DC): Teorie vs Experiment (I). In: *Studia Universitatis Moldaviae. Seria „Științe Exacte și Economice”*. 2020, nr.7(137), pp.14-18. ISSN 1857-2073.
6. RIETVELD, H.M. A profile refinement method for nuclear and magnetic structures. In: *J. Appl. Cryst.* 1986, vol.2, no.2, pp. 65-71.
7. LANGFORD, J.L. In: PRINCE, E., STALICK, J.K. (Eds.). *Accuracy in Powder Diffraction II, NIST Spec. Publ.* 1992, vol.846, pp.110-126.

8. HILL, R.J., HOWARD, C.J., Quantitative Phase Analysis from Powder Diffraction Data using the Rietveld Method. In: *J. Appl. Cryst.* 1987, vol.20, p.467.

Articol elaborat în cadrul Proiectelor: „Materiale și structuri multifuncționale pentru detectarea radiațiilor electromagnetice”. Cifrul: 20.80009.5007.12 și „Materiale nanostructurate avansate pentru aplicații termoelectrice și senzori”. Cifrul: 20.80009.5007.02.

FOTOREZISTOR PENTRU REGIUNEA ULTRAVIOLETĂ PE BAZĂ DE STRAT DIN NANOFIRE DE $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$

$\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ NANOWIRE – BASED PHOTORESISTOR FOR UV SPECTRAL REGION

Elmira VATAVU, ORCID: 0000-0002-0471-9931

Veaceslav SPRINCEAN, ORCID: 0000-0001-6719-7387

Liliana DMITROGLO, ORCID: 0000-0003-0703-5217

Virginia GURĂU, ORCID: 0000-0001-8843-6316

Mihail CARAMAN, ORCID: 0000-0001-8225-8600

Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 621.315.592:539.26

e-mail: elmiracuculescu@gmail.com

e-mail: sprincean@gmail.com

e-mail: dmitrogloliliana@yahoo.com

e-mail: virginia_gurau@yahoo.com

e-mail: mihailcaraman@yahoo.com

Fotodetectorii nesensibili la radiația solară cu lungimi de undă mai mici de 290 nm prezintă un interes deosebit datorită varietăților aplicative civile și militare, inclusiv la detectarea flăcărilor, la investigarea calității apei, aerului, la monitorizarea stratului de ozon, la interceptarea rachetelor, în astrofizică, fotolitografie etc. [1]. În această regiune a spectrului solar se folosesc fotoreceptori pe baza straturilor subțiri din compuși ternari $\text{Mg}_x\text{Zn}_{1-x}\text{O}$ și $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ [2]. Calitatea scăzută a straturilor subțiri din aceste materiale cu concentrație mare de Mg și, respectiv, Al limitează aplicabilitatea lor. Unul din materialele alternative ambelor este semiconductorul $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$.

În această lucrare se studiază compoziția chimică și unele proprietăți fotoelectrice ale fotorezistorilor planari de $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$. Straturi compuse din nanofire și nanopanglici de $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ (Fig.1) au fost obținute prin tratament termic (TT) în atmosferă îmbogățită cu vapori de apă a lamelor de GaS. Acest compus este format din împachetări planare stratificate S-Ga-Ga-S, cu fisuri de dimensiuni suficiente pentru implementarea atomilor și a moleculelor de aer prin TT la temperaturi înalte. După cum se demonstrează prin măsurări de difracție a razelor X (XRD), spectroscopie EDXS și Raman, lamele de GaS se transformă în plăci din nanoformațiuni de $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$.

Caracterul tranzițiilor electronice și lărgimea benzii interzise a straturilor de $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ au fost determinate din analiza spectrelor de reflexie difuză folosind funcția Kubelka-Munk. S-a stabilit că marginea benzii de absorbție fundamentală a stratului din nanoformațiuni de $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ este formată prin tranziții optice directe cu $E_g=4,65$ eV.

Pentru fabricarea fotorezistorilor au fost preparate plăci din nanofire/nanolame de $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ cu dimensiuni $5\times 7\times 0,5$ mm³. Pe una din suprafețele acestor plăci au fost depuse, prin evaporare în vid, două fâșii subțiri din Ni, despărțite de un spațiu de $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$

cu aria $5 \times 2 \text{ mm}^2$. Structurile în ansamblu au fost supuse unui TT suplimentar în vid la temperatura $400 \text{ }^\circ\text{C}$ timp de 1,5 ore.

Au fost studiate caracteristicile I-U ale stratului din nanofire de $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ la tensiuni din intervalul 5-100 V (Fig.2). În intervalul 5-25 V curentul electric prin strat crește liniar odată cu tensiunea. La tensiuni $U > 25 \text{ V}$ se atestă o abatere de la dependența liniară cu

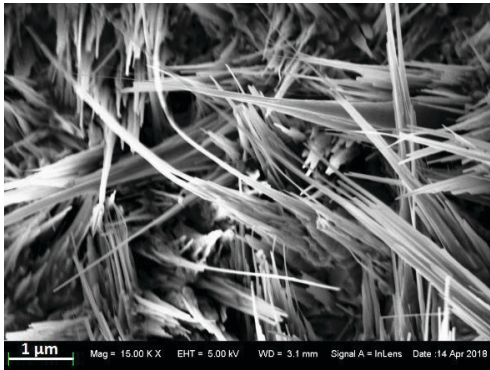


Fig.1. Imaginea SEM a suprafeței stratului din nanoformațiuni $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$

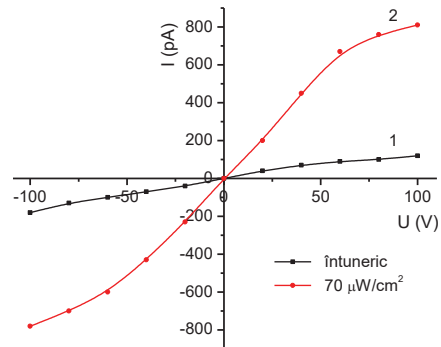


Fig.2. Dependența I-U la întuneric (1) și la iluminarea stratului de $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ cu densitatea de $70 \text{ } \mu\text{W}/\text{cm}^2$ (2)

o creștere subliniară a curentului. La iluminare cu radiația ansamblului de linii emise de arcul electric în vapori de Hg cu lungimi de undă din intervalul 237-264 nm, intensitatea fotocurentului la tensiunea de 10 V crește față de intensitatea curentului la întuneric de ~ 20 ori pentru stratul de $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ cu grosimea de $\sim 360 \text{ } \mu\text{m}$ și de ~ 50 ori pentru structurile $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3\text{-GaS}$.

Caracteristicile curent-iluminare $I(L)$ au fost înregistrate la iluminarea suprafeței eșantionului cu radiația cu lungimi de undă $\lambda \leq 320 \text{ nm}$, cu densitatea de flux între $6,3\text{-}85 \text{ } \mu\text{W}/\text{cm}^2$, selectată din spectrul lămpii cu vapori de Hg cu monocromatorul ZMR-3. Densitatea maximală a fascicolului de radiație egală cu $85 \text{ } \mu\text{W}/\text{cm}^2$ a fost aproximată cu ajutorul termoelementului Vth-1 cu fereastră din KBr. Intensitatea relativă a radiației UV a fost variată cu ajutorul unui atenuator cu 9 trepte cu straturi subțiri de Pt pe suport din cuarț.

În Figura 3 sunt prezentate caracteristicile I-U la iluminări ale suprafeței stratului din nanofire/nanolame de $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ cu densitatea de flux de la $6,3 \text{ } \mu\text{W}/\text{cm}^2$ până la $85 \text{ } \mu\text{W}/\text{cm}^2$. Intensitatea curentului în rezistor la întuneric la tensiunea aplicată pe electrozi de 50 V este de $(3\text{-}5) \cdot 10^{-12} \text{ A}$. Dependențele I-U în intervalul de tensiuni $0 \pm 100 \text{ V}$ (Fig.3) la iluminare cu radiație din banda de absorbție a compusului $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ pot fi approximate ca segmente de linie dreaptă, caracteristice pentru materialele cu conductibilitate electrică joasă, cum este oxidul $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ nedopat [3].

În Fig.4 este prezentată dependența spectrală a fotocurentului stratului de $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ la iluminare cu liniile emise de arc electric în vapori de Hg în intervalul lungimilor de undă 230÷365 nm. După cum se vede din această prezentare, fotorezistorul pe bază de straturi de nanofire/nanolame de $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ manifestă sensibilitate măsurabilă în intervalul de lungimi de undă $\lambda < 370$ nm. În intervalul lungimilor de undă de la 320 nm până la 370 nm se observă o creștere lentă a fotocurentului care la $\lambda = 300$ nm atinge pragul de

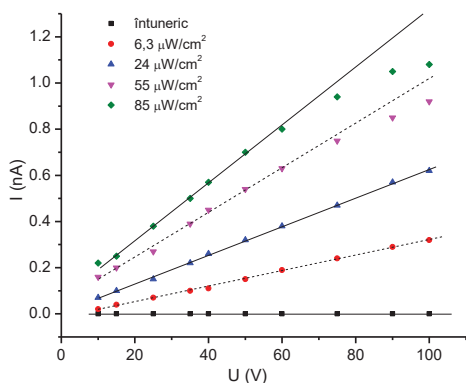


Fig.3. Dependenta I-U la iluminări din intervalul densităților de flux 6-85 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$

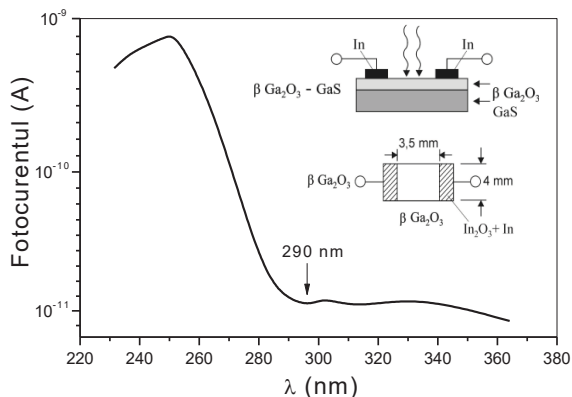


Fig.4. Dependenta spectrală a curentului în fotorezistorul pe baza stratului subțire de $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$

0,3 din valoarea maximală a fotocurentului de la lungimea de undă de 260 nm. Marginea benzii de fotosensibilitate a stratului din nanofire/nanolame de $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ se găsește la lungimea de undă 290 nm (4,28 eV). Maximul fotocurentului se găsește în intervalul de lungimi de undă 245-250 nm (5,06÷4,96 eV). Menționăm că lărgimea benzii interzise a stratului de nanoformațiuni de $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ determinată din măsurări optice este de 4,65 eV ($\lambda = 267$ nm).

Concluzii:

1. Lărgimea benzii interzise directe a stratului din nanoformațiuni de $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ obținut prin oxidarea lamelor de GaS la temperatura 293 K este egală cu 4,65 eV.
2. Banda de sensibilitate a fotorezistorului pe bază de strat din nanofire/nanolame de $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ cuprinde intervalul de lungimi de undă de la frontiera UV-vid până la 290 nm.

Referințe:

1. MONROY, E. et al. Wide-bandgap semiconductor ultraviolet photodetectors. În: *Semicond. Sci. Technol.* 2003, vol. 18, pp. R33-R51. <https://doi.org/10.1088/0268-1242/18/4/201>.

2. OHTOMO, A. et al. Mg_xZn_{1-x}O as a II–VI widegap semiconductor alloy. În: *Appl. Phys. Lett.* 1998, vol.72, pp. 2466. <https://doi.org/10.1063/1.121384>
3. DU, J. et al. Highly sensitive and ultrafast deep UV photodetector based on a β-Ga₂O₃ nanowire network grown by CVD. În: *J. Phys. D: Appl. Phys.* 2016, vol.49, no.42, pp. 425105.

Articol elaborat în cadrul Proiectelor: „Materiale și structuri multifuncționale pentru detectarea radiațiilor electromagnetice”, cifrul 20.80009.5007.12; „Tehnologii fizice avansate cu aplicarea UVS în monitorizarea și modelarea factorilor de mediu”, cifrul 20.80009.7007.05 și „Materiale nanostructurate avansate pentru aplicații termoelectrice și senzori”. Cifrul: 20.80009.5007.02.

МЕЖПРЕДМЕТНАЯ СВЯЗЬ ФИЗИКИ И ХИМИИ

RELAȚIA INTERDISCIPLINARĂ DINTRE FIZICĂ ȘI CHIMIE

THE INTERDISCIPLINARY RELATIONSHIP BETWEEN PHYSICS AND CHEMISTRY

Инна БЕЛАЯ, ORCID: 0000-0002-3823-1168

Валентина НИКОРИЧ, ORCID: 0000-0002-5517-7618

*Теоретический лицей им. Сильвиан Лукач г. Костешть, Молдова
Молдавский государственный университет*

CZU: 373.5:[53 + 54]

e-mail: belaia.inna@riscani.edu.md

e-mail: vnicorici@yahoo.com

Взаимодействие физики и химии содержит примеров обоюдного обмена идеями, объектами и методами исследования [1], при этом они изучают практически одни и те же объекты, но только каждая наука видит в этих объектах свой предмет исследования. STEM/STEAM представляют собой один из современных и инновационных методов обучения физике, ключевой частью которого является решение прикладных задач, которые, в свою очередь, связаны с химией, инженерией, биологией или несколькими науками сразу. Задачи такого рода осуществляют важную связь между изучаемыми предметами, что позволяет сформировать у учащихся целостное мировоззрение и базовые компетенции. Данная работа преследует своей целью показать взаимосвязь различных областей науки и техники, подчеркнуть особую важность прикладных задач для развития практических навыков учащегося, а также проследить применимость физических и химических законов на практике. Прикладные задачи предполагают использование не каких-либо больших идеализированных предметов, а реально существующих в природе, быту и технике объектов, что делает изучаемый закон более доступным для понимания.

Объектом исследования являются законы и явления, в основе которых физика тесно переплетается с химией. Отметим, что при этом надо постараться подбирать такие взаимосвязи физики и химии, которые могут заинтересовать учащихся. В то же время перед учащимися необходимо ставить такие задачи, которые, что немаловажно, они в состоянии выполнить самостоятельно.

Рассмотрим некоторые явления более подробно. Как один из наиболее ярких примеров можно назвать физико-химический процесс «*Электролиза*». Этот процесс изучается как на уроках физики, так и химии, его очень просто осуществить экспериментально, используя медный купорос, и он отличается высокой наглядностью. Однако, чтобы понять суть этого явления, надо знать и понимать химические процессы, которые происходят в электролите, и как молекула CuSO_4 разлагается на два иона Cu^{2+} и SO_4^{2-} , а это невозможно без знания химии. Обычно, школьники

легко усваивают тему электролиза и особенно интереснаимприкладная часть этого эффекта: электрорафинирование металлов, получение многих чистых веществ, очистка сточных вод (химические процессы электрокоагуляции, электроэкстракции, электрофлотации), конечно, гальванопластика и т.д.

Гальванический элемент Вольта по существу является химическим источником тока. Два электрода, цинковый (отрицательный) и медный (положительный) вводят в электролит, в качестве которого может служить либо поваренная соль NaCl, либо серная кислота H₂SO₄. Чтобы учащиеся поняли принцип работы такого элемента надо прежде всего обратиться к химии, дать соответствующие пояснения и затем показать работу такой батарейки. Учащимся надо видеть, как все это происходит и работает и таким образом, решение данной прикладной задачи станет действительно простым и понятным [2].

В качестве прикладной практической задачи можно дать ученикам выполнить проект STEM «Химические источники тока». Для осуществления этого проекта надо иметь плоды из рода цитрусовых: лимоны или лаймы, т.е важным и необходимым условием является наличие лимонной кислоты [3]. Два тех же электрода, что и в элементе Вольта, вводят в один лимон (рис. 1), в результате чего на концах

этих электродов появится разность потенциалов. Однако величина этой разности потенциалов очень мала, поэтому желательно взять несколько лимонов, которые соединяют последовательно. Таким образом в результате электрохимической окислительно-восстановительной реакции получают разность потенциалов, наличие которой может быть измерено вольтметром, хотя какого-либо значительного тока (хотя бы миллиамперы) получить не удастся.

Такого же типа эксперименты можно проводить и с картофелем, используя те же электроды. Отметим, что такой эксперимент может заинтересовать учащихся и они, работая в группе, могут подготовить его дома.

Еще одним примером тесной связи физики и химии является тема «Молекулы и Атом». Размеры атомов не меняются в зависимости от того какую химическую связь и с каким веществом они образуют, но с точки зрения химии происходят большие изменения в химических свойствах [1]. Молекулярная физика изучает поведение масс молекул, обуславливающее тепловые явления, различные агрегатные состояния, переходы из газообразной в жидкую и твердую фазу и обратно, свойства, не связанные с изменением состава молекул и их внутреннего химического

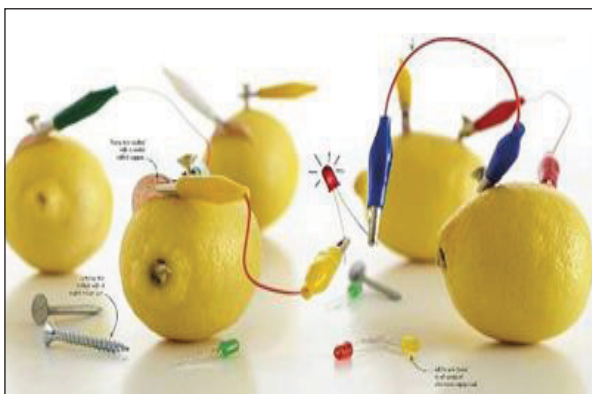


Рис. 1. Гальванический элемент на лимонах

строения. Химия изучает молекулу с точки зрения закономерностей образования, состава, химических свойств, связей, условий ее диссоциации на составляющие атомы. В то же время энергетика химических процессов тесно связана с законами термодинамики.

В качестве прикладной задачи можно предложить ученикам 6-7 классов, когда вводится понятие молекулы и в физике, и в химии, изготовить модели атомов и молекул из пластилина и спичек. Пластилин не изменяет своих свойств из-за изменения формы (атомы – шарики пластилина), но объединяя эти шарики-атомы в молекулы мы получаем новое вещество с характерными только ему свойствами: как химическими, так и физическими.

Еще одним объектом изучения как физики, так и химии, можно назвать тему «*Изотопы*». С точки зрения физики в таких атомах разное число протонов, но это обуславливает разные, порой даже радиоактивные свойства веществ. В химии с изотопами ученики знакомятся начиная с 7 класса, в физике – только в 9 классе. Однако, химическим путем невозможно различить изотопы: ионий и торий, мезоторий и радий, радий В, радий D и свинец. Элементы удалось разделить лишь физическими методами с помощью масс-спектрографа Астона.

Если рассматривать более глобальную связь между химией и физикой то можно проанализировать такой химический процесс, как сгорание топлива, который напрямую ведет к увеличению объема парниковых газов – а это существенно влияет на тепловой баланс Земли и будущее нашей планеты.

Из всего вышеперечисленного можно сформулировать следующие *выводы*:

Физические явления и законы, базирующиеся на непосредственной связи с химическими реакциями, позволяют расширить кругозор учащихся, способствуют более полному пониманию сути этих явлений, и, следовательно, формируют прочные компетенции. Таким образом учебный процесс становится более многогранным, а подрастающее поколение обучается применять законы физики и химии для решения в будущем каких-то бытовых задач.

Литература:

1. Взаимосвязь химии с физикой. Электронный ресурс: <https://infourok.ru/user/dzhamankulov-azamat-atageldievich/blog/vzaimosvyaz-himii-s-fizikoj-197467.html>
2. *Веселая школа. Научные эксперименты для школьников по физике.* Электронный ресурс: <http://veselajashkola.ru/klass/nauchnye-eksperimenty-dlya-shkolnikov-po-fizike/>
3. Галилео. Эксперимент. Лимонная батарейка. Электронный ресурс: <https://www.youtube.com/watch?v=wN1N3yN8QHk>

ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОНОКРИСТАЛЛОВ SnSe, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ БРИДЖМЕНА

THERMOELECTRIC PROPERTIES OF SnSe SINGLE CRYSTALS PRODUCED BY THE BRIDGMAN METHOD

Емил РУСУ, ORCID: 0000-0001-9010-4927

Леонид КОНОПКО, ORCID: 0000-0002-5734-212X

Альбина НИКОЛАЕВА, ORCID: 0000-0002-9998-207X

Вадим МОРАРЬ, ORCID: 0000-0003-3625-251X

Иван ПОПОВ, ORCID: 0000-0002-8629-530X

Татьяна КОРОМЫСЛИЧЕНКО, ORCID: 0000-0002-5733-4170

Денис НИКА, ORCID: 0000-0002-3082-3118

*Институт электронной инженерии и нанотехнологий им. Д. Гуцу,
Молдавский государственный университет*

CZU: 621.315.592

e-mail: rusue@nanotech.md

e-mail: l.konopko@nanotech.md

e-mail: a.nikolaeva@nanotech.md

e-mail: vadimorari2018@gmail.com

e-mail: ros_tov@mail.ru

e-mail: tatiana@nanotech.md

e-mail: dlnika@yahoo.com

В последние два десятилетия наблюдается всплеск интереса к разработке альтернативных технологии возобновляемых источников энергии. В частности, термоэлектрические материалы привлекли большое внимание, потому что термоэлектрические эффекты позволяют прямое преобразование между тепловой и электрической энергии, а также обеспечивают выработку электроэнергии из бросового тепла и используются для охлаждения. Эффективность термоэлектрических материалов определяется безразмерной добротностью (ZT), определяемой как $ZT = (S^2\sigma/\kappa)T$, где S , σ , κ и T – коэффициент Зеебека, электропроводность, суммарная теплопроводность (сумма электронной κ_e и решеточной κ_l теплопроводности) и абсолютная температура, соответственно. Таким образом, для достижения высоких термоэлектрических характеристик требуется как высокий коэффициент мощности ($S^2\sigma$) так и низкая теплопроводность (κ). Достаточно трудно контролировать вышеперечисленные параметры самостоятельно из-за их сложной взаимосвязи. На сегодняшний день появилось несколько подходов к увеличению ZT , включая повышение коэффициента мощности, снижение теплопроводности или то и другое одновременно. Стратегии для повышения коэффициента мощности включают в себя проектирование зонной структуры (резонансные уровни) и манипуляции с микроструктурой (модуляционное легирование и текстурирование). Наиболее эф-

фактивные подходы к снижению теплопроводности используют наноструктурирование.

SnSe – давно известный полупроводник с шириной запрещенной зоны 0,86 эВ. Обычно он ведет себя как материал *p*-типа с концентрацией дырок в диапазоне 10^{17} - 10^{18} см⁻³ при комнатной температуре. В последнее время SnSe проявил себя как новый перспективный термоэлектрический материал, демонстрирующий одну из самых низких решеточных теплопроводностей, известных для кристаллических материалов ($\kappa_l < 0,3 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ при 923K), и достигающий высоких $ZT > 2,3$ при 723-973K. [1 – 3].

Задачей проведенного исследования было выявление возможностей применения SnSe при температурах близких к комнатной. Для этого был использован запатентованный нами метод механического отслаивания при низкой температуре от массивного монокристалла теллурида висмута [4], позволяющий получать тонкие ($t < 10 \mu\text{m}$) монокристаллические слои площадью до 1 см². Монокристаллы SnSe были выращены вертикальным методом Бриджмена из расплава стехиометрического состава. Градиент температуры в зоне кристаллизации составлял 10-18 °C. Скорость перемещения расплава варьировалась в интервале 0,02–0,04 см/час. Были выращены нелегированные и легированные Ag монокристаллы SnSe. Концентрация Ag в расплаве составляла 0,9 ат.%. Из массивных монокристаллов SnSe методом механического отслаивания изготавливались тонкие слои толщиной 20-30 μm , к которым создавались омические контакты для выполнения электрофизических измерений. Выращенные монокристаллы и сформированный отщепленный слой SnSe представлены на рис. 1. Из отщепленных монокристаллических слоев SnSe были изготовлены 2 образца со следующими параметрами: 1. – нелегированный SnSe, длина $l=2,6$ mm, ширина $w=0,75$ mm, толщина $t=19 \mu\text{m}$; 2. – легированный AgSnSe, длина $l=2,6$ mm, ширина $w=0,3$ mm, толщина $t=35 \mu\text{m}$.

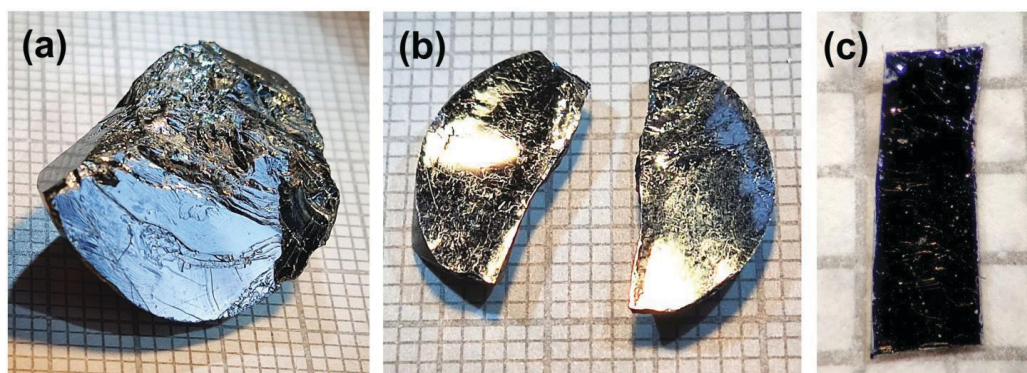


Рис. 1. (a) Монокристалл SnSe; (b) Монокристалл SnSe, легированный Ag; (c) монокристаллический слой SnSe

На рис. 2.(a) представлены температурные зависимости сопротивления R и термоэдс S нелегированного образца SnSe. На вставке представлена температурная зависимость фактора мощности $P.f.=S^2\sigma$. На рис. 2.(b) представлены температурные зависимости сопротивления R и термоэдс S легированного Ag образца SnSe. На вставке представлена температурная зависимость фактора мощности $P.f.=S^2\sigma$.

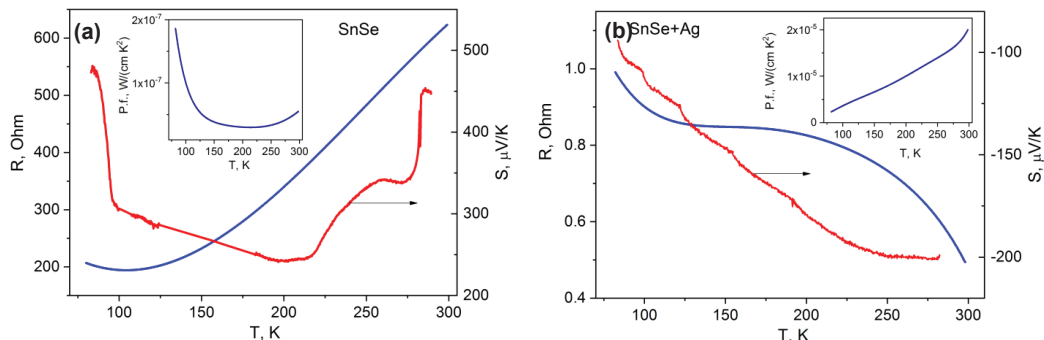


Рис. 2. Температурные зависимости сопротивления R и термоэдс S слоев SnSe. На вставке представлена температурная зависимость фактора мощности $P.f.=S^2\sigma$. (a) – нелегированный образец SnSe; (b) – легированный Ag образец SnSe

По результатам проведенных измерений можно заключить, что фактор мощности $P.f.$ легированных Ag слоев SnSe, при комнатной температуре хорошо соответствует данным, опубликованным в работе [2]. SnSe является сильно анизотропным материалом и величина $P.f.$ вдоль различных кристаллографических осей может отличаться в 5 раз, что предполагает дополнительные требования при вырезании из монокристаллического слоя образца с требуемой ориентацией кристаллографических осей. Дальнейшее развитие технологии механического отслаивания позволит уменьшить толщину полученного слоя и, в конечном итоге, уменьшит теплопроводность слоев и повысит термоэлектрическую эффективность устройств на базе таких слоев.

Литература:

1. ZHAO, L., LO, S., ZHANG, Y. et al. Ultralow thermal conductivity and high thermoelectric figure of merit in SnSe crystals. *In: Nature*, 2014, vol. 508, pp. 373- 377.
2. ZHAO, L., CHANG, C., TAN, G. et al. SnSe: a remarkable new thermoelectric material. *In: Energy Environmental Science*, 2016, vol. 9, pp. 3044-3060.
3. ZHOU, C., LEE, Y., YU, Y. et al. Polycrystalline SnSe with a thermoelectric figure of merit greater than the single crystal. *In: Nature Materials*, vol. 20, pp.1378-1384.

4. Albina NIKOLAEVA, A., KONOPKO, L., BODIUL, P., GHERGHISAN, I., COROMISLICHENCO, T., PARA, Gh. Procedeu de obținere a peliculelor monocristaline subțiri. *Brevet de invenție de scurtă durată nr. 1366 Z 2020.03.31.*

Работа выполнена в рамках проекта: „Materiale nanostructurate avansate pentru aplicații termoelectrice și senzori” № 20.80009.50007.02 Государственной Программы Молдовы.

RATTLING-INDUCED SUPPRESSION OF PHONON TRANSPORT IN In_2O_3 WITH Sn AND Ga

SUPRIMAREA INDUSĂ DE VIBRAȚII A TRANSPORTULUI FONONIC ÎN In_2O_3 CU Sn ȘI Ga

Alexandr COCEMASOV, ORCID: 0000-0001-9963-3817

Vladimir BRINZARI, ORCID: 0000-0003-4889-101X

Denis NIKA, ORCID: 0000-0002-3082-3118

Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 621.315.592

e-mail: kocemasov@live.ru

e-mail: vbrinzari@mail.ru

e-mail: 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]. In Ref. [5] we have reported on theoretical investigations of electronic properties of In_2O_3 with Sn-, Ga- and O-based point defect complexes, employing density functional theory (DFT). It has been shown that defect complexes strongly influence the electronic band structure and position of indium and oxygen atoms. However, the impact of different defect complexes on thermal properties of In_2O_3 requires additional investigations.

The first principles calculations were performed within DFT formalism as implemented in the Quantum ESPRESSO code [6, 7]. The indium tin oxide (ITO) was modeled based on 40-atom In_2O_3 bixbyite primitive cell by substituting one In atom at b-site with a Sn atom, which corresponds to 6.25 at. % Sn-doping. The schematics of the ITO primitive cell is shown in Figure 1a. Adding to the ITO lattice one Ga atom at an intersite in close vicinity of a Sn atom resulted in formation of a cage-like structure for $\text{Sn}_b\text{-Ga}_i$ point defect as shown in Figure 1b.

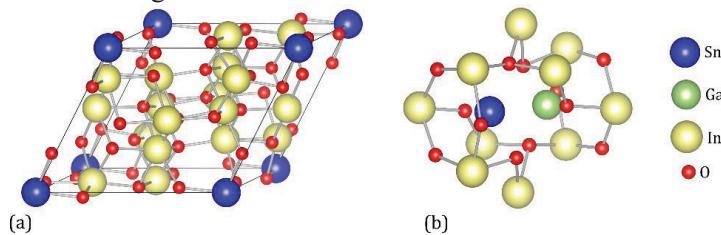


Fig. 1. (a) Schematic view of ITO primitive cell. (b) A cage-like structure containing $\text{Sn}_b\text{-Ga}_i$ point defect in ITO-Ga_1 crystal lattice

A clear evidence of a rattling nature of Sn-Ga point defect is provided by the temperature dependence of the atomic mean square displacement (MSD). In Figure 2 is shown the MSD in a wide temperature range for different atoms in $\text{In}_2\text{O}_3\text{-Sn}_b\text{-Ga}_i$ crystal lattice.

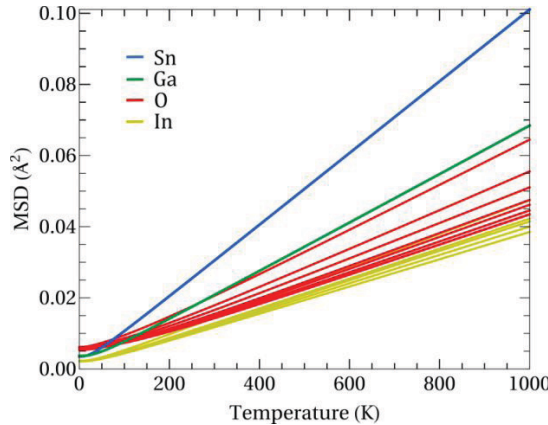


Fig. 2. Temperature dependence of atomic mean square displacement in In_2O_3 with $\text{Sn}_b\text{-Ga}_i$

The Sn and Ga atomic vibrations differ by a steeper temperature slope, characteristic for rattling atoms. These localized rattling vibrations hybridize with propagating high-velocity heat carrying acoustic vibrations of In atoms, thus playing an important role in suppressing the heat carrying capability of In_2O_3 with $\text{Sn}_b\text{-Ga}_i$.

To get insight into the thermal properties of In_2O_3 with $\text{Sn}_b\text{-Ga}_i$, we have calculated the phonon thermal conductivity κ_{ph} within linearized Boltzmann transport equation (BTE) approach taking into account all possible three-phonon scattering channels [8]. In Figure 3 we show the room temperature mean free paths (MFP) of phonons (Figure 3a) and cumulative κ_{ph} (Figure 3b) in In_2O_3 without defects (black), with Sn_b defect (red) and $\text{Sn}_b\text{-Ga}_i$ defect (blue).

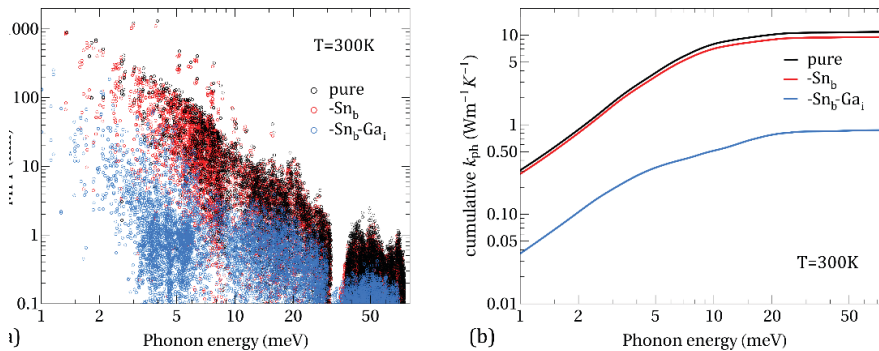


Fig. 3. Energetic distribution of: (a) phonon mean free path and (b) cumulative phonon thermal conductivity at 300 K in In_2O_3 without defects (black), with Sn_b defect (red) and $\text{Sn}_b\text{-Ga}_i$ defect (blue)

It can be seen that for the whole range of energies both phonon MFP and thermal conductivity in In_2O_3 with $\text{Sn}_b\text{-Ga}_i$ is 5 to 20 times lower at 300 K than in pure In_2O_3 or In_2O_3 with only Sn_b . It implies that Sn and Ga rattling modes induce the thermal transport suppression not only in the In-dominated low-frequency part of the spectrum but in the O-dominated high-frequency part as well.

In conclusion, our theoretical modeling within DFT and BTE approaches taking into account all possible three-phonon scattering channels demonstrated that rattling vibrations have a strong impact on heat carrying capability of In_2O_3 with $\text{Sn}_b\text{-Ga}_i$ point defect, with ~ 20 times suppression of phonon thermal conductivity at room temperature in comparison with pure In_2O_3 or ITO. The obtained theoretical results demonstrate the possibility of engineering the thermal conductivity in indium oxide 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.
2. ZHU, B. et al. Improved Densification and Thermoelectric Performance of $\text{In}_3\text{SnSbO}_{12}$ via Ga Doping. In: *J. Mater. Sci.* 2018, vol. 53, pp. 6741–6751.
3. HUANG, L. et al. Significantly Reduced Lattice Thermal Conductivity and Enhanced Thermoelectric Performance of $\text{In}_2\text{O}_3(\text{ZnO})_3$ Ceramics by Ga_2O_3 Doping. In: *J. Solid State Chem.* 2020, vol. 281, p. 121022.
4. TOBERER, E.S. et al. Phonon Engineering through Crystal Chemistry. In: *J. Mater. Chem.* 2011, vol. 21, pp. 15843–15852.
5. COCEMASOV, A.I. et al. Energetic, Structural and Electronic Features of Sn-, Ga-, O-Based Defect Complexes in Cubic In_2O_3 . In: *J. Phys. Condens. Matter* 2020, vol. 32, p. 225703.
6. GIANNOZZI, P. et al. QUANTUM ESPRESSO: a modular and open-source software project for quantum simulations of materials. In: *J. Phys.: Condens. Matter* 2009, vol. 21, p. 395502.
7. GIANNOZZI, P. et al. Advanced capabilities for materials modelling with Quantum ESPRESSO. In: *J. Phys.: Condens. Matter* 2017, vol. 29, p. 465901.
8. TADANO, T. et al. Anharmonic force constants extracted from first-principles molecular dynamics: applications to heat transfer simulations. In: *J. Phys.: Condens. Matter* 2014, vol. 26, p. 225402.

Articolul elaborat în cadrul Proiectului: 20.80009.5007.02.

STRUCTURA, PROPRIETĂȚILE OPTICE ȘI FOTOLUMINESCENȚE ALE NANOFIRELOR DE β -Ga₂O₃:Eu³⁺ PE SUBSTRAT DE GaSe:Eu

STRUCTURE, OPTICAL PROPERTIES AND PHOTOLUMINESCENCE OF THE β -Ga₂O₃:Eu³⁺ NANOWIRE ON GaSe:Eu SUBSTRATE

Virginia GURĂU

Dumitru UNTILA, ORCID: 0000-0001-5552-4977

Iuliana CARAMAN, ORCID: 0000-0002-6805-6655

Igor EVTODIEV

Universitatea de Stat din Moldova

Universitatea de Studii Politice și Economice Europene „Constantin Stere”

CZU: 621.3

e-mail: virgurau@yahoo.com

e-mail: dumitru.untila@yahoo.com;

e-mail: iucaraman@yahoo.ca

e-mail: ievtodiev@yahoo.com

β -Ga₂O₃ este un semiconductor cu bandă largă. La temperatura camerei, lărgimea benzii interzise a starturilor subțiri din nanofire/nanolame se găsește în intervalul 4,5-4,6 eV [1, 2]. Acest material face parte din categoria materialelor cu grupa spațială C_{2m}, în care ionii Ga³⁺ ocupă nodurile cristalografice tetraedrice și octaedrice [3]. Se consideră că vacanțele de oxigen formează în banda interzisă a acestui compus un nivel donor adânc, cu energia de ~1 eV. Prezența acestui nivel donor determină conductibilitatea electrică prin electroni (tip *n*). Raza covalentă a ionului Eu³⁺ este de ~2 ori mai mare decât a ionului Ga³⁺, fapt care se manifestă prin deformarea rețelei cristaline monoclinice a compusului β -Ga₂O₃. Materialul β -Ga₂O₃:Eu³⁺ fiind optic transparent într-un interval larg de lungimi de undă, care acoperă domeniul UV – IR apropiat.

În lucrare se studiază structura cristalină, morfologia suprafeței, absorbția în regiunea marginii benzii fundamentale și fotoluminescența straturilor de pe substrat de β -Ga₂O₃:Eu³⁺ pe substrat de GaSe:Eu³⁺. Diagramele XRD și spectrele Raman demonstrează că stratul de β -Ga₂O₃:Eu³⁺ obținut prin tratament termic în atmosferă a lamelor monocristaline de GaSe:Eu³⁺ are structură monoclinică cu parametrii rețelei $a = 12,23\text{\AA}$, $b = 3,04\text{\AA}$, $c = 5,80\text{\AA}$ și $\beta = 103,7^\circ$. Această structură este confirmată prin spectrele Raman înregistrate în intervalul numerelor de undă 199 cm⁻¹, 320 cm⁻¹, 346 cm⁻¹, 416 cm⁻¹, 475 cm⁻¹, 658 cm⁻¹ și 764 cm⁻¹. Același ansamblu de benzi de vibrație se obține și în straturile din nanofire/nanolame de β -Ga₂O₃:Eu³⁺. Totodată, se evidențiază bine influența ionilor de Eu³⁺, care se manifestă prin atenuarea intensității relative a benzilor Raman, odată cu majorarea concentrației atomilor de Eu în cristalele primare de GaSe:Eu³⁺.

Lărgimea benzii interzise (E_g) a straturilor nanostructurate de $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$ a fost determinată din analiza spectrelor de reflexie difuză folosind funcția Kubelka-Munk [4]. Din analiza dependentelor spectrale $(F(R_\infty) \cdot hv)^2 / (F(R_d) \cdot hv)^2$ de energie a fotonilor s-a determinat $E_g^d = 4,53 \text{ eV}$, $E_g^d = 4,53 \text{ eV}$, mărime care este în bună corelare cu E_g^d în ansambluri de nanofire de $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ [5].

Straturile nanostructurate de $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$ și plăcile de GaSe dopate cu 1% at. și 3% at. de Eu sunt materiale fotoluminescente în regiunea oranj-roșu a spectrului. Fotoluminescența (FL) acestor materiale a fost excitată cu radiație cu lungimea de undă 337,4 nm (3,68 eV) și 405 nm (3,06 eV). Spectrul de FL la temperatura camerei pentru plăcile monocristaline de GaSe:Eu³⁺ și pentru stratul alcătuit din nanofire și nanolame de $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$ conține un șir de benzi cu contur îngust și cu maxime centrate la lungimile de undă 579,4 nm; 593,2 nm; 615,6 nm; 618,1 nm. Suplimentar acestea conțin două benzi cu structură complexă, cu maxime de intensitate la lungimile de undă 655,4 nm și 702,9 nm în cazul plăcii de GaSe:Eu³⁺ și, respectiv, 578,8 nm; 592,3 nm; 612,8 nm și 617,8 nm – în cazul straturilor nanostructurate de $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$. Deplasarea spre energii mari ale benzilor de emisie a ionilor Eu³⁺ din straturile nanostructurate de $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$, față de cele emise de ionii Eu³⁺ din plăcile hexagonale de GaSe, poate fi determinată de dimensiunile reduse ale nanofirelor / nanolamelor de $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$.

În Figură este prezentată diagrama procesului de excitare și de emisie a FL nanoformațiunilor $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$ la excitare cu radiația laser cu lungimile de undă 337,4 nm și 405 nm.

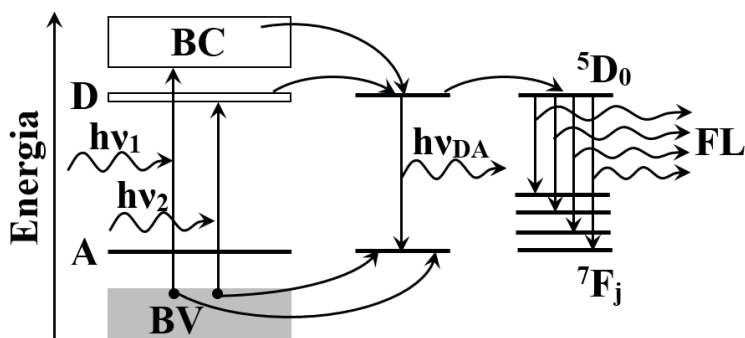


Fig. Diagrama procesului de excitare și de emisie a FL nanoformațiunilor $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$, la excitare cu radiația laser cu lungimile de undă 337,4 nm și 405 nm

Referințe:

1. SPRINCEAN, V. et al. Crystallinity and optical properties of $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3/\text{Ga}_2\text{S}_3$ layered structure obtained by thermal annealing of Ga_2S_3 semiconductor. In: *Materials Science in Semiconductor Processing*, 2021, 121, pp. 105314.
2. ARORA, K. and Kumar, M. Sputtered-growth of high-temperature seed-layer assisted $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ thin film on silicon-substrate for cost-effective solar-blind

- photodetector application. In: *ECS Journal of Solid State Science and Technology*. 2020, 9(6), pp. 065013.
3. GELLER, S. Crystal structure of β -Ga₂O₃. In: *The Journal of Chemical Physics*. 1960, 33(3), pp. 676-684.
 4. MURPHY, A.B. Band-gap determination from diffuse reflectance measurements of semiconductor films, and application to photoelectrochemical water-splitting. In: *Solar Energy Materials and Solar Cells*. 2007, 91 (14), pp. 1326-1337.
 5. GIRIJA, K. et al. Morphology controllable synthesis of parallelly arranged single-crystalline β -Ga₂O₃ nanorods for photocatalytic and antimicrobial activities. In: *Chemical Engineering Journal*. 2014, 236, pp. 181-190.

MAGIA FIZICII ÎN GIMNAZIU

THE MAGIC OF PHYSICS IN SCHOOL

Olga ZAVTUR

Taisia SORBALĂ

Alisa CURLICOVSCHI, ORCID: 0000000287409444

Liceul Teoretic „Mihai Eminescu”, Dubăsari,

Gimnaziul Pocrovca, Dondușeni,

Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 373.5.026:53

e-mail: olsati19.09.12@gmail.com

e-mail: aicon75@mail.ru

e-mail: alisa_curlicovschi@yahoo.com

Primii pași ai elevilor realizați la lecțiile de fizică întotdeauna sunt cu un interes sporit pentru disciplină, dar, odată cu vârsta, pentru un număr mare dintre ei acest interes scade.

Totodată, elevii de astăzi se confruntă cu o mare încărcătură informațională: numărul disciplinelor școlare crește în fiecare an și în afara școlii copilul, de asemenea, se află într-un flux continuu de diverse informații. Mulți elevi încep să abandoneze excesul de informație, îndeosebi dacă asimilarea ei necesită depunerea unui efort constant. De aici apare importanța dezvoltării motivației la fiecare lecție de fizică, îndeosebi pentru perioada inițială de studiere a fizicii. Apare o problemă: „Cum să le trezim interesul elevilor pentru studierea fizicii?”, și anume – celor din clasele gimnaziale [1]. Scopul acestei lucrări constă în analiza posibilităților de a găsi mijloace și metode pentru a propune soluții la această problemă.

Experiența pedagogică arată că una din cele mai eficiente metode de a dezvolta curiozitatea pentru disciplina Fizica a elevilor sunt *experimentul și jocurile didactice*.

Experimentul este o sursă importantă de cunoștințe în studierea fenomenelor și a legilor fizicii. Utilizarea experimentului stimulează fixarea și consolidarea unor cunoștințe teoretice însușite anterior, însușirea unor cunoștințe noi bazate pe propriile observații, formarea abilităților și competențelor de mânăuire a unor instrumente și aparate de măsurat [2].

Folosirea experimentului în procesul de instruire a elevilor duce la dobândirea cunoștințelor temeinice, dezvoltă spiritul de cercetare și muncă atât independentă, cât și de grup, stimulează interesul pentru studiul fizicii și duce la formarea gândirii analitice și creative a elevilor. Eficiența experimentului sporește prin crearea unei stări emoționale favorabile ce se obține în cazul unor demonstrații spectaculoase. Pentru a explica diverse fenomene și legi ale fizicii, pot fi aplicate experimentele demonstrative, lucrările de laborator sau experimente la domiciliu. Printre experimentele demonstrative specu-

loase ar fi „Experimentul cu oul decojit” (Fig. 1). Pentru aceasta, sunt necesare o sticlă cu gâtul mai larg, dar prin care oul să nu treacă, o bucată de hârtie, chibrite și un ou fiert decojit (a). Hârtia se aprinde și se introduce atent în sticlă (b), se pune oul pe gura sticlei (c). Elevii urmăresc magia experimentului, rămânând uimiți de faptul cum oul a pătruns în sticlă (d). Similar poate fi dezvoltat un set de experimente spectaculoase pentru copii, de exemplu, „Cum scoatem monedele din apă și nu ne udăm pe mâini”, „Carusel de lumină”, „Sticla se târâie” etc. [3].

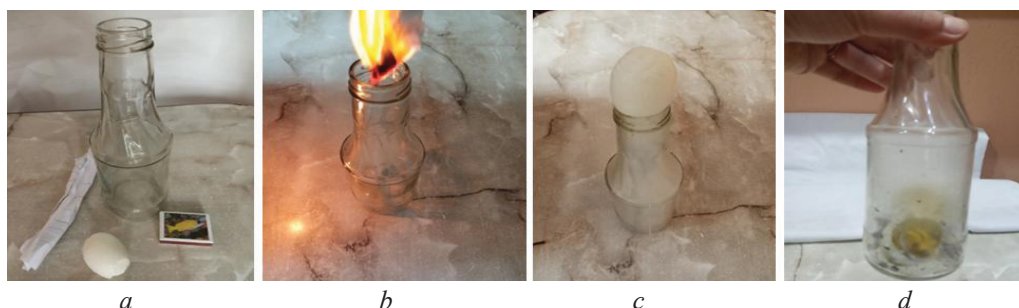


Fig. 1. Demonstrația cu oul decojit

O importanță deosebită în dezvoltarea interesului pentru fizică o au lucrările de laborator și lucrul experimental la domiciliu, încadrat în proiecte de cercetare, fiind preferatele elevilor, deoarece presupune implicarea și realizarea totalmente de către ei. Prin efectuarea acestor activități, elevii dezvoltă calitățile individuale atât de importante, precum acuratețea în lucru cu instrumentele; respectarea curățeniei și ordinii la locul de muncă pe parcursul întregului experiment; organizarea metodei de calcul a mărimilor fizice studiate, perseverența în obținerea rezultatelor, interpretarea rezultatelor obținute prin formularea concluziilor și estimarea erorilor.

Jocul didactic este un mijloc valoros de creștere a activității intelectuale a elevilor, ce stimulează procesele mentale și trezește în ei un viu interes pentru procesul de învățare [4].

Desigur, e necesar mai mult timp pentru învățare prin joc didactic, dar totodată se observă o sporire a eficienței procesului de achiziție a cunoștințelor. În aplicarea jocului, e necesară o nouă strategie de management a timpului pentru fiecare etapă a lecției. Prin joc, elevii depășesc cu mai mult succes dificultățile de învățare, își antrenează capacitățile, dezvoltă abilități și competențe. Cu toate acestea, atunci când se utilizează jocurile didactice la lecții, este necesar să se țină cont de factori, precum: vârsta copiilor, tema lecției și specificul clasei, ceea ce permite alegerea celui mai eficient joc în acest caz.

Pot fi distinse trei forme principale de organizare a activității jocului didactic: individuală, în pereche și în grup. Activitatea „Mușețel” poate fi atribuită formei individuale (Fig. 2). Elevului i se dă un cartonaș cu imaginea unei romanițe, în petalele

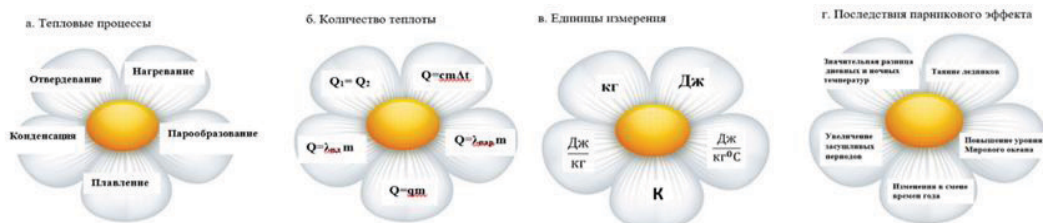


Fig. 2. Jocul didactic „Mușțel”

căreia este necesar să se scrie formule legate de conceptual fizic studiat, sensul sau caracteristicile acestuia. O imagine similar poate fi desenată pe tablă și poate fi rezolvată împreună cu toată clasa.

Activitatea „Domino” poate fi atribuită jocului în perechi sau în grupuri mici, când elevii trebuie să adune o serie de cărți de domino, adăugându-le în funcție de coincidența conceptelor fizice și a caracteristicilor acestora.

Activitatea de grup este un joc cu trei sau mai mulți adversari care urmăresc același scop într-un mediu competitiv. Acest tip de joc este bine realizat după finalizarea studiului unității de învățare, în cadrul lecției de sistematizare și generalizare, predecesoare testului de evaluare sumativă. Astfel de activități include jocul „Loto”, materialul fiind pregătit în prealabil de profesor. Mai mult decât atât, există diferite versiuni ale jocului „Găsiți o eroare fizică”, „Releu”, „Bătălie pe mare” etc.

Un sondaj realizat printre elevi, care a accentuat întrebări, precum: *Îți place să te joci la lecțiile de fizică? Ce jocuri îți plac cel mai mult? Ce joc pentru tine este cel mai ușor sau cel mai dificil de realizat? Cum crezi, ce obiect ivurmărește profesorul oferindu-ți jocuri?* a demonstrat că elevii din clasele 6-7 estimează în mod rezonabil beneficiile învățării prin joc.

În concluzie, trebuie de menționat că formarea activității cognitive este posibilă cu condiția antrenării elevului într-o activitate cu adevărat interesantă pentru el, observându-se o dependență directă dintre reușită și gradul de implicarea elevului în jocul didactic.

Aplicarea metodelor prezentate în acest articol va contribui la eficientizarea procesului de predare- învățare a fizicii și la sporirea motivației învățării acestui obiect. Jocul amplifică realizarea oricărui material educațional interesant, provoacă satisfacții profunde elevilor, creează un mediu prietenos de activitate și învățare, facilitează procesul de asimilare a cunoștințelor.

Referințe:

1. IONESCU, M., BOCOȘ, M. *Tratat de didactică modern*. Pitești: Paralela 45, 2009. 258 p. ISBN 978-973-47-0556-6.
2. NEACȘU, I. *Metode și tehnici de învățare eficiente*. București: Ed. Militară, 1990. 276 p.

3. *Занимательные опыты по физике в домашних условиях.* Disponibil: <https://www.diagram.com.ua/tests/fizika/>
4. *Дидактическая игра как важное средство воспитания умственной активности учащихся.* Disponibil: <https://smekni.com/a/177513-3/didakticheskaya-igra-kak-vazhnoe-sredstvo-vozpitanija-umstvennoy-aktivnosti-uchashchikhsya-3/>

ФОНОННАЯ ИНЖЕНЕРИЯ В ОДНОМЕРНЫХ НАНОСТРУКТУРАХ

INGINERIA SUNETULUI ÎN NANOSTRUCTURILE UNIDIMENSIONALE

Калина ИСАКОВА, ORCID: 0000-0002-1456-7804
 Александр КОЧЕМАСОВ, ORCID: 0000-0001-9963-3817
 Денис НИКА, ORCID: 0000-0002-3082-3118
 Молдавский государственный университет

CZU: 621.315.592

e-mail: isacova.calina@gmail.com

Фононная инженерия, или другими словами целенаправленное изменение фононных мод для получения желаемых тепловых [1-3], оптических [2] и электрических свойств [4-5], является эффективным инструментом для контроля теплового транспорта на наноуровне и активно исследуется различными группами ученых. Наноматериалы с высокой теплопроводностью могут быть использованы для отвода тепла [6-7], а наноматериалы с низкой теплопроводностью перспективны для термоэлектрических применений. Эффективность термоэлектриков характеризуется добротностью термоэлектрика $ZT = S^2 \sigma T / (\kappa_{ph} + \kappa_{el})$, где S коэффициент Зеебека, σ – электропроводность, T абсолютная температура, а κ_{ph} и κ_{el} фононная и электронная теплопроводность, соответственно. Акустические фононы являются основными переносчиками тепла в полупроводниковых объемных материалах при температурах от комнатной и выше. Было показано, что по сравнению с объемными материалами, наноструктуры предоставляют более широкие возможности для инженерии фононных, электропроводящих и теплопроводящих свойств. Изменение пространственных размеров, геометрических и структурных свойств позволяет существенно влиять на транспорт носителей заряда и фононов. В этом докладе представлен краткий обзор возможностей фононной инженерии в квазиодномерных структур на базе кремния: Si и Si/Ge нанонитей (НН), Si нанонитей с модулированным переменным сечением (МНН) и Si/SiO₂ нанотрубок (НТ).

Фононные спектры в кремниевых НН и МНН, рассчитанные в рамках модели Борна фон Кармана [8,9], представлены на Рисунке 1(а) и (б), соответственно.

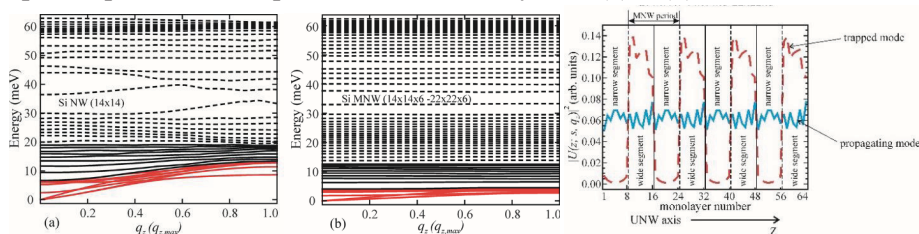


Рис. 1. Фононные спектры в кремниевых нанонитях и среднеквадратические смещения атомов [8]. (а) поперечное сечение нити 14 монослоев (МС) x 14 монослоев; (б) поперечное сечение узких сегментов нити 14 МС x 14 МС, широких - 22 МС x 22 МС, длина сегментов $N_z = 6МС$; (в) красная линия – захваченная мода, синяя линия – общая мода

На Рисунке 2 показаны энергии фононов и одномерная плотность состояний для кремниевых НН (панель а) и НТ (панель б). Спектры акустических фононов в НН и НТ рассчитаны в рамках модели гранецентрированной решетки. Для спектров как МНН, так и НТ видно уплощение фононных мод по сравнению с гладкой кремниевой НН. В случае МНН это связано с выключением из теплового транспорта мод «захваченных» в узких сегментах НН (см. Рисунок 1(в)). В случае с НТ различие в скоростях акустических фононов, более сильному конфинменту и перестройке спектра приводят к замедлению фононов. Как видно из одномерной плотности состояний, в НТ большая часть фононных мод сконцентрирована в области энергий 10-25 мэВ, а в НН моды сосредоточены в интервале более высоких энергий 20 – 30 мэВ.

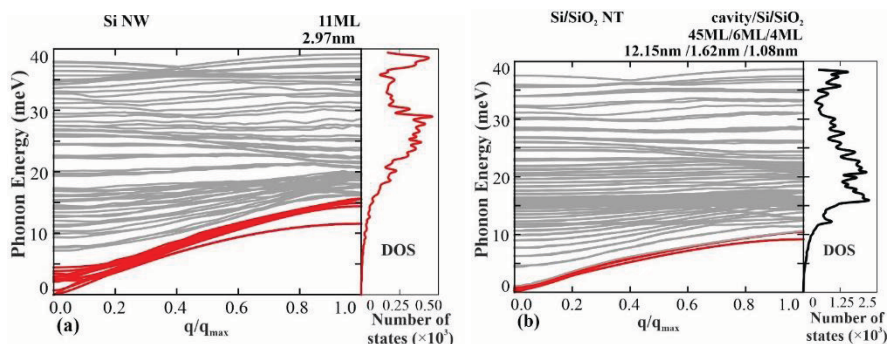


Рис. 2. Спектры акустических фононов и одномерная плотность состояний в Si НН и Si/SiO₂ НТ [10]. (а) НН: поперечное сечение 11 МС x 11 МС, (б) НТ: толщины Si и SiO₂ слоев 6 МС и 4 МС, соответственно, размер отверстия N_z = 45 МС, количество Si/SiO₂ оболочек N = 1

На Рисунке 3 представлены зависимости отношения теплопроводностей в Si/Ge СНН (а), отношение потоков в Si МНН (б) и теплопроводность в Si НН и Si/SiO₂ НТ (в). Из Рисунка 3(а) видно, что падение теплопроводности растет с ростом температур для различных поперечных сечений. Максимум обусловлен тем, что с ростом поперечного сечения растет и число фононных мод, несущих тепло, и падение теплопроводности становится не таким заметным. Отношение тепловых потоков в МНН (Рисунок 3(б)) показывает, что при температурах выше T = 120 К падение теплового транспорта сильнее при большей разнице в ширине сегментов. С ростом температур высокоэнергетические моды оказываются захваченными в широких сегментах МНН, в отличие от обычной НН. Также с ростом температур увеличивается Umklapp рассеяние, что приводит к ещё большему снижению теплопроводности. Падение теплопроводности наблюдается и в случае НТ. Здесь падение связано, как с перестройкой фононных мод в результате акустического несоответствия материалов, так и с увеличением рассеяния на границах. Наши

исследования показали, что нанонити и нанотрубки на базе кремния являются перспективными структурами для фоновой инженерии: в зависимости от их геометрических и материальных параметров можно достичь падения теплопроводности в 3-8 раз [8-10].

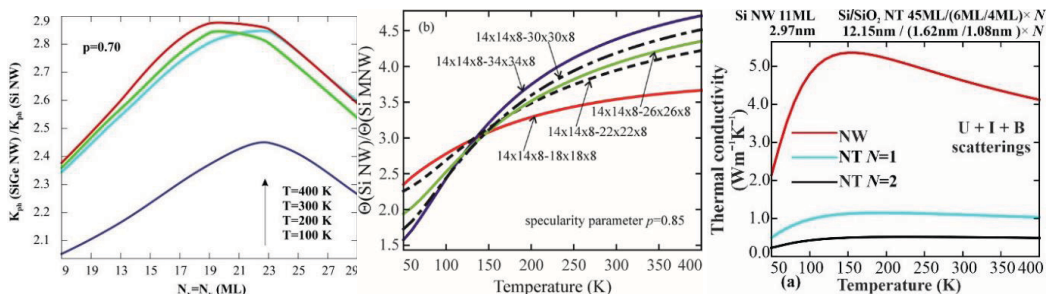


Рис. 3. Тепловой транспорт в одномерных Si наноструктурах. (а) [9] Отношение теплопроводности для Si/Ge СНН в зависимости от поперечного сечения при разных температурах; (б) [8] Отношение тепловых потоков гладкой и модулированных НН; (в) [10] Теплопроводность в НН и НТ: красная линия – НН, синяя и черная Si/SiO₂ НТ-и с N = 1 и N = 2 оболочками, соответственно.

Литература:

- BALANDIN, A.A., NIKA, D.L. Phononics in Low-Dimensional Materials. *Mater. Today*. 2012, 15, pp. 266–275, doi:10.1016/S1369-7021(12)70117-7.
- BALANDIN, A.A. Nanophononics: Phonon Engineering in Nanostructures and Nanodevices. In: *J. Nanosci. Nanotechnol.* 2005, 5, pp. 1015–1022, doi:10.1166/jnn.2005.175.
- COCEMASOV, A.I., ISACOVA, C.I., NIKA, D.L. Thermal Transport in Semiconductor Nanostructures, Graphene, and Related Two-Dimensional Materials. In: *Chin. Phys.* 2018, 27, pp. 56301, doi:10.1088/1674-1056/27/5/056301.
- SAFAVI-NAEINI, A.H., Van THOURHOUT, D., BAETS, R., Van LAER, R. Controlling Phonons and Photons at the Wavelength Scale: Integrated Photonics Meets Integrated Phononics. In: *Optica*. 2019, 6, pp. 213-232, doi:10.1364/OPTICA.6.000213.
- NIKA, D.L., POKATILOV, E.P., FOMIN, V.M., DEVREESE, J.T., TEMPERE, J. Resonant Terahertz Light Absorption by Virtue of Tunable Hybrid Interface Phonon–Plasmon Modes in Semiconductor Nanoshells. In: *Appl. Sci.* 2019, 9, p. 1442, doi:10.3390/app9071442.
- GHOSH, S., BAO, W., NIKA, D.L., SUBRINA, S., POKATILOV, E.P., LAU, C.N., BALANDIN, A.A. Dimensional Crossover of Thermal Transport in Few-Layer Graphene. In: *Nat. Mater.* 2010, 9, pp. 555–558, doi:10.1038/nmat2753.

7. KO, G., KIM, J. Semiconductor Devices, Materials, and Processing-Thermal Modeling of Graphene Layer on the Peak Channel Temperature of AlGaIn/GaN High Electron Mobility Transistors. *IEEE-ECS Electrochem. Solid State Lett.* 2009, 12, H29, doi:10.1149/1.3023032.
8. COCEMASOV, A.I., ISACOVA, C.I., NIKA, D.L. Thermal Transport in Semiconductor Nanostructures, Graphene, and Related Two-Dimensional Materials. *Chin. Phys. B* 2018, 27, pp. 56301, doi:10.1088/1674-1056/27/5/056301.
9. ИСАКОВА, К., ЗИНЧЕНКО, Н., НИКА, Д. Фононные моды и решеточная теплопроводность в сегментированных нанонитях и в нанонитях покрытых оболочкой. In: Cañter, V.; Paladi, F.; Nica, D., eds. *Progrese în fizica teoretică*. Editura: CEP USM, Chișinău, 2016, pp. 325-357. ISBN: 978-9975-71-817-2.
10. ISACOVA, C., COCEMASOV, A. NIKA, D., FOMIN, V. Phonons and Thermal Transport in Si/SiO₂ Multishell Nanotubes: Atomistic Study *Sci.* 2021, 11(8), 3419; <https://doi.org/10.3390/app11083419>

Представленные результаты были получены в рамках исследовательского проекта: 20.80009.5007.02 „Materiale nanostructurate avansate pentru aplicații termoelectrice și senzori”.

QUANTUM OSCILLATIONS OF MAGNETORESISTANCE AND SIZE EFFECTS IN $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ TOPOLOGICAL INSULATOR SEMICONDUCTOR WIRES

OSCILAȚII CUANTICE ALE MAGNETOREZISTENȚEI ȘI EFECTE DIMENSIONALE IN FIRE SEMICONDUCTOARE ALE IZOLATORILOR TOPOLOGICI $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$

Albina NIKOLAEVA, ORCID: 0000-0002-9998-207X

Leonid KONOPKO, ORCID: 0000-0002-5734-212X

Tito HUBER,

Denis NICA, ORCID: 0000-0002-3082-3118

Ivan POPOV,

*Gitsu Institute of Electronic Engineering and Nanotechnologies,
Chisinau, Republic of Moldova*

*Howard University, Department of Chemistry, Washington
Moldova State University, Chisinau, Moldova*

CZU: 539.21:621.315.592

e-mail: a.nikolaeva@nanotech.md

e-mail: l.konopko@nanotech.md

e-mail: thuber@howard.edu

e-mail: dlnika@yahoo.com

e-mail: ros-tov@mail.ru

Currently, $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ alloys in the semiconductor concentration range in the form of low-dimensional structures (films, wires) are the subject of extensive research, because, on the one hand, they exhibit the properties of topological insulators (TIs) [1] and, on the other hand, small effective masses and long free paths of charge carriers contribute to the occurrence of size effects at larger diameters and higher temperatures than those in pure bismuth [2].

This paper describes results of studying the electron transport, Shubnikov–de Haas (SdH) oscillations, and manifestations of classical and quantum size effects in longitudinal (LMR) and transverse magnetic fields of $\text{Bi}_{0.83}\text{Sb}_{0.17}$ alloy TI semiconductor wires in a wide range of temperatures, magnetic fields, and wire diameters.

Glass-insulated $\text{Bi}_{0.83}\text{Sb}_{0.17}$ wires with a thickness of 75 nm to 1 μm were prepared by liquid-phase casting in accordance with the Ulitovsky method [3]. The samples had a strictly cylindrical shape and the (1011) orientation along the wire axis.

Figure 1 shows temperature dependences of the resistance $R_T/R_{300}(T)$ of wires with the different diameters in a temperature range of 4.2–300 K. The $R_{4.2}/R_{300}$ resistance of the wires at 4.2 K increases with an increase in the diameter (inset in Fig.1). The “semiconductor” and “metallic” behaviors of the $R_T/R_{300}(T)$ dependences are separated by an

R_{\max} maximum, the position of which linearly depends on wire diameter d , namely, a transition from the semiconductor to metallic behavior, which represents the effect of surface states characteristic of TIs. The energy gap ΔE value calculated from the $\rho_T = \rho_0 \cdot \exp(\Delta E/2k_0T)$ dependences is shown in Fig. 1b. For wires with $d = 1000$ nm, $\Delta E = 21$ meV, which is consistent with the values obtained for bulk $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ samples [4]. With a decrease in the wire diameter, ΔE increases in 2 times in accordance with the following law: $\Delta E \sim 1/d$ (Fig. 1b) and it indicates that the cause of the increase in the ΔE energy gap is the quantum size effect [2], as in pure Bi wires [3].

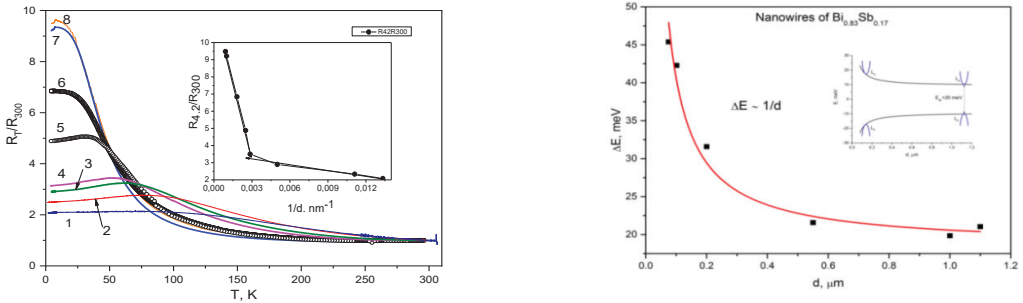


Fig. 1. (a) Temperature dependences of resistance $R_T/R_{300}(T)$ of $\text{Bi}_{0.83}\text{Sb}_{0.17}$ wires with the diameters (in nm): $d = (1) 75$, $(2) 100$, $(3) 200$, $(4) 350$, $(5) 450$, $(6) 550$, $(7) 900$, and $(8) 1100$ nm. Inset: $R_{4.2}/R_{300}(1/d)$ dependence; (b) dependence of energy gap ΔE on wire diameter d

The transverse and longitudinal magnetoresistance $R_H/R_0(H)$, SdH oscillations on $dR/dH(H)$, and their angular dependences in magnetic fields of up to 14 T were studied. The LMR ($H//I$) has a maximum that depends on wire diameter d , $H_{\max} = p_F c / ed$, this indicates the occurrence of a galvano-magnetic size effect. The Fermi momentum component p_F perpendicular to the magnetic induction vector H exceeds the values for pure Bi by a factor of 5. The dependences of quantum number $n(H^{-1})$ of SdH oscillations for three directions of the magnetic field are shown in the inset of Fig. 2b.

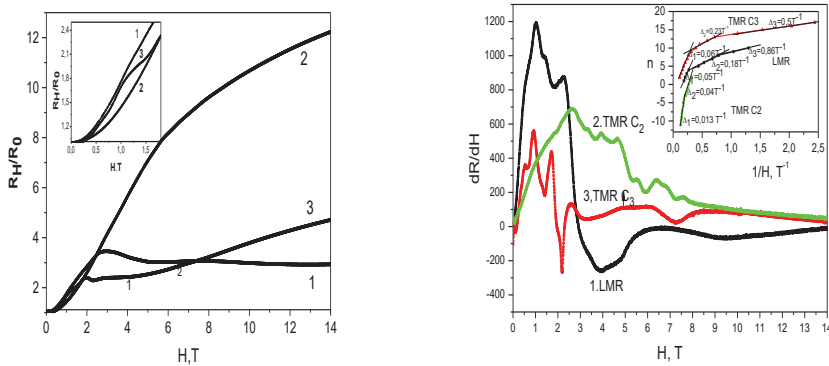


Fig. 2. (a) Field dependences $R_H/R_0(H)$ at $H \parallel I$ (1) and $H \perp I$ ($H \parallel C_2$) (2) and $H \perp I$, ($H \parallel C_3$) (3) $\text{Bi}_{0.83}\text{Sb}_{0.17}$ wire with $d = 200$ nm at 4.2 K.; inset - initial of the curves up to 2 T; (b) $dR/dH(H)$ of curves (1)–(3); the inset - the dependence of quantum number n of SdH oscillations on H^{-1}

In magnetic fields ($2 \text{ T} < H$), the SdH oscillation frequency is $F = 2 \text{ T}$ at $H \parallel I$. In magnetic fields ($H > 3 \text{ T}$), the maximum frequency is $F = 18\text{--}20 \text{ T}$ for both $H \parallel C_2$ and $H \parallel C_3$. (Fig.2b inset) Comparison of the SdH oscillation periods with bulk $\text{Bi}_{0.91}\text{Sb}_{0.09}$ samples [4] shows a significant difference in the periods for all directions of the magnetic field. The $\Delta(H^{-1}) < 0.5 \text{ T}^{-1}$ values for the bulk samples were obtained only at $H \parallel C_3$. [4]. At a deviation of a magnetic field from direction $H \parallel I$, $-H_{\text{max}}$ on $R(H)$ shift in area of strong magnetic fields as $H_{\text{max}} \sim 1/\cos \alpha$ for wires with $d = 100 \text{ nm}$ (fig.3a,insert) and linearly increases in 1,7 times at wires with $d = 75 \text{ nm}$ (inset fig.3b,above). Magnetoresistance in a point of maximum ($R_{\text{H}}/R_{0(\text{max})}$) linearly decreases at wires with $d = 100 \text{ nm}$ and nonmonotonic at wires with $d = 75 \text{ nm}$ (inset fig3,at the left.)

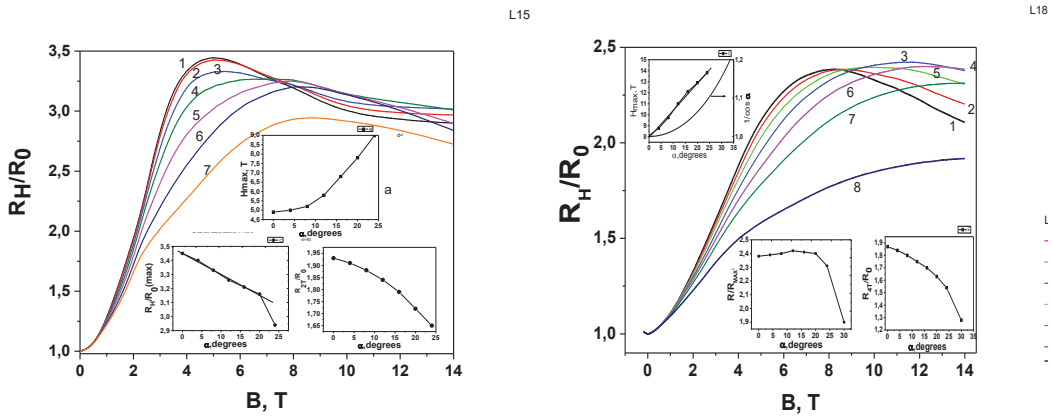


Fig. 3. Angular dependences $R_{\text{H}}/R_0(H)$ at magnetic field from $H \parallel I$, (a)- $d = 100 \text{ nm}$, (b)- $d = 75 \text{ nm}$, 1 $\alpha = 0^\circ$, 2- $\alpha = 4^\circ$, 3- $\alpha = 8^\circ$, 4. $\alpha = 12^\circ$, 5. $\alpha = 16^\circ$, 6. $\alpha = 20^\circ$ 7. $\alpha = 24^\circ$, insets (a,b) - $H_{\text{max}}(\alpha)$ - above. $(R_{\text{H}}/R_0)_{\text{max}}(\alpha)$ - at the left, $R_{2\text{T}}/R_0(H)(\alpha)$ - on the right

This significant difference in the SdH oscillation frequency values occurrence of the quantum size effect, the “metallic” behavior of conductivity is attributed to surface states characteristic of topological insulators, anomalies and differences in the angular dependences of the LMR of the wires with the different diameters can be associated with the features of the manifestation of surface states in low-dimensional 1D TI structures; it suggests that there is a relationship between the surface and bulk states; as in 2D TI systems (films), it is reasonable to expect new effects that have not been observed earlier in other systems.

References:

1. MOORE, J. E. The birth of topological insulators. *Nature*. 2010,vol.464 (7286), pp.194-198.

2. TANG SHUANG and DRESSELHAUS Mildred Electronic phases, band gaps, and band overlaps of bismuth antimony nanowires. Phys. Rev. B. 2014, vol.89, pp.045424-1-045424-7.
3. NIKOLAEVA A., HUBER T.E., GITSU D., and KONOPKO L. Diameter-dependent thermopower of bismuth nanowires. Phys. Rev. B. 2008 , vol. 77(3), pp. 035422-10-15.
4. A.A.TASKIN and YOICHI Ando. Quantum oscillations in a topological insulator $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$. Phys. Rev. B , 2009,vol. 82., pp.085303-1 -6.

This work was financially supported by the State Program of the Ministry of Education and Research of the Republic of Moldova (project no. 20.80009.5007.02) and the following American foundations: NSF through STC CIQM 1231319, the Boeing Company, and the Keck Foundation.

TEHNOLOGII FIZICE AVANSATE CU APLICAREA UVS ÎN MONITORIZAREA ȘI MODELAREA FACTORILOR DE MEDIU

ANALYSIS OF SOLUTIONS FOR THE SYSTEMS OF NONLINEAR EQUATIONS DEPENDING ON PARAMETERS

ANALIZA SOLUȚIILOR SISTEMELOR DE ECUAȚII NELINIARE ÎN FUNCȚIE DE PARAMETRI

Florentin PALADI, ORCID: 0000-0001-8099-9413
Alexandr A. BARSUC, ORCID: 0000-0003-0601-545X
Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 517.957

e-mail: fpaladi@yahoo.com

e-mail: a.a.barsuk@mail.ru

Let us represent a system of n order nonlinear equations with respect to the variables x_1, \dots, x_n , and depending on m parameters y_1, \dots, y_m , that is, matrices A and B , and vectors \vec{x} , \vec{y} and \vec{F} , in the block form [1]:

$$\begin{pmatrix} A_1 & A_2 \\ A_2 & A_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \vec{x}_1 \\ \vec{x}_2 \end{pmatrix} = - \left(\begin{pmatrix} B_1 & B_2 \\ B_2 & B_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \vec{y}_1 \\ \vec{y}_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \vec{F}_1(\vec{x}_1, \vec{x}_2; \vec{y}_1, \vec{y}_2) \\ \vec{F}_2(\vec{x}_1, \vec{x}_2; \vec{y}_1, \vec{y}_2) \end{pmatrix} \right) \quad (1)$$

or Eq. (1) is given in a more detailed notation as follows

$$\begin{aligned} A_1 \vec{x}_1 + A_2 \vec{x}_2 &= - \left(B_1 \vec{y}_1 + B_2 \vec{y}_2 + \vec{F}_1(\vec{x}_1, \vec{x}_2; \vec{y}_1, \vec{y}_2) \right), \\ A_2 \vec{x}_1 + A_2 \vec{x}_2 &= - \left(B_2 \vec{y}_1 + B_2 \vec{y}_2 + \vec{F}_2(\vec{x}_1, \vec{x}_2; \vec{y}_1, \vec{y}_2) \right). \end{aligned} \quad (2)$$

By construction $rank(A_1) = r$, and thus there is an inverse matrix A_1^{-1} , taking which into account the first expression in Eq. (2) can be represented in an equivalent form

$$\vec{x}_1 = - \left(A_1^{-1} A_2 \vec{x}_2 + A_1^{-1} B_1 \vec{y}_1 + A_1^{-1} B_2 \vec{y}_2 + A_1^{-1} \vec{F}_1(\vec{x}_1, \vec{x}_2; \vec{y}_1, \vec{y}_2) \right), \quad (3)$$

and, taking into account Eq. (3), the second expression is given by

$$D \vec{x}_2 = - \left((B_2 - A_1^{-1} B_1) \vec{y}_1 + (B_2 - A_1^{-1} B_2) \vec{y}_2 + \vec{F}_2(\vec{x}_1, \vec{x}_2; \vec{y}_1, \vec{y}_2) - A_1^{-1} \vec{F}_1(\vec{x}_1, \vec{x}_2; \vec{y}_1, \vec{y}_2) \right), \quad (4)$$

where $D = A_2 - A_2 A_1^{-1} A_2$. One can be proved that the rank of matrix D is zero, and thus all the elements of this matrix vanish. The system of equations (4) is essentially simplified in this case, so it takes the form

$$\left(B_2 - A_1^{-1}B_1\right)\vec{y}_1 + \left(B_2 - A_1^{-1}B_2\right)\vec{y}_2 + \vec{F}_2(\vec{x}_1, \vec{x}_2; \vec{y}_1, \vec{y}_2) - A_1^{-1}\vec{F}_1(\vec{x}_1, \vec{x}_2; \vec{y}_1, \vec{y}_2) = 0. \quad (5)$$

One should consider that, as a result of solving the system of nonlinear equations (3) using the converging iterative procedure, we come to the dependence $\vec{x}_1 = \vec{x}_1(\vec{x}_2; \vec{y}_1, \vec{y}_2)$, after substitution of which in Eq. (5), one can write the system of nonlinear equations regarding the variables \vec{x}_2 or x_{r+1}, \dots, x_n in the case of a complete set of variables. Solutions of nonlinear system (5) with respect to these variables are some functions of parameters y_1, \dots, y_m , i.e.

$$x_{r+1} = x_{r+1}(y_1, \dots, y_m), x_{r+2} = x_{r+2}(y_1, \dots, y_m), \dots, x_n = x_n(y_1, \dots, y_m).$$

Keeping the small values up to the second order of smallness with respect to variables \vec{x}_2 and parameters \vec{y} , the system of equations (5) can be represented in a form without explicit expressions for coefficients a_j, b_j, c_j, d_j , that is

$$\sum_{j=1}^{n-r} a_j x_{r+i} x_{r+j} + \sum_{j=1}^m b_j x_{r+i} y_j + \sum_{j=1}^m c_j y_i y_j + \sum_{j=1}^m d_j y_j = 0, \quad i = 1, \dots, n-r. \quad (6)$$

Since $|x_i| < 1$ and $|y_i| < 1$, then the relations $|y_i y_j| < (|y_i|, |y_j|)$ and $|x_{r+i} y_j| < |y_j|$ are valid, and, taking into account only the main part in the asymptotic representation, the system of equations (6) can be rewritten accordingly as

$$\sum_{j=1}^{n-r} a_j x_{r+i} x_{r+j} + \sum_{j=1}^m d_j y_j = 0, \quad i = 1, \dots, n-r. \quad (7)$$

Based on the structure of the system of equations (7), we arrive at an important conclusion on the nature of the dependence on parameters for the solutions of this system. First of all, we note that if the quantities $x_{r+i} = x_{r+i}(y_1, \dots, y_m)$ ($i = 1, \dots, n-r$) satisfy the system of equations (7), then the same system has the solutions $x_{r+i} = -x_{r+i}(y_1, \dots, y_m)$, and thus the bifurcation of solutions of the system of equations occurs at zero values of parameters y_1, \dots, y_m . Along with this, one can mention that the dependencies $x_{r+i} = x_{r+i}(y_1, \dots, y_m)$ are not analytical regarding the parameters, i.e. these solutions cannot be represented in the form of power series expansion in terms of the integer powers of parameters y_1, \dots, y_m . Indeed, Eq. (7) is transformed to the identities regarding the parameters y_1, \dots, y_m by subsequent substitution of these expansions into the equation, and, under the assumption of the fulfillment of conditions with respect to these identities, we come to a conclusion that all coefficients d_j in Eq. (7) must vanish.

The system of equations (7) can be represented for convenience in an equivalent form in some cases to analyze the solutions of this system

$$\sum_{j=1}^{n-r} a_j x_{r+j} = -\frac{b_i(\vec{y})}{x_{r+i}}, \quad b_i(\vec{y}) = \sum_{j=1}^m d_j y_j, \quad i = 1, \dots, n-r \quad (8)$$

or in the form of a system of homogeneous linear equations

$$\sum_{j=1}^{n-r} \tilde{a}_j x_{r+j} = 0, \quad \tilde{a}_i = a_i - \frac{b_i(\bar{y})}{x_{r+i}^2}, \quad \tilde{a}_j = a_j \quad (i \neq j), \quad i = 1, \dots, n-r. \quad (9)$$

For the existence of nonzero solutions of the system of equations (9), the determinant of this system must vanish, i.e.

$$\begin{vmatrix} a_1 - \frac{b_1(\bar{y})}{x_{r+1}^2} & a_2 & \dots & a_{1,n-r} \\ a_2 & a_2 - \frac{b_2(\bar{y})}{x_{r+2}^2} & \dots & a_{2,n-r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n-r,1} & a_{n-r,2} & \dots & a_{n-r,n-r} - \frac{b_{n-r}(\bar{y})}{x_n^2} \end{vmatrix} = 0. \quad (10)$$

Eq. (10) represents a condition for determining the range of values for the parameters of the system under consideration, for which there are solutions of the system of equations (7) (or Eqs. (8)).

Let us turn further to a more detailed analysis of the characteristics of solutions of the nonlinear system of equations (7) based on parameters y_1, \dots, y_m for systems defined by Eq. (7) depending only on one parameter y . In this case, Eq. (7) is written as

$$\sum_{j=1}^{n-r} a_j x_{r+i} x_{r+j} + d_i y = 0, \quad i = 1, \dots, n-r. \quad (11)$$

In accordance with the non-analytical character of the dependencies $x_{r+i} = x_{r+i}(y)$ ($i = 1, \dots, n-r$) on parameter y , we investigate these dependencies in the form of power series

$$x_{r+i} = x_{r+i}(y) = \alpha_{i1} y^{\epsilon_{j1}} + \alpha_{i2} y^{\epsilon_{j2}} + \dots, \quad \epsilon_{i1} < \epsilon_{i2} < \dots, \quad i = 1, \dots, n-r. \quad (12)$$

After substitution of Eq. (12) into Eq. (11), the system of algebraic equations (11) turns into an identity regarding the parameter y , based on the fulfillment of which we come to the conditions for determining the coefficients $\epsilon_{i1}, \epsilon_{i2}, \dots$ and $\alpha_{i1}, \alpha_{i2}, \dots$.

In particular, as a result of an analysis of the expressions obtained in this way, we find $\epsilon_{i1} = \frac{1}{2}$, $\alpha_{ij} = 0$ ($j \geq 2$), $i = 1, \dots, n-r$, while the values of the coefficients α_{i1} are determined by solving the system of equations no longer depending on the parameter

$$y, \quad \text{that is } \sum_{j=1}^{n-r} a_j \alpha_{i1} \alpha_{j1} + d_i = 0, \quad i = 1, \dots, n-r.$$

Literature:

1. BARSUK, A.A., PALADI F. Sensitivity analysis of the equilibrium states of multi-dimensional dynamical systems for ordinary and bifurcation parameter values. În: The European Physical Journal B: Condensed Matter and Complex Systems, Springer. 2022, vol.95, no.3, 54, 14 p. <https://doi.org/10.1140/epjb/s10051-022-00276-2>

Articol elaborat în cadrul Proiectului din Programul de Stat (2020-2023) „Tehnologii fizice avansate cu aplicarea UVS în monitorizarea și modelarea factorilor de mediu”. Cifrul: 20.80009.7007.05.

ON SYSTEMS OF NONLINEAR EQUATIONS DEPENDING ON PARAMETERS

CU PRIVIRE LA SISTEME DE ECUAȚII NELINIARE ÎN FUNCȚIE DE PARAMETRI

Alexandr A. BARSUC, ORCID: 0000-0003-0601-545X

Florentin PALADI, ORCID: 0000-0001-8099-9413

Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 517.957

e-mail: a.a.barsuk@mail.ru

e-mail: fpaladi@yahoo.com

Let us consider a system of n order nonlinear equations with respect to the variables x_1, \dots, x_n , and depending on m parameters y_1, \dots, y_m , that is

$$f_1(x_1, \dots, x_n; y_1, \dots, y_m) = 0, \dots, f_n(x_1, \dots, x_n; y_1, \dots, y_m) = 0. \quad (1)$$

It is assumed that zero values of variables x_1, \dots, x_n and parameters y_1, \dots, y_m satisfy the system of equations (1), i.e.

$$f_1(0, \dots, 0; 0, \dots, 0) = 0, \dots, f_n(0, \dots, 0; 0, \dots, 0) = 0. \quad (2)$$

In the range of parameter changes $|y_j| < 1$ ($j = 1, \dots, m$), it is required to find the solutions $x_1 = x_1(y_1, \dots, y_m)$, ..., $x_n = x_n(y_1, \dots, y_m)$ satisfying conditions (2). Such solutions are called small solutions. Thus, in a small neighborhood of zero values for the variables x_1, \dots, x_n and parameters y_1, \dots, y_m , the following relations hold

$$|x_i| = |x_i(y_1, \dots, y_m)| < 1 \quad (i = 1, \dots, n), \quad |y_j| < 1 \quad (j = 1, \dots, m).$$

In the form of power series expansion of functions $f_i(x_1, \dots, x_n; y_1, \dots, y_m)$ ($i = 1, \dots, n$) in terms of the variables $x_1, \dots, x_n, y_1, \dots, y_m$, one can represent the system of nonlinear equations (1) in the matrix form with an explicit separation of linear terms in variables x_1, \dots, x_n and parameters y_1, \dots, y_m , that is

$$A\bar{x} = -(B\bar{y} + \bar{F}(\bar{x}, \bar{y})), \quad (3)$$

where

$$A = \begin{pmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial x_1} & \dots & \frac{\partial f_1}{\partial x_n} \\ \dots & \dots & \dots \\ \frac{\partial f_n}{\partial x_1} & \dots & \frac{\partial f_n}{\partial x_n} \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial y_1} & \dots & \frac{\partial f_1}{\partial y_m} \\ \dots & \dots & \dots \\ \frac{\partial f_n}{\partial y_1} & \dots & \frac{\partial f_n}{\partial y_m} \end{pmatrix}, \quad \bar{x} = \begin{pmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix}, \quad \bar{y} = \begin{pmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_m \end{pmatrix}, \dots$$

$$\vec{F}(\vec{x}, \vec{y}) = \begin{pmatrix} F_1(\vec{x}, \vec{y}) \\ \vdots \\ F_n(\vec{x}, \vec{y}) \end{pmatrix}$$

Note that function $\vec{F}(\vec{x}, \vec{y})$ in Eq. (3) is determined by the expression

$$F_i(x_1, \dots, x_n; y_1, \dots, y_m) \equiv f_i(x_1, \dots, x_n; y_1, \dots, y_m) - \sum_{j=1}^n \frac{\partial f_i}{\partial x_j} x_j - \sum_{j=1}^m \frac{\partial f_i}{\partial y_j} y_j$$

($i = 1, \dots, n$) (4)

and have a higher order of smallness with respect to the linear terms in Eq. (3). The expression for the main part of the asymptotic representation of the dependence (4) is given by

$$F_i^0(x_1, \dots, x_n; y_1, \dots, y_m) \approx \frac{1}{2} \sum_{k,s=1}^n \frac{\partial^2 f_i}{\partial x_k \partial x_s} x_k x_s + \sum_{k=1}^n \sum_{s=1}^m \frac{\partial^2 f_i}{\partial x_k \partial y_s} x_k y_s + \frac{1}{2} \sum_{k,s=1}^m \frac{\partial^2 f_i}{\partial y_k \partial y_s} y_k y_s$$

($i = 1, \dots, n$) (5)

In analyzing small solutions of the system of equations (3), it is of interest to elucidate both cases when the rank of the matrix A is equal to the order of the system of equations (3), i.e. $rank(A) = n$, and, respectively, when the rank of this matrix is less than the order of the system of equations (3), that is $rank(A) < n$.

Let us focus now on the construction of small solutions for systems of nonlinear equations depending on parameters in the case of $rank(A) = n$. In this case, i.e. $rank(A) = n$, there is an inverse matrix A^{-1} , and the system of nonlinear equations (3) can be represented in an equivalent form

$$\vec{x} = -\left(A^{-1}B\vec{y} + A^{-1}\vec{F}(\vec{x}, \vec{y})\right). \quad (6)$$

We use the iterative procedure to determine solutions of the system of equations (6), that is

$$\vec{x}_{k+1} = -\left(A^{-1}B\vec{y} + A^{-1}\vec{F}(\vec{x}_k, \vec{y})\right), \quad k = 0, 1, 2, \dots \quad (7)$$

One can note that in the small neighborhood of zero values for the variables x_1, \dots, x_n and parameters y_1, \dots, y_m , the iterative procedure (7) is convergent, i.e. it leads to a precise solution of the system of equations if $k \rightarrow \infty$, and thus we have $\vec{x}(\vec{y}) = \lim_{k \rightarrow \infty} \vec{x}_k(\vec{y})$.

Let us indeed consider the system of nonlinear equations in the form

$$x_1 = \Phi_1(x_1, \dots, x_n; y_1, \dots, y_m), \dots, x_n = \Phi_n(x_1, \dots, x_n; y_1, \dots, y_m). \quad (8)$$

Note that the system of nonlinear equations of an arbitrary form can be represented in such a way. It is known that the iterative procedure of solving the system of nonlinear equations (8)

$$x_1^{k+1} = \Phi_1(x_1^k, \dots, x_n^k; y_1, \dots, y_m), \dots, x_n^{k+1} = \Phi_n(x_1^k, \dots, x_n^k; y_1, \dots, y_m), \quad k = 0, 1, 2, \dots$$

converges to some solution of the system of equations (8) when satisfying conditions [1]

$$\sum_{k=1}^n \left| \frac{\partial \varphi_i}{\partial x_k} \right| < 1, \quad i = 1, \dots, n \tag{9}$$

In this case, the effectiveness of the iterative procedure increases with a decrease in the values $\left| \frac{\partial \varphi_i}{\partial x_k} \right|$. In the case of the iterative procedure (7) for the system of nonlinear equations (6), i.e. $\bar{\varphi}(\bar{x}; \bar{y}) = -\left(A^{-1} B \bar{y} + A^{-1} \bar{F}(\bar{x}, \bar{y}) \right)$, the conditions of convergence (9)

of the iterative process, due to the structure of dependences $\bar{F}(\bar{x}, \bar{y})$, is carried out fast due to satisfying conditions $\sum_{k=1}^n \left| \frac{\partial \varphi_i}{\partial x_k} \right| < 1$ ($i = 1, \dots, n$), and thus the iterative procedure (7) is effective. In particular, taking the zero values of variables $\bar{x}_0 = 0$ as an initial

approximation and using the iterative procedure (7), we have the approximate solutions that correspond to the first two iterations in the form

$$\bar{x}_1(\bar{y}) = -\left(A^{-1} B \bar{y} + A^{-1} \bar{F}(0, \bar{y}) \right), \quad \bar{x}_2(\bar{y}) = -\left(A^{-1} B \bar{y} + A^{-1} \bar{F}\left(-\left(A^{-1} B \bar{y} + A^{-1} \bar{F}(0, \bar{y}) \right) \bar{y} \right) \right) \tag{10}$$

Note that with an increase in the number of iterations, the solution becomes more precise due to the appearance of terms as quantities of higher order of smallness in the expansion. We will now proceed from the expression for $\bar{x}_2(\bar{y})$ in Eq. (10) and the asymptotic representation (5) for dependencies $\bar{F}(\bar{x}, \bar{y})$, and, keeping in further analysis the small values $\bar{x}(\bar{y})$ in the asymptotic representation with an assumed degree of accuracy of the second order of smallness, we arrive, as a result, at the desired degree of accuracy in the asymptotic representation for small solutions of the system of nonlinear equations (4) in the form

$$\bar{x}(\bar{y}) \approx -\left(A^{-1} B \bar{y} + A^{-1} \bar{F}_0\left(-A^{-1} B \bar{y}, \bar{y} \right) \right) \tag{11}$$

Note that the main part of the asymptotic representation (11) has the form $\bar{x}(\bar{y}) \approx -A^{-1} B \bar{y}$ and corresponds to the exact solution of the system of linear equations $A \bar{x} = -B \bar{y}$, provided that $\det(A) \neq 0$. Construction of small solutions for systems of nonlinear equations (3) in the case when the determinant of matrix A goes to zero, and its rank is $rank(A) = r < n$, and, therefore, we represent the matrices A and B , and vectors \bar{x} , \bar{y} and \bar{F} in the block form, is given in Ref. [2].

Literature:

1. DEMIDOVICH, B.P., MARON I.A. Computational Mathematics. Moscow: Mir Publishers, 1987. 688 p. ISBN 978-0714-7265-19
2. BARSUK, A.A., PALADI F. Sensitivity analysis of the equilibrium states of multi-dimensional dynamical systems for ordinary and bifurcation parameter values. În: The European Physical Journal B: Condensed Matter and Complex Systems, Springer. 2022, vol.95, no.3, 54, 14 p. <https://doi.org/10.1140/epjb/s10051-022-00276-2>

Articol elaborat în cadrul Proiectului din Programul de Stat (2020-2023) „Tehnologii fizice avansate cu aplicarea UVS în monitorizarea și modelarea factorilor de mediu”. Cifru: 20.80009.7007.05.

SCHIMBĂRILE CLIMATICE ÎN MUNICIPIUL CHIȘINĂU. COMPARAȚIA VREMII ÎN ANII 2011 ȘI 2021

CLIMATE CHANGES IN THE MUNICIPALITY OF CHISINAU. WEATHER COMPARISON IN 2011 AND 2021

Viorica GLADCHI, ORCID: 0000-0002-5847-4466
Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 551.583(478-21)"2011/2022"

e-mail: viorica.gladchi@gmail.com

Fenomenul de „chimbări climatice” reprezintă un factor de risc major în zilele de astăzi și este o problemă mondială, care afectează toată populația Terrei. Pe parcursul timpului de observații, cele mai semnificative fluctuații ale climei au fost observate în ultimii 100 de ani, ceea ce este influențat de activitățile umane. Încălzirea globală duce nu numai la accentuarea efectului de seră, dar și la alte consecințe periculoase pentru omenire. În unele părți ale lumii, se preconizează că precipitațiile anuale vor scădea pe termen lung, în timp ce în alte regiuni, fluctuațiile precipitațiilor și ale temperaturii vor avea un efect major asupra sezonului de creștere al unor plante. La fel, precipitațiile anuale pot rămâne aceleași, dar pot cădea la intervale mai lungi, sub formă de averse mult mai abundente și mai scurte, provocând secete și inundații de proporții. Intensitatea furtunilor severe și a uraganelor poate crește.

Așadar, schimbările climatice, ca urmare a activității antropogene, pot avea mai multe efecte nefavorabile, printre care se evidențiază influența negativă asupra agriculturii și amenințarea securității alimentare, reducerea cantității de apă și diminuarea calității acesteia în regiunile în care populația depinde, în mare parte, de apa de suprafață care se folosește în calitate de apă potabilă și pentru irigarea culturilor agricole, răspândirea mai multor boli infecțioase periculoase, deteriorarea sau schimbarea ecosistemelor și a biodiversității în cadrul acestora, și altele [1].

Republica Moldova este afectată periodic de un număr mare de evenimente climatice extreme, printre care se enumeră secetele, ploi torențiale, grindină, polei puternic, înghețuri, viscoale puternice și inundații. Studiul efectuat anterior constată că teritoriul Republicii Moldova este supus unui fenomen de accelerare vădită a schimbărilor climatice care contribuie la un proces de aridizare mai intensă și valuri de căldură, cu perioade lungi de manifestare în ultimii ani. Analiza comparativă a schimbărilor temperaturilor medii anuale în perioada anilor 1901-2006 la scară mondială, regională și națională confirmă următoarele: în perioada vizată creșterea medie a temperaturii globale constituie $0,74^{\circ}\text{C}$, în România – $0,5^{\circ}\text{C}$, iar în Republica Moldova – $1,06^{\circ}\text{C}$ [2]. În ultimii 10 ani de observații, Serviciul Hidrometeorologic de Stat a publicat cca 40 de recorduri ce țin de factorii climatici de pe teritoriul Republicii Moldova, cele mai multe extremități parvenind perioadei de vară a anului 2012, atunci când s-au observat cele mai înalte tem-

peraturi pe toată perioada de observații. Conform datelor oficiale, valorile medii anuale ale temperaturii și precipitațiilor la stația meteorologică Chișinău, pentru care este disponibilă cea mai lungă serie de observare instrumentală neîntreruptă a datelor climatice, au arătat că pe durata observațiilor creșterea temperaturii medii anuale a constituit circa 1,2 °C, iar creșterea valorii medii anuale a precipitațiilor – circa 51,3 mm [3].

Potrivid analizei situației actuale în ceea ce privește fenomenul schimbărilor climatice, studiul nostru reprezintă o analiză comparativă a factorilor climatici care au fost înregistrați la Stația meteorologică din Chișinău în perioada anilor 2011 și 2021.

Pentru realizarea studiului comparativ privind dinamica zilnică, lunară, sezonieră și anuală a factorilor climatici în municipiul Chișinău, pe parcursul anilor 2011 și 2021, a fost utilizată informația care este plasată pe site-ul Serviciului Hidrometeorologic de Stat și pe site-ul oficial al Biroului Național de Statistică [4, 5].

Ca rezultat al analizei datelor statistice privind dinamica factorilor de mediu care determină vremea și clima în anii 2011 și 2021, pot fi evidențiate următoarele rezultate.

Variația temperaturii pe parcursul anilor studiați denotă că la diferența de zece ani se atestă unele schimbări ale parametrului analizat. Temperatura medie anuală a aerului în anul 2021 este cu 0,1°C mai înaltă în comparație cu media anuală în anul 2011 și a constituit 10,6°C în comparație cu 10,5°C în anul 2011. Comparația valorilor temperaturilor medii după anotimp scoate în evidență faptul că în anul 2021, comparativ cu anul 2011, iarna, vara și toamna au fost mai calde, iar primăvara – mai răcoroasă. Iarna se atestă cea mai mare creștere a temperaturii medii în anul 2021, comparativ cu anul 2011, care constituie 0,8°C. Vara și toamna creșterea temperaturii medii în anul 2021 constituie 0,4°C. În schimb, primăvara 2021 a fost în medie cu 1,1°C mai răcoroasă decât aceeași perioadă a anului 2011.

Analiza comparativă a cantității de precipitații în mun. Chișinău în anii 2021 și 2011 demonstrează că în anul 2021 cantitatea acestora a fost de 1,6 ori mai mare și a constituit pe parcursul anului 666 mm în comparație cu 428 mm în anul 2011. Potrivit datelor Serviciului Hidrometeorologic de Stat [6], în anul 2011 pe teritoriul Republicii Moldova a fost înregistrat fenomenul de secetă catastrofală, mai ales în a doua jumătate a perioadei calde și toamna. În acest an, cantitatea anuală de precipitații a constituit cca 85% din norma medie multianuală. În schimb, anul 2021 poate fi caracterizat ca fiind un an cu cantitatea de precipitații anuale cu până la 155% mai mare decât norma, în funcție de regiune. Pe teritoriul mun. Chișinău cantitatea anuală de precipitații în acest an a fost mai mare decât media anuală cu cca 30%.

Rezultatele observațiilor ce țin de direcția și viteza vânturilor în anii nominalizați demonstrează că au fost semnalate unele particularități și deosebiri. Cea mai mare diferență între ani constă în aceea că în anul 2021 direcția vântului de la nord este cea mai persistentă și numărul zilelor cu vânturi din această direcție (126 de zile) constituie cca 35% de zile din an. După aceasta, cu o persistență mult mai mică vânturile au bătuț din direcțiile est (44 de zile), nord-vest (39 de zile) și sud-vest (32 de zile). Vânturile din celelalte direcții au fost înregistrate mult mai rar.

Așadar, rezultatele comparative ale factorilor de mediu, așa cum sunt temperatura, precipitațiile atmosferice și direcția vântului au scos în evidență următoarele generalități pentru starea vremii pe teritoriul mun. Chișinău. Temperatura medie anuală a aerului în anul 2021 a fost cu 0,1°C mai înaltă, în comparație cu media anuală în anul 2021; iarna, vara și toamna anului 2021 au fost mai calde, iar primăvara mai rece, comparativ cu anul 2011; în anul 2021 cantitatea de precipitații a fost de 1,6 ori mai mare decât în anul 2011; anul 2021 se caracterizează cu o dominanță pronunțată a zilelor în care vântul a bătat de la nord și s-a schimbat dinamica direcției vântului pe parcursul anului. Prin urmare, analiza comparativă a datelor privind temperatura, precipitațiile atmosferice și direcția vântului în anii 2011 și 2021 confirmă existența schimbărilor în starea vremii pe teritoriul mun. Chișinău.

Referințe:

1. <https://www.un.org/ru/youthink/climate.shtml>. Accesat pe 26.06.2022.
2. DUCA, Gh., NEDEALCOV, M., GLADCHI, V., TRAVIN, S. Climatic changes and surface water quality on Republic of Moldovas territory. In: *IFMBE Proceedings*. Ediția a 4-a, 18-21 septembrie 2019, Chișinău. Switzerland: Springer Nature Switzerland AG, 2020, vol. 2, pp. 325-334. ISBN 978-303031865-9. DOI: 10.1007/978-3-030-21255-1_25
3. Raportul Național de Inventariere: Surse de emisii și sechestrare a gazelor cu efect de seră în Republica Moldova, 1990-2019: 30 aprilie 2021/Marius ȚĂRANU, Lilia ȚĂRANU, Elena BÎCOVA [et al.]; coord.: Raisa LEON, Suzanne LEKOYIET; I.P. „Unitatea de implementarea a proiectelor în domeniul mediului”, Agenția de Mediu, Programul Națiunilor Unite pentru Mediu. Chișinău 2021 (Bons Offices SRL). 715 p. ISBN 978-9975-87-893-7.
4. <http://old.meteo.md/>. Accesat pe 23.07.2022.
5. <http://statbank.statistica.md/PxWeb/pxweb/ro/10%20Mediu1%20inconjurator/?rxid=b2ff27d7-0b96-43c9-934b-42e1a2a9a774>. Accesat pe 23.07.2022.
6. <http://old.meteo.md/newsait/god2011.htm>. Accesat pe 23.07.2022.

Autorul este recunoscător sprijinului oferit de Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltare și Universitatea de Stat din Moldova în proiectul de cercetare 20.80009.7007.05 Tehnologii fizice avansate cu aplicarea UVS în monitorizarea și modelarea factorilor de mediu.

REFLEXIA DIFUZĂ ȘI FOTOLUMINESCENȚA FRUNZELOR DE VIȚA-DE-VIE ÎN DIFERITE PERIOADE DE VEGETAȚIE A PLANTELOR

DIFFUSE REFLECTANCE AND PHOTOLUMINESCENCE OF VINEYARD LEAVES IN DIFFERENT PERIODS OF PLANT VEGETATION

Veaceslav SPRINCEAN, ORCID: 0000-0001-6719-7387

Arcadi CHIRIȚA, ORCID: 0000-0002-0817-6102

Mihail CARAMAN, ORCID: 0000-0001-8225-8600

Florentin PALADI, ORCID: 0000-0001-8099-9413

Universitatea de Stat din Moldova

CZU: [535.312 + 535.37]:634.8

e-mail: sprincean@gmail.com

e-mail: chirizza@yahoo.com

e-mail: mihailcaraman@yahoo.com

e-mail: fpaladi@yahoo.com

Este cunoscut faptul că pentru protejarea plantelor de pomi fructiferi și de viță-de-vie se aplică tratamentele integrale cu diferite substanțe chimice și extracții biochimice. Aceste procedee sunt deosebit de costisitoare și, totodată, impurifică solul. În ultimii ani, tot mai des se aplică astfel de tratamente locale (zonele atacate de vătămători) și cu cantități strict necesare pentru a lichida focarele de vătămători. Informația respectivă se conține în spectrele de reflexie a radiației solare și, îndeosebi, în spectrele de fotoluminescență din regiunea vizibilă și IR-apropiat.

Pentru a supraveghea plantațiile respective, tot mai frecvent se folosesc imaginile obținute de la distanță cu ajutorul aparatelor de zbor fără pilot (UAV), dotate cu accesorii de înregistrare a intensității radiației solare împrăștiată sau a radiației luminescente emise de plante. În calitate de receptori cel mai des se folosesc fotodetectori cu bandă largă de sensibilitate pe bază de Si. Fotosensibilitatea acestor detectori acoperă intervalul spectral de la 250 nm până la cca 1200 nm cu maxim de sensibilitate în regiunea 880÷920 nm. Îngustarea benzii de fotosensibilitate se realizează cu ajutorul filtrelor optice absorbționale sau interferențiale.

Atât reflexia, cât și fotoluminescența eșantioanelor sunt determinate de tranzițiile electronice în macromoleculele componente ale acestora. Fiecare tip de molecule, conform principiului Franck-Condon, dispune de un anumit ansamblu de benzi vibraționale componente ale spectrului electronic de intensitate maximală. Varietatea tipurilor de molecule din plante conduce la faptul că benzile caracteristice se combină formând un spectru integral corespunzător stării plantelor. În lucrare sunt analizate spectrele de reflexie difuză și de fotoluminescență ale frunzelor viței-de-vie pe parcursul perioadei de vegetație, adică în perioada lunilor mai-septembrie (Fig. 1).

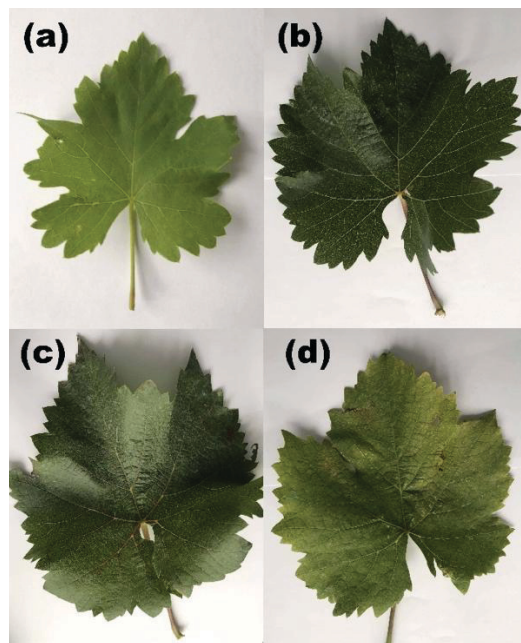


Fig. 1. Frunzele de viță-de-vie la 3 săptămâni (a); începutul lunii august (b); sfârșitul lunii august (c) și începutul lunii septembrie (d)

de la suprafața orientată spre lumină a frunzelor de viță de vie atacată de mildie (curba 4 din Fig. 2). Aceeași valoare a coeficientului de reflexie difuză (~50%) se obține și de la partea opusă a frunzelor colectate în luna august (curba 3 din Fig. 2). După cum se vede, coeficientul de reflexie difuză poate servi pentru aprecierea diverselor patologii ale plantelor.

Informație suplimentară despre starea plantelor de pomi fructiferi și de viță de vie se obține din spectrele de fotoluminescență (Figur 3). Fotoluminescența eşantioanelor din frunze de persic, măr, prun și viță de vie a fost excitată cu radiația ultravioletă (UV) cu lungimea de undă 337,4 nm și radiația violetă cu $\lambda=405$ nm.

Spectrele de reflexie difuză au fost înregistrate cu ajutorul sferei integrate. În calitate de etalon am folosit pulberea de BaO. Spectrul de reflexie a frunzelor fără defecte vizibile în regiunea spectrală 400÷800 nm conține două benzi cu maxime la lungimea de undă (560÷570) nm și alta cu maxim la 780 nm. În intervalul spectral 400÷500 nm, coeficientul de reflexie este mai mare de 5%. Un minim de reflexie cu $R_{\text{dif}} \approx 6\%$ este localizat la lungimea de undă a radiației incidente de 690 nm (Fig. 2).

După cum se vede din Fig. 2, coeficientul de reflexie difuză se schimbă pronunțat în funcție de tipul defectului. Astfel, coeficientul de reflexie difuză al frunzelor supuse acțiunii radiației UV cu lungime de undă mai mică de 400 nm (curba 2 din Fig. 2) ajung până la 52% față de 6% pentru frunzele normale. Mărima de circa 50% o atinge coeficientul de reflexie difuză în această regiune spectrală și

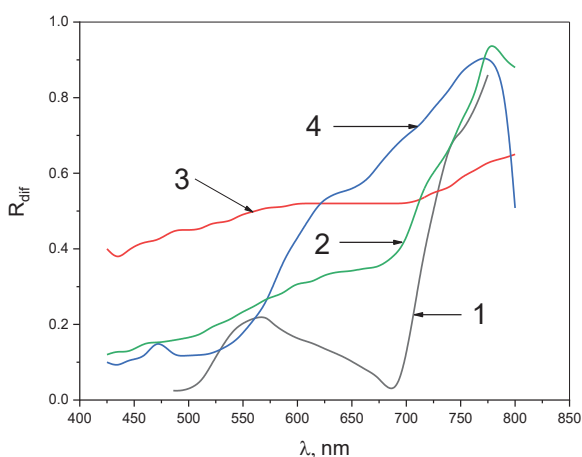


Fig. 2. Spectrele reflexive ale frunzelor de viță-de-vie la: 1-3 săptămâni; 2 – începutul lunii august; 3 – sfârșitul lunii august; 4 – începutul lunii septembrie

Spectrele frunzelor colectate la începutul perioadei de vegetație (15÷20) mai conțin o bandă largă de emisie în intervalul lungimilor de undă 400÷680 nm cu un maxim de intensitate în intervalul lungimilor de undă 450÷480 nm. Odată cu gradul de degradare a frunzelor, intensitatea acestei benzi se micșorează. Totodată, este prezentă o bandă de FL în regiunea de frontieră roșu-infraroșu apropiat (670÷850) nm. Pe conturul acestei benzi se evidențiază un platou la 680 nm și două maxime de intensitate la 695 nm, precum și altul la cca 740 nm. După cum au demonstrat, multiplele măsurători ale spectrelor de luminescență, structura acestei benzi FL și corelația dintre intensitățile subbenzilor sunt criterii veridice de caracterizare a stării de vegetație. Structura benzii FL din regiunea vizibilă practic nu se modifică pronunțat la excitare cu radiația cu lungimea de undă 405 nm. Totodată, la o asemenea excitare se evidențiază bine particularitățile benzii din regiunea roșu-IR apropiat.

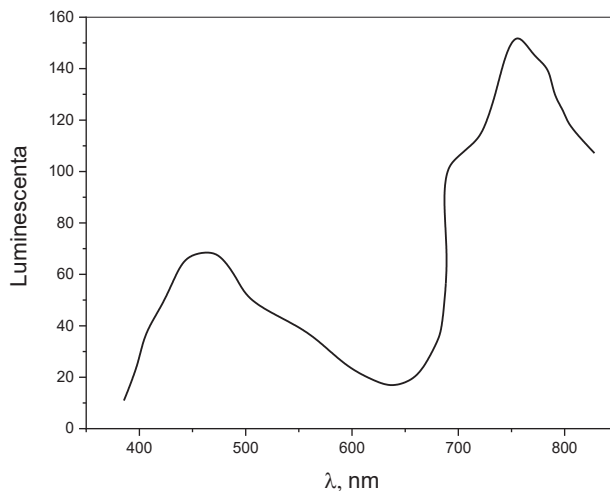


Fig. 3. Spectrul de fotoluminescență al frunzelor de viță-de-vie în luna mai

Articol elaborat în cadrul proiectului din Programul de Stat (2020-2023) „Tehnologii fizice avansate cu aplicarea UVS în monitorizarea și modelarea factorilor de mediu”. Cifru: 20.80009.7007.05.

PERSPECTIVA UTILIZĂRII NANOCLUSTERILOR DE CARBON C_n ÎN PRELEVAREA PROBELOR DIN ATMOSFERĂ

PERSPECTIVE OF USING CARBON C_n NANOCLUSTERS IN ATMOSPHERIC SAMPLING

Petru LOZOVANU, ORCID: 0000-0003-3760-5727

Florentin PALADI, ORCID: 0000-0001-8099-9413

Tatiana BULIMAGA, ORCID: 0000-0003-1701-1892

Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 543.05:551.51:546.26

e-mail: petruozovanu@gmail.com

e-mail: fpaladi@yahoo.com

e-mail: tbulimaga@gmail.com

Procesele fizice din atmosferă au loc în dinamică cu viteză mare, iar pentru cercetarea, monitorizarea și modelarea acestora, este necesar a efectua măsurări cu precizie mare concomitent în diferite puncte din spațiu, în intervale mici de timp. Folosind diferiți receptori și tehnici de scanare a atmosferei și de prelevare a probelor, astfel de măsurări este posibil a fi realizate cu succes pentru componentele cu concentrații relativ mari, dar în cazul componentelor din atmosferă cu concentrații mici, din lipsa unor materiale adsorbante efective, acest lucru este problematic.

Pentru prelevarea probelor din atmosferă, se consideră efective structurile cu conținut de atomi de carbon cu legături libere, eficacitatea acestora depinzând de specificul structurii. Carbonul în stare alotropă este cunoscut sub formă de diamant, grafit, carbin, fullerene, nanotuburi și nanoclusteri C_n și carbon tehnic.

Cărbunele de lemn este unul dintre materialele cu conținut de carbon folosite cel mai frecvent la adsorbția gazelor în diverse domenii, care în prealabil necesită o serie de procese de activare, în special formarea capilarelor de diferite forme și dimensiuni. În așa mod, se mărește capacitatea lor de adsorbție. Totodată, în cazul utilizării acestora la prelevarea probelor de gaze, apare o problemă ce ține de procesul de desorbție a gazelor, care necesită temperaturi relativ mari, din cauza forțelor capilare mari care rețin până la 15-20% din gazul adsorbit, ceea ce limitează eficacitatea lor în cazul prelevării componentelor din atmosferă cu concentrații mici. Adsorbția și desorbția componentelor din atmosferă sunt limitate din aceleași considerente și în cazul straturilor depuse din alte forme alotropice ale carbonului [1].

Pentru prelevarea probelor din atmosferă, s-a dovedit că adsorbție și desorbție efectivă posedă nanoclusterii de carbon C_n . Unul din procedeele de obținere a nanoclusterilor de carbon este descompunerea grafitului spectral pur în arc voltaic în atmosferă de gaz inert. În funcție de parametri tehnologici ai sintezei, funinginea obținută poate conține molecule de fullerene, cu cel puțin de la 20 până la 540 de atomi de carbon (C_{20} , C_{40} , C_{60} , C_{70} , C_{80} , C_{86} , C_{90} , C_{100} și C_{540}), și nanoclusteri de carbon C_n , care reprezintă structuri

stabile deschise cu configurații diferite, numărul de atomi n variind în limite mari. Pentru încercări experimentale, au fost selectați nanoclusteri de carbon C_n cu $n < 100$.

În lucrare sunt prezentate rezultatele referitoare la elaborarea procedurii și instalației pentru prelevarea probelor din atmosferă pe nanoclusteri de carbon C_n cu conținut procentual mic de gaze. Problema pe care o soluționează prezenta lucrare constă în prelevarea probelor de aer din atmosferă pentru determinări cantitative a componentelor, care sunt prezente în cantități procentuale mici și necesită sensibilitate înaltă a componentei adsorbante și durată limitată de timp a procesului de prelevare. Rezultatele se obțin datorită folosirii clusterilor de carbon în stare liberă, fără a fi depuși în straturi, granulați, cristalizați, comprimați sau dizolvați.

Rezultatul tehnic constă în menținerea clusterilor de carbon în stare liberă într-o carcasă confecționată din material compozit poros prin care, sub acțiunea presiunii parțiale a componentelor gazului, se realizează adsorbția pe clusterii de carbon.

Instalația de prelevare a probelor de aer din atmosferă conține (Fig. 1) un container 2 dotat cu două supape de ieșire 1 și intrare 7 și un inel cu filet pentru închidere ermetică 5, în interiorul containerului este amplasată o carcasă 3 confecționată din material compozit poros rezistent la temperatură cu substanță absorbantă din nanoclusteri de carbon C_n 4. Dispozitivul de distribuire a aerului 10, care conține o supapă de ventilare 9 și mecanisme de cuplare 8 a containerului, este cuplat la o pompă pneumatică reglabilă 11 dotată cu o conductă de aer 12. Blocul de control programat 13, conectat la drona 14, asigură realizarea procesului de prelevare a probelor la distanță.

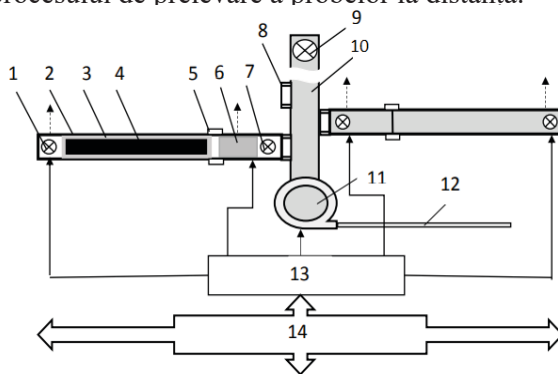


Fig. 1. Schema-bloc a instalației pentru prelevarea probelor

În procesul de prelevare a probelor în containerul 9, după supapa de intrare 7, este instalat filtrul, 6 confecționat din fibră de sticlă, vată sau capilare scurte din sticlă de cuarț, ale căror pereți sunt acoperiți cu microparticule de cărbune activ sau cu straturi de carbon, care rețin aerosolii din aerul destinat prelevării [2].

La dispozitivul de distribuire a aerului 10, poate fi cuplat un număr n de containere în funcție de scopul și sarcinile prelevării.

Ventilarea canalului dispozitivului de distribuire a aerului 10, prin intermediul supapei de intrare 9 și crearea presiunii la intrare în containerul 2, se efectuează cu pompa

pneumatică reglabilă 11, la intrarea căreia este conectată conducta de aer 12 pentru colectarea aerului din zone îndepărtate de elicele dronei, unde turbulența aerului este mai mică. Transportarea instalației la locul prelevării, înregistrarea coordonatelor, altitudinii și transmiterea comenzilor blocului de control programat se efectuează cu drona 14 [2].

Pregătirea pentru prelevarea probelor constă în încărcarea în container 2 a carcusei 3 cu nanoclusteri de carbon C_n în stare liberă și a filtrului pentru reținerea aerosolilor în stare solidă 6, după care containerul se închide ermetic cu inelul 5, se introduce în cuptorul 17 (Fig. 2) al instalației pentru desorbția termică, iar la ieșirea containerului se conectează pompa mecanică de vid 15. Cu ajutorul blocului de comandă 16, se stabilește în cuptorul 17 temperatura de 100°C și presiunea în container de 10^{-1} Torr, se deschide supapa 1 și se menține timp de o oră, apoi se închide supapa 1 și containerul se conectează la dispozitivul instalației de distribuire a aerului 10, în care se menține presiune joasă până în momentul prelevării probei [3].

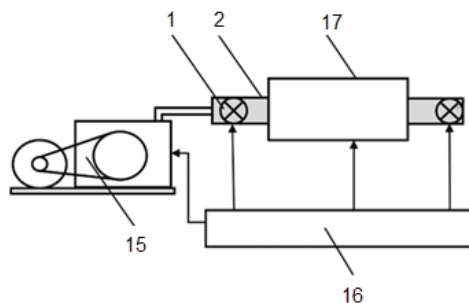


Fig. 2. Instalația pentru desorbție termică și regenerare

Probele de aer și aerosoli prelevate în containere pot fi transportate, depozitate și extrase fără modificări calitative și cantitative ale conținutului lor. Procedura de extragere a probei include demontarea de la instalație și deschiderea containerului cu ajutorul inelului 5. Extracția conținutului filtrului 6 se efectuează prin dizolvare în toluen timp de 10-48 ore [2], iar pentru nanoclusterii de carbon se aplică desorbția termică.

Referințe:

1. МОРОЗКИНА, Е.В., ПОЛЕЖАЕВ, Ю.М. Методы и проблемы пробоотбора при анализе воздуха (обзор). В: *Аналитика и контроль*, 1999, № 3, сс.4-10.
2. RUIZ-JIRNENEZ, J., ZANCA, N., LAN, H., JUSSILA, M., HARTONEN, K., RIEKKOLA, M.-L. Aerial drone as a carrier for miniaturized air sampling systems. In: *Journal of Chromatography A*. 2019, vol.1597, pp. 202-208, URL.
3. LOZOVANU, P., PALADI, FL., BULIMAGA, T. *Procedeu și instalație pentru prelevarea probelor de aer din atmosferă*. MD 4816, 2022.

Articol elaborat în cadrul Proiectului: „Tehnologii fizice avansate cu aplicarea UVS în monitorizarea și modelarea factorilor de mediu”. Cifrul: 20.80009.7007.05.

IMPACTUL ECONOMIC ȘI DE MEDIU AL PLATFORMEI *eALERT* PENTRU MONITORIZAREA ÎN TIMP REAL A CALITĂȚII AERULUI

ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL IMPACT OF THE *eALERT* PLATFORM FOR REAL-TIME AIR QUALITY MONITORING

Alexei LEU, ORCID: 0000-0002-1862-153X
Marian JALENCU, ORCID: 0000-0001-7690-7432
Marianna SAVVA, ORCID: 0000-0003-0618-5360
Mihail CARAMAN, ORCID: 0000-0001-8225-8600
Florentin PALADI, ORCID: 0000-0001-8099-9413
Veaceslav SPRINCEAN, ORCID: 0000-0001-6719-7387
Universitatea de Stat din Moldova

CZU: [614.8:004]:504.3.054

e-mail: alexei@leu.md
e-mail: jalencu_marian@yahoo.com
e-mail: savva.mariana90@gmail.com
e-mail: mihailcaraman@yahoo.com
e-mail: fpaladi@yahoo.com
e-mail: sprincean@gmail.com

Reducerea impactului substanțelor chimice toxice asupra mediului și a sănătății populației prin monitorizarea în regim de timp real și avertizarea instantanee a populației necesită un sistem integru și complex. La moment, au fost obținute mai multe rezultate științifice și experiența practică în domeniu în cadrul Laboratorului de cercetări științifice „Fizica mediului și modelarea sistemelor complexe” de la USM, <https://ephysimlab.usm.md> [1-3]. Astfel, platforma mobilă bazată pe drona „SOWA” a fost asamblată și utilizată pentru cartografierea 3D a terenului experimental și monitorizarea factorilor de mediu în timp real, fiind identificate sursele de poluare a aerului cu microparticule solide și gaze emise în atmosferă atât în plan orizontal în perimetrul teritoriului monitorizat, cât și la trei altitudini diferite. Integrarea grafică a rezultatelor măsurărilor cu fotogrametria *Pix4D* sau *Agisoft Metashape* a terenului experimental reprezintă prima etapă în dezvoltarea componentei aplicației GEOS-Chem de modelare pe calculator și prognozarea a hazardurilor naturale periculoase. Din punct de vedere chimic, aerul atmosferic reprezintă un reactor redox de tip deschis, în care permanent pătrund diferite substanțe gazoase, lichide și solide de origine naturală și antropogenă, care sunt considerați poluanți primari. Au fost cercetate spectrele de reflexie difuză și de fotoluminescență pentru probe de sol și de frunze colectate la diferite stadii de dezvoltare. Stadiul de vegetație a frunzelor și tipul lor pot fi determinate atât după marginea benzii de reflexie difuză în intervalul 460-520 nm, cât și după valoarea

numerică a coeficientului de reflexie difuză în regiunea pantei dependenței $R_d(\lambda)$. La excitarea frunzelor cu radiație din regiunea UV cu densitate înaltă, frunzele de cireș, arțar și stejar emit benzi de FL cu maxime de intensitate la anumite lungimi de undă caracteristice tipului și stadiului de vegetație a acestora. De asemenea, este determinat intervalul spectral în care se poate stabili calitatea și tipul solului după mărimea coeficientului de reflexie difuză. A mai fost arătată posibilitatea de a detecta la distanță infecția frunzelor de nuci cu paraziți în zone mici de 1-2 mm. Studiile au arătat că procesul poate fi observat în stadiul incipient, când diametrul zonei respective este de aproximativ 1 mm. O creștere semnificativă a nivelului concentrației de particule fine în suspensie, $PM_{2,5}$ și PM_{10} , posedă un impact considerabil asupra sănătății populației. Astfel, particulele cu diametrul aerodinamic mai mic de 10 micrometri, care trec prin nas și gât și pătrund în alveolele pulmonare, provoacă inflamații și intoxicații, fiind afectate, în special, persoanele cu boli cardiovasculare și respiratorii, copiii, vârstnicii și astmaticii.

Crearea sistemului *eAlert* necesită o experiență practică în domeniile *Industrial Internet of things* (abr: *IIoT*) și soluții bazate pe tehnologia LoRaWAN, de proiectare, implementare și gestionare a rețelelor transport de date fără fir LPWAN, precum și creării infrastructurilor IT&C hiperconvergente scalabile, pentru a atinge puterea de calcul necesară la cerere a resurselor sistemului informatic și capabile să ia decizii informate, disponibilitate ridicată a capacității de stocare pentru agregarea masivelor de date de telemetrie pe lungă durată. Însăși etimologia denumirii *eALERT* este: *e* – *environment* (în engl. – *mediu*), *ALERT* – *alert* (în engl. – a alerta, a avertiza). *eALERT* reprezintă, în primul rând, o rețea fără fir LPWAN compusă din dispozitive finale inteligente de tip *IIoT*, în continuare „noduri”, care transmit redundand date de telemetrie direct către stațiile de bază (în engl. – *Gateway*) dotate cu surse de alimentare autonome și memorie pentru stocare locală care acestea, la rândul lor, le transferă la serverul de rețea. Inițial, se propune o topologie a rețelei fără fir (în engl. – *Wireless*) de tip stea bazată pe tehnologia LoRaWAN, care ulterior, odată cu lărgirea zonelor geografice și majorarea semnificativă a nodurilor, se va transforma în una *multihop*, formând rețele „*wireless mesh*”. Fluxul de date de telemetrie de pe stații sunt transmise în regim de timp real prin rețeaua LoRaWAN către serverul de rețea. Prin serverul de aplicații securizat al platformei informaționale *eALERT* se pot accesa aplicațiile care consumă datele de la noduri prin serverul de rețea și le afișează în UI (în engl. – *User Interface*) în așa fel încât să ofere informațiile cele mai relevante pentru beneficiari. Totodată, beneficiarii care dispun de propriile sisteme informaționale opțional pot accesa bidirecțional prin API (în engl. – *Application Programming Interface*) datele de pe platforma *eALERT*. Comunicarea bidirecțională oferă acces beneficiarilor (organizații de stat și/sau private etc.) la datele și informațiile din sistem. Este posibilă și expedierea directă de alerte atât acestor entități, cât și persoanelor fizice din lista de beneficiari (Fig.). Astfel, informarea instantanee a populației din Chișinău, în cazul hazardurilor naturale și antropogene periculoase, se face prin expedierea de mesaje SMS la lista de abonați. Mai mult

ca atât, funcționalitatea platformei *eALERT* este scalabilă, fapt ce permite expedierea și a altor avertizări sau informații solicitate de beneficiari în regim de timp real, prin colaborare cu alte structuri guvernamentale, cum ar fi Direcția generală asistență socială și sănătate a Primăriei Chișinău, Inspectoratul General pentru Situații de Urgență, Agenția de Mediu și Serviciul Hidrometeorologic de Stat din Republica Moldova.

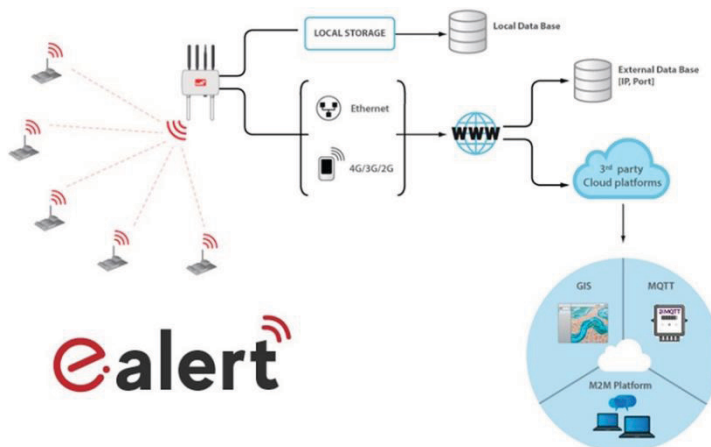


Fig. 1. Sistemul **eALERT** destinat monitorizării parametrilor de mediu în timp real și avertizarea instantanee a populației

Implementarea sistemului *eALERT* va asigura diminuarea poluării mediului ambiant în arealul de realizare a sistemului; ameliorarea sănătății populației, precum și minimizarea efectelor negative ale hazardurilor naturale și antropogene periculoase. Astfel, necesitatea monitorizării exacte în Chișinău a factorilor de mediu în regim de timp real prin tehnologii TIC moderne și orice tip de senzori, cu stocare, prelucrare și analiză a masivelor mari de date, precum și avertizare instantanee în cazul hazardurilor naturale și antropogene periculoase, ne-a adus la crearea platformei complexe *eALERT*. Mai mult ca atât, expertiza echipei de cercetători permite cartografierea calității aerului prin determinarea dimensiunii și naturii microparticulelor din atmosferă, determinarea locației surselor de poluare a mediului, a compoziției și concentrației gazelor emise, a timpului și periodicității acestor emisii etc. Prin urmare, de la avertizarea calitativă a populației pe termen scurt și mediu prin enunțarea codurilor de alertă se poate trece la un sistem modern de avertizare în timp real în funcție de manifestarea într-un moment concret de timp a hazardurilor naturale și antropogene periculoase. Etapa de implementare practică a platformei *eALERT* la scară națională este precedată de pregătirea personalului Inspectoratului General pentru Situații de Urgență al Ministerului Afacerilor Interne etc.

Referințe:

1. SPRINCEAN, V. et al. UVS in monitoring of environmental factors. In: *IEEE Xplore*. 2020, pp. 78-83.
2. SPRINCEAN, V. et al. UAV-based measuring station for monitoring and computational modeling of environmental factors. In: *IEEE Xplore*. 2021, pp. 80-85.
3. SPRINCEAN, V. et al. UAV-based monitoring and AFM analysis of airborne pollutants. In: *IEEE Xplore*. 2022, pp. 1-6.

Articol elaborat în cadrul Proiectului de inovare și transfer tehnologic (2022) „Crearea platformei eALERT pentru monitorizarea mediului în regim de timp real și avertizarea instantanee a populației din Chișinău în cazul hazardurilor naturale și antropogene periculoase”. Cifrul: 22.80015.7007.262T.

PERSPECTIVE DE UTILIZARE A DRONELOR PENTRU MONITORIZAREA TRAFICULUI RUTIER

PROSPECTS FOR THE USE OF DRONES FOR ROAD TRAFFIC MONITORING

Viorel BULIMAGA, ORCID: 0000-0002-3928-3

Tatiana BULIMAGA, ORCID: 0000-0003-1701-1892

Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 623.746-519:351.811

e-mail: tbulimaga@gmail.com

Introducere. Creșterea intensității traficului rutier devine o problemă stringentă în orașele mari, iar necesitatea unei mai bune gestionări a traficului este o provocare imperioasă. Monitorizarea traficului cu camere fixe devine din ce în ce mai ineficientă, deoarece acestea nu pot identifica problemele dincolo de locația lor imediată. Este important ca arhitecții urbani să analizeze intensitatea traficului, capacitatea drumului și fluxul de trafic pentru a elabora strategii de reducere a congestiunii rutiere. Această abordare ar permite reducerea timpului de trafic și a consumului de combustibil, precum și ar rezolva problemele de mediu, care afectează zonele urbane [1].

Monitorizarea traficului prin drone poate depăși limitările metodelor tradiționale de monitorizare datorită simplității, mobilității și capacității lor de a acoperi suprafețe mari. Videoclipurile de înaltă rezoluție în timp real furnizate de drone pot fi transmise către centrul de monitorizare și control, pentru a ajuta personalul de la sol în monitorizarea arterelor rutiere, dirijarea traficului, analiza intensității traficului, identificarea și urmărirea vehiculelor individuale, citirea plăcuțelor de înmatriculare etc. Dronele pot fi echipate cu diferite tipuri de sarcini utile, cum ar fi camera HD și camera cu detecție în infraroșu pentru supraveghere în regim de zi și de noapte.

Dronele pot asista cercetarea situației la sol în cazuri de urgență, cum ar fi accidente rutiere, scurgeri de lubrifianti etc. și, de asemenea, pot colecta dovezi pentru acestea. Datele colectate de drone pot fi analizate pentru a îmbunătăți fluiditatea traficului și siguranța rutieră. Dronele compacte și ușoare sunt ochiul perfect în cer pentru monitorizarea traficului datorită capacității lor de a transmite date de calitate HD pe distanțe mari în timp real. Rezistența și raza de acțiune extinsă a dronelor specializate reduc costul monitorizării traficului și permit experților să analizeze evoluția dinamică a traficului pe o durată mai lungă. Dronele cu fiabilitate sporită pot fi utilizate de diverse forțe de aplicare a legii pentru supraveghere în procesul de monitorizare a mulțimilor și gestionare a traficului în timpul întrunirilor în masă.

Pentru orașele inteligente de ultimă generație, dronele sunt vitale de a fi încorporate în spațiul aerian pentru a avansa capacitatea sistemelor de transport. Prezenta lucrare este o trecere în revistă a evoluțiilor recente în legătură cu aplicarea dronelor

în trei domenii vizând siguranța transporturilor, și anume: **siguranța rutieră, monitorizarea traficului și managementul infrastructurii rutiere.**

1. Aplicarea dronelor la investigarea accidentelor. Aplicarea dronelor în domeniul siguranței rutiere include următoarele aspecte: investigarea detaliată a accidentelor, evaluarea riscurilor și supravegherea generală a rețelei rutiere.

Eforturile de evaluare a riscurilor sunt caracterizate de analiza detaliată a traiectoriilor vehiculelor aflate în mișcare, extrase din videoclipuri realizate pe bază de drone. Acestea includ identificarea potențialelor conflicte și a manevrelor riscante de schimbare a benzii, direcției de deplasare, virare, întoarcere etc.

Studiile de investigare a accidentelor sunt caracterizate în baza metodelor, sistemelor și aplicării algoritmilor de viziune pentru a reconstitui schița accidentelor folosind filmări și/sau fotografii obținute de la drone. Principalele provocări constau în perfecționarea procesului de extragere a informațiilor din videoclipuri, precum și în implementarea unui sistem care să fie destul de fiabil, astfel încât dronele să își poată îndeplini funcția.

Studiile efectuate au comparat eficiența utilizării dronelor cu alte trei metode alternative de răspuns la gestionarea incidentelor. Opțiunile examinate au inclus: dronă cu echipaj, dronă fără pilot (UAV), elicopter și vehicul al comandantului incidentului. În mod evident, aplicarea UAV implică costuri reduse în raport cu elicopterele și dronele cu echipaj, și este mai rapidă decât intervenția cu vehiculul comandantului incidentului. Analiza bazată pe trei parametri importanți: timp de răspuns, cost și disponibilitate a opțiunii de a ajunge la locul accidentului în majoritatea condițiilor demonstrează că aplicarea UAV este cea mai bună opțiune [2].

Generarea schiței accidentelor de circulație, pentru a asista investigarea accidentelor prin metoda fotogrammetriei, este studiată încă din anii 1990. Cu toate acestea, au existat mai multe provocări, care au fost depășite odată cu progresul tehnologiilor, în special odată cu apariția dronelor (UAV), care le fac să fie rentabile. Urmare a eforturilor de cercetare la această temă a siguranței rutiere, au fost elaborate: sisteme, instrumente software și progrese metodologice de procesare a imaginilor, care ajută la reconstruirea exactă a schiței accidentului și, prin urmare, ajută la investigarea accidentului.

Pe măsură ce tehnologia utilizării dronei devine îmbunătățită și zborurile sunt mai stabile, cercetările se axează pe avansarea capabilităților software pentru a îmbunătăți metodele utilizate în procesarea imaginilor și reconstrucția schiței accidentului.

Deși implementarea pe scară largă a acestor sisteme lipsește, cercetătorii susțin că metodologiile propuse sunt eficiente și au acuratețe rezonabilă în reconstruirea schiței accidentului.

2. Evaluarea riscurilor în trafic. Există un număr limitat de studii care pot fi grupate în acest domeniu al siguranței rutiere. Utilizarea UAV-urilor în aceste studii a facilitat extragerea precisă a traiectoriilor vehiculelor, astfel încât analiza să poată fi făcută la nivel microscopic. În plus, în metodele tradiționale de colectare a datelor

video au existat mai multe limitări, cum ar fi vizualizarea limitată din cauza înălțimii, structurii fizice în care este montată camera, unghiul de înclinare al camerei care duce la inexactități în traiectorii, lipsa structurilor fizice, în special, în zonele intersecțiilor/joncțiunilor în care problemele de siguranță sunt mai grave. Cercetătorii au propus algoritmi care detectează coliziuni care au avut loc deja sau evenimente periculoase care pot duce la coliziuni prin analiza traiectoriilor vehiculelor obținute din datele video de trafic bazate pe drone. În context, a fost dezvoltat un cadru de analiză, bazat pe extragerea traiectoriilor vehiculelor folosind date video furnizate de drone pentru a analiza riscul de accident legat de schimbarea obligatorie a benzii în zonele de joncțiune a autostrăzilor. A fost propusă o metodă de măsurare a riscului de accident, între vehiculul care se încorporează și vehiculele din flux prin evaluarea unui model de comportament la fuziune care estimează intervalul de timp până la coliziune (decalajul, ca și măsură de siguranță).

Alte eforturi de cercetare vizează utilizarea tehnologiei dronelor în detectarea riscului prin încorporarea instrumentelor de procesare a vederii la bord. A fost studiată detectarea automată la bord a situațiilor de urgență și anormale de trafic cu sistemul de viziune artificială pe bază de drone. Am propus un sistem care detectează vehiculul staționar și în mișcare pe baza datelor video colectate de drone, după care detectează situațiile anormale și le clasifică pentru a ajuta operatorul uman să ia decizii informate. Cu toate acestea, algoritmi dezvoltati în studiile efectuate asupra lor se limitează la doar câteva situații anormale recunoscute.

Rezultatele înregistrate creează premisele necesare pentru o utilizare mai largă a dronelor în colectarea datelor din trafic, iar metodele de evaluare a riscurilor urmează a fi îmbunătățite în viitor.

3. Managementul infrastructurii rutiere. Rezultatele activităților de cercetare, axate pe utilizarea tehnologiei dronelor pentru extragerea online și offline a parametrilor de trafic din datele video folosind metode de procesare a vederii, permit îmbunătățirea considerabilă a mecanismelor de supraveghere și monitorizare a traficului rutier. Metodele de analiză a fluxului de trafic pe baza datelor colectate de drone sunt similare celor aplicate în studiile de evaluare a riscurilor offline (adică datele colectate sunt utilizate pentru a îmbunătăți metodele de analiză).

Aceste metode de cercetare fac parte din dezvoltarea unui set de algoritmi, metode de extragere a informațiilor semnificative din datele video. Reconstrucția schiței accidentului este, de asemenea, o aplicație particulară a acestor metode de cercetare. În plus, obiectivul principal al monitorizării traficului include detectarea și contorizarea vehiculelor, urmărirea acestora și extragerea parametrilor fluxului de trafic, cum ar fi viteza, densitatea etc.

Studiile efectuate propun algoritmi/metode în sensul că dronile cu camere video de bord captează imagini video și le trimit la stația de la sol, unde aceste videoclipuri pot fi procesate și extrase informații despre parametrii de trafic pentru transferul suplimentar al acestor informații către centrul de monitorizare și control.

Procesele realizate de extragere a parametrilor de trafic din datele bazate pe drone permit utilizarea acestora în continuare în diferite metode de analiză a fluxului de trafic. Aceste metode de analiză vizează performanța diferitelor scheme de organizare a traficului (cum ar fi sensul giratoriu, intersecția dirijată, intersecția nedirijată), diverse comportamente ale fluxului de trafic (cum ar fi analiza undelor de șoc, comportamentul la schimbarea benzii, analiza respectării decalajului), modele de observare a vehiculelor cu calibrarea și clasificarea acestora pentru utilizare în pachete de simulare microscopică.

Odată cu apariția algoritmilor de procesare a imaginii video, este posibilă identificarea traiectoriei vehiculelor și efectuarea altor analize aprofundate, înțelegerea mecanismului în formarea și propagarea congestiei, fenomenului de schimbare a benzii – modelat de obicei folosind analiza decalajului, pot fi calibrate și validate modelele existente de simulare computațională a fluxului.

Rezultatele realizate permit a estima că, odată cu explorarea în continuare a acestor date, pot fi descoperite fenomene noi de flux în trafic care n-au fost studiate anterior din cauza seturilor limitate de date.

Concluzii. Progresele înregistrate în algoritmi de procesare computerizată pentru extragerea caracteristicilor-cheie din videoclipurile și imaginile colectate de drone permit aplicarea acestora în calitate de instrumente de analiză în domeniul siguranței rutiere și pot să acopere aspecte, precum: investigarea detaliată a accidentelor, evaluarea riscurilor și supravegherea generală a rețelei rutiere a fluxului de trafic.

Pe de altă parte, pregătirea profesională a tuturor actorilor responsabili de monitorizarea traficului rutier necesită o implicare activă a mediului academic, care, prin experiența și capacitățile pe care le deține, este capabil să participe direct și indirect la soluționarea problemelor urbei. Universitățile pot propune programe de formare profesională continuă în diverse domenii, unul actual la acest moment pentru problemele legate de securitatea și monitorizarea traficului rutier fiind Programul de formare profesională continuă „Educație pentru Drone”. Programul este acreditat și a demonstrat, în cadrul celor șapte ediții oferite pentru diverși specialiști din țară și de peste hotare, profesionalism, cunoștințe actuale și necesare pentru diferite domenii, inclusiv monitorizarea traficului rutier [3]. Suntem convinși că doar o sinergie a diferitelor organizații, specialiști și profesioniști, capacități și resurse pot soluționa cele mai stricte probleme ale urbei, conferind, totodată, siguranță, comodatate și, nu în ultimul rând, efecte economice și beneficii de mediu.

Referințe:

1. KANISTRAS, Konstantinos, MARTINS, Goncalo, RUTHERFORD, Matthew, VALAVANIS, Kimon. *A Survey of Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) for Traffic Monitoring*. (https://www.researchgate.net/publication/258881611_A_Survey_of_Unmanned_Aerial_Vehicles_UAVs_for_Traffic_Monitoring)

2. OUTAY, Fatma, MENGASH, Hanan Abdullah, ADNAN, Muhammad. Applications of unmanned aerial vehicle (UAV) in road safety, traffic and highway infrastructure management: Recent advances and challenges. In: *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 2020, vol. 141, pp. 116-129. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096585642030728X>).
3. BULIMAGA, T., SPRINCEAN, V., PALADI, A., SAVVA, M., PALADI, FI. Consolidarea triumphiului cunoașterii „Educație-Cercetare-Inovare” la USM: Studiu de caz. În: *Studia Universitatis Moldaviae, Seria „Științe exacte și economice”*. 2020, nr.2(132), pp.8-16.

DETECTAREA SEMNALELOR DE FLUORESCENȚĂ A PLANTELOR LA DISTANȚĂ CU FOLOSIREA UAV

PLANT FLUORESCENCE SIGNALS DETECTION AT A DISTANCE USING UAV

Arcadi CHIRIȚA, ORCID: 0000-0002-0817-6102

Veaceslav SPRINCEAN, ORCID: 0000-0001-6719-7387

Marianna SAVVA, ORCID: 0000-0003-0618-5360

Florentin PALADI, ORCID: 0000-0001-8099-9413

Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 623.746-519:[535.371:582.3/9]

e-mail: arcadi.chirita@usm.md

e-mail: sprincean@gmail.com

e-mail: savva.mariana90@gmail.com

e-mail: fpaladi@yahoo.com

Studiul spectrelor de fluorescență ale plantelor face posibilă evaluarea stării acestora pe baza conținutului de clorofilă din țesuturile plantelor [1-3]. Fiecare specie de plante este caracterizată de forme specifice ale dependenței spectrale a fluorescenței. Modificarea dependenței spectrale a fluorescenței face posibilă detectarea bolilor plantelor în stadii incipiente.

Scopul acestei lucrări a fost de a dezvolta o tehnică de înregistrare a fluorescenței plantelor sub excitație laser de la distanță, folosind aparate de zbor fără pilot (UAV – *Unmanned Aerial Vehicle*).

Experiment. Pentru cercetare a fost folosit un aparat UAV asamblat în laboratorul „Educație pentru drone – eDrone”, pe platforma căruia au fost montate dispozitivele necesare experimentului (Fig.1).



Fig. 1. Aparatul de zbor fără pilot (UAV) asamblat în laboratorul e-Drone

Pe platforma UAV-ului sunt instalate o cameră digitală color (1, Fig.2a) pentru controlul zborului și vizualizarea obiectelor studiate, o cameră multispectrală MAPIR Survey 3 cu benzi roșii, verzi și NIR (infraroșu apropiat) (2) și un emițător laser (3).

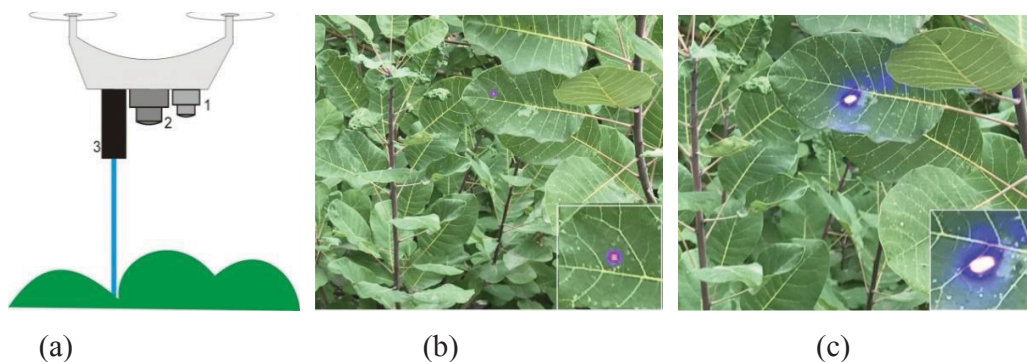


Fig. 2. Diagrama schematică a experimentului (a), imagine la radiație laser cu lungimea de undă 405 nm (b), imagine la radiație laser cu lungimea de undă 450 nm (c)

În acest experiment au fost utilizate surse de radiații laser cu lungimi de undă de 405 și 450 nm. UAV-ul a fost programat să se ridice deasupra coroanei copacilor și cu ajutorul camerei (1) a fost selectat obiectul pentru cercetare, după care a fost pornită camera multispectrală (2) și obiectul studiat a fost scanat cu radiație laser (3). Fig.2b reprezintă o imagine a coroanei unui măr, una dintre frunzele căruia este iluminată cu radiație laser cu lungime de undă 405 nm (colțul din dreapta jos arată o imagine mărită a punctului laser de pe suprafața frunzei). După efectuarea acestui experiment pe platforma UAV-ului, în locul laserului de 405 nm a fost montat un alt dispozitiv laser cu lungimea de undă 450 nm și au fost efectuate studii similare (Fig.2c).

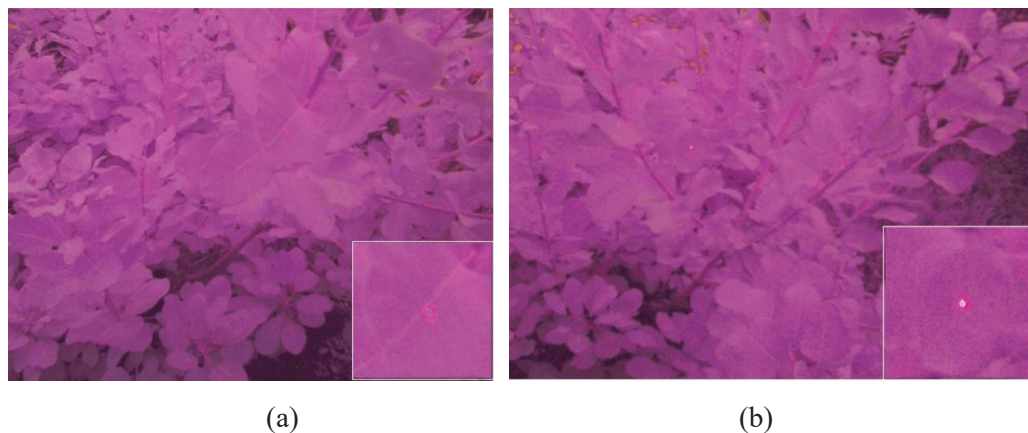


Fig. 3. Imagini obținute în cadrul studiului multispectral 3: cu excitație laser de fluorescență de 405 nm (a), cu excitație laser de fluorescență de 450 nm (b)

Camera multispectrală MAPIR Survey3 înregistrează imagini în regiunile verde, roșu și infraroșu apropiat ale spectrului, ceea ce exclude influența radiației laser din regiunile violet (405 nm) și albastru (450 nm) ale spectrului asupra semnalului de fluorescență. În Fig.3 sunt prezentate imagini ale coroanei unui măr înregistrate cu ajutorul camerei multispectrale MAPIR Survey3 în regiunea roșie a intervalului spectral cu excitație laser a fluorescenței la 405 nm (Fig.3a) și 450 nm (Fig.3b). După cum se poate observa din imaginile Fig.3, în locul scanării cu laser există o suprapunere a semnalului de fluorescență pe lumina solară reflectată pe suprafața frunzelor. Ulterior, imaginile obținute sunt prelucrate la calculator folosind software unei camere digitale multispectrale.

Pentru a extrage spectrele de fluorescență din semnalul comun al imaginii, lumina solară reflectată de pe suprafața frunzelor este mai întâi măsurată în apropierea punctului laser. Apoi se măsoară semnalul comun în punctul de iradiere laser, care constă în lumina reflectată de la suprafața frunzelor cu un semnal de fluorescență suprapus. Scăderea semnalului reflectat din semnalul comun ne permite să selectăm doar semnalul de fluorescență pentru fiecare dintre lungimile de undă utilizate ale radiației laser.

Referințe:

1. ZIVCAK, M. et al. Lettuce flavonoids screening and phenotyping by chlorophyll fluorescence excitation ratio. In: *Planta*. 2017, vol.1, pp.00425. ISSN: 0032-0935.
2. CENDRERO-MATEO, M. et al. Plant chlorophyll fluorescence: active and passive measurements at canopy and leaf scales with different nitrogen treatments. In: *Journal of Experimental Botany*. 2016, vol. 67, pp. 275–28. ISSN: 0022-0957.
3. WANG, H. et al. Detecting crop population growth using chlorophyll fluorescence imaging. In: *Applied Optics*. 2017, vol. 56, pp. 359762-08. ISSN:1559-128X.

Articol elaborat în cadrul Proiectului din Programul de Stat (2020-2023) „Tehnologii fizice avansate cu aplicarea UVS în monitorizarea și modelarea factorilor de mediu”. Cifru: 20.80009.7007.05.

**UTILIZAREA UAV ÎN CERCETĂRILE ARHEOLOGICE
DIN BAZINUL RÂULUI COGÂLNIC.
SITUL LIPOVENI II-LA NISIPĂRIE**

**THE USE OF UAV IN ARCHAEOLOGICAL RESEARCH IN
THE COGÂLNIC RIVER BASIN. LIPOVENI II-LA NISIPĂRIE
ARCHAEOLOGICAL SITE**

Sergiu MATVEEV, ORCID: 0000-0001-8515-2852
Veaceslav SPRINCEAN, ORCID: 0000-0001-6719-7387
Vlad VORNIC, ORCID: 0000-0003-2796-7716
Universitatea de Stat din Moldova
Agenția Națională Arheologică

CZU: 902.4(282.247.31)

e-mail: sergiu.matveev@usm.md
e-mail: sprincean@gmail.com
e-mail: vladimir.vornic@usm.md

Cercetările arheologice, de la începuturile lor, au înglobat o varietate mare de instrumente și metode interdisciplinare, rolul cărora în ultimele decenii a crescut continuu. Unul din astfel de instrumente, devenit indispensabil pentru explorarea siturilor arheologice, în special a componentei metodelor de analiză spațială, este aeronava fără pilot, în limba engleză *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) sau drona. În acest context, arheologii de la Universitatea de Stat din Moldova (USM) beneficiază de suportul tehnic al colegilor de la Oficiul de educație pentru drone de la USM și celor de la Agenția Națională Arheologică (ANA). Un caz de bune practici, în acest sens, îl prezintă cercetările de salvare de la situl arheologic *Lipoveni II-La Nisipărie* (r-nul Cimișlia).

Investigațiile de teren la situl arheologic stratificat *Lipoveni II-La Nisipărie* au demarat în anul 2013, ca urmare a unor ample excavări ilegale de nisip, care au distrus o parte considerabilă a sitului [1]. Radiografia descoperirilor celor zece ani de cercetare prezintă un număr mare de complexe studiate integral sau partial, și anume, o locuință adâncită în sol, diferite cuptoare menajere, vetre de lut, platforme de piatră, 125 de gropi menajere sau cu altă destinație, precum și un număr mare de artefacte și material osteologic. Ele au permis identificarea în limitele sitului mai multor nivele de locuire: eneolitic (a doua jumătate a mil. IV-începutul mil. III î.Hr.), finalul epocii bronzului și prima epocă a fierului (sec. XII-X î.Hr.), a doua epocă a fierului (VI-IV î.Hr.), epoca romană (sec. I-II d. Hr.), perioada de început a marilor migrații (sec. IV d.Hr.), Evul Mediu timpuriu (sec. VIII-IX d.Hr.), la care se adaugă vestigii sporadice atribuite Evului Mediu târziu (sec. XV-XVIII). În plus, este de subliniat că excavarea ilegală a nisipului efectuată în perioada sovietică și în deceniile următoare a distrus aproape complet o necropolă de tip Sântana de Mureș-Cerneahov din perioada de în-

ceput a epocii migrațiilor (sec. IV d.Hr.), urmele căreia au fost surprinse de noi prin cercetările de suprafață în zona cea mai înaltă a sitului *Lipoveni II-La Nisipărie* [2].

Captarea fotografiilor aeriene cu ajutorul UAV oferă posibilitatea cercetării complexității peisajului arheologic, a cartografierii sitului (Fig. 1, 2), cât și evițarea mai clară a secțiunilor arheologice executate pe parcursul anilor (Fig. 3). Prelevarea datelor de pe teren a fost urmată de etapa fotogrammetriei, prelucrarea imaginilor obținute prin teledetecție aeriană și satelitară. Aceasta este o metodă care utilizează, în cazul de față, imaginile aeriene ale obiectelor în scopul reconstituirii geometrice a acestora și a poziției lor în spațiu în vederea măsurării lor și a reprezentării grafice și cartografice cât mai precise. Obiectivul principal al fotogrammetriei constă în măsurarea obiectelor pe imagini cu geometrie cunoscută și, în același timp, reprezentarea acestora ca elemente de planimetrie, respectiv altimetrie în cadrul planurilor și hărților. Baza tehnică a întocmirii hărții topografice în înțelesul actual al acesteia o reprezintă fotografiile aeriene, exploatate în mod sistematic atât la nivel de planimetrie, cât și la nivel de altimetrie. Fotogrammetria se bazează pe două categorii mari de imagini: *imagini aeriene* – fotografii aeriene, care sunt obținute cu ajutorul camerelor metrice cu geometrie cunoscută și se folosesc altitudini situate de obicei între 50 m și 130 m pentru UAV, conform legislației Republicii Moldova; *imagini satelitare*, obținute cu unii senzori având geometrie cunoscută și care respectă standardele similare fotografiilor aeriene. La aceste două categorii de imagini se mai adaugă și imaginile de la senzori activi, Radar și Lidar, deoarece ambele aplicații pot produce, în primul rând, date de elevație a terenului și date privind geometria obiectelor din teren: Radar – Grammetrie și Lidar – Lasergrammetrie. Imaginile metrice (fotografiile) reprezintă o imagine preluată cu o cameră sau un senzor special în condițiile în care aceasta prezintă o proiecție ce rezultă din trecerea razelor de lumină prin punctul de perspectivă echivalent cu focarul sistemului optic al senzorului. Fotografiiile sunt imagini metrice, pentru că au geometria cunoscută.

Prelucrarea fotogrammetrică a imaginilor aeriene în baza tehnicii *Structure for Motion* [3, 4] 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.

Imaginile obținute în anul 2022 pe situl *Lipoveni II-La Nisipărie* au fost prelucrate cu ajutorul a două softuri, folosite pe larg în fotogrammetrie, și anume, Pix4D și AgiSoft. Astfel, s-a reușit elaborarea modelului 3D al terenului, a modelului digital de teren (DTM), a modelului digital de elevație (DEM) (Fig. 4), a modelului de suprafață digitală (DSM) (Fig. 5), precum și a hărții de reflectanță, orthomosaică (Fig. 6) și termală.



Fig. 1. Vedere asupra sitului Lipoveni II-La Nisipărie captată cu ajutorul UAV



Fig. 2. Vedere asupra Secțiunii X/2022, situl *Lipoveni II-La Nisipărie* captată cu ajutorul UAV



Fig. 3. Vedere asupra Secțiunii X/2022, situl *Lipoveni II-La Nisipărie* captată cu ajutorul UAV

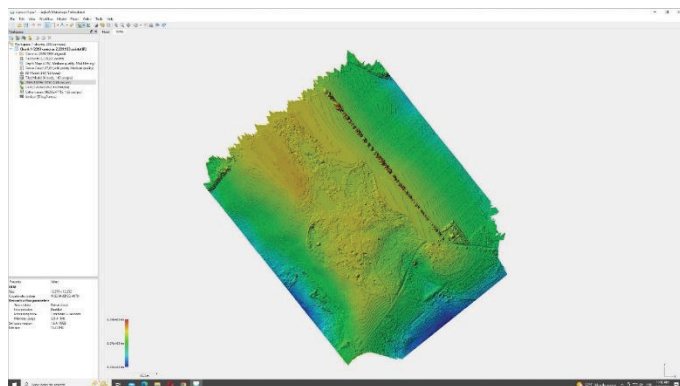


Fig. 4. Modelul DEM al sitului Lipoveni II-La Nisipărie (imagine V. Sprincean)

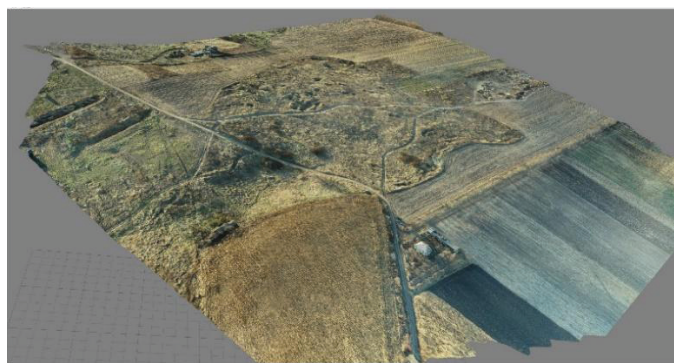


Fig. 5. Modelul tridimensional al terenului în zona sitului Lipoveni II-La Nisipărie (imagine V. Sprincean)



Fig. 6. Orthomosaicul sitului Lipoveni II-La Nisipărie (imagine V. Sprincean)

Referințe:

1. MATVEEV, S., VORNIC, V. Archaeological research at Lipoveni II – La Nisipărie site (2013-2016). In: *Plural*. Chișinău, 2017, vol. V, no. 2, pp. 124-163.

2. MATVEEV, S. VORNIC, V, Vase ceramice descoperite în necropola de tip Sântana de Mureș-Černjachov de la Lipoveni (r-nul Cimișlia). În: *Istorie, cultură și cercetare*. 2016, vol. I, Târgoviște, pp. 39-55.
3. CARRIVICK, Jonathan L., SMITH, Mark W. Fluvial and aquatic applications of Structure from Motion photogrammetry and unmanned aerial vehicle/drone technology. In: *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*. 2019, vol. 6, no. 1, p. 1328.
4. JAMES, Mike R. et al. Guidelines on the use of structure-from-motion photogrammetry in geomorphic research. În: *Earth Surface Processes and Landforms*. 2019, vol. 44, no. 10, pp. 2081-2084.

Articol elaborat în cadrul Proiectului: „Patrimoniul arheologic din epoca fierului în regiunea Nistrului Mijlociu și bazinul râului Cogâlnic: cercetare interdisciplinară și valorificare științifică”. Cifrul: 20.80009.1606.14.

CUPRINS

BIOLOGIE ȘI ECOLOGIE

| | |
|---|----|
| <i>Aurelia CRIVOI, Iurie BACALOV, Elena CHIRIȚA, Ana BÎRSAN, Adriana DRUȚA, Ana ILIEȘ, Lidia COJOCARI, Mihai BARBĂROȘ, Andreea REVENCO, Iulia POPUȘOI, Adelina DOBREA</i> | |
| EFFECTUL IMUNOMODULATOR ȘI HIPOGLICEMIANȚ AL EXTRACTULUI DE ALOE VERA (ALOE BARBADENSIS MILLER) PE FONDALUL DIABETULUI EXPERIMENTAL | 5 |
| <i>Maria DUCA, Ana MUTU, Steliana CLAPCO</i> | |
| INTERPOPULATION RELATEDNESS OF <i>O. CUMANA</i> BELONGING TO DIFFERENT COUNTRIES | 8 |
| <i>Aurelia CRIVOI, Inga DELEU, Irina DELIPOVICI</i> | |
| STUDIAREA ASPECTELOR DE ETICĂ ȘI COMUNICARE DINTRE ANTRENOR ȘI SPORTIVI ÎN PERIOADA COMPETIȚIONALĂ | 11 |
| <i>Laurenția ARTIOMOV</i> | |
| ACTINOBACTERII DE INTERES BIOTEHNOLOGIC ÎN CERNOZIOMUL TIPIC | 17 |
| <i>Elena BABAN</i> | |
| DIVERSITATEA COLEOPTERELOR (CARABIDAE, SILPHIDAE, SCARABAEIDAE, LUCANIDAE) DIN PĂDUREA DE GORUN CU AMESTEC DE FRASIN ȘI TEI | 20 |
| <i>Anastasia BABILEVA</i> | |
| ACTIVITATEA PROTEAZELOR ÎN TRACTUL GASTROINTESTINAL AL ANIMALELOR MENȚINUTE CU RAȚII ALIMENTARE CU DIFERITĂ STRUCTURĂ CALORICĂ | 23 |
| <i>Ion BALAN, Sergiu BALACCI, Nicolae ROȘCA, Vladimir BUZAN, Vlada FURDUI, Ion MEREUȚĂ, Vasile HAREA, Alexei HANȚAȚUC, Ecaterina VÎHRIST, Vlad TEMCIUC</i> | |
| EVOLUȚIA TEHNICILOR DE EVALUARE ALE MATERIALULUI SEMINAL ÎN DETERMINAREA FERTILITĂȚII MASCULINE | 26 |
| <i>Елена БЕРЕЗОВСКАЯ, Юлиана ЛУПАШКО, Влада-Татьяна ДУМБРАВА, Светлана ГАРАЕВА, Галина ПОСТОЛАТИ, Инна ВЕНГЕР</i> | |
| ОСОБЕННОСТИ МЕТАБОЛИЗМА АСПАРТАТА, ГЛУТАМАТА, ГЛИЦИНА И ГАММА-АМИНОМАСЛЯНОЙ КИСЛОТЫ У ПАЦИЕНТОВ ГЕПАТОПАТИЯМИ | 29 |
| <i>Olga BULAT</i> | |
| INFLUENȚA FACTORILOR DE STRES ASUPRA FERTILITĂȚII MASCULINE | 32 |
| <i>Denis BULAT, Laurenția UNGUREANU, Elena ZUBCOV, Dumitru BULAT, Ion GOLOGAN</i> | |
| STAREA INTIOFAUNEI LACULUI MUNICIPAL DIN VALEA MORILOR ȘI RECOMANDĂRI DE AMELIORARE | 34 |
| <i>Людмила КОРЛЭТЯНУ, Анатолие ГАНЯ, Сергей МАСЛОБРОД</i> | |
| МИЛЛИМЕТРОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ СЕМЯН ОГУРЦА В УСЛОВИЯХ КОНСЕРВАЦИИ <i>EX SITU</i> | 38 |

| | |
|---|---|
| <i>Doina CUȚITARU</i> | |
| | ELUCIDAREA MOSTRELOR PRODUCTIVE DE ÎN URMA ANALIZEI COMPARATIVE A INDICILOR CANTITATIVI..... 42 |
| <i>Tatiana DUDNICENCO</i> | |
| | MANAGEMENTUL DEȘEURILOR SOLIDE ÎN RAIONUL FLOREȘTI – PROBLEME ȘI SOLUȚII 45 |
| <i>Dumitru ERHAN, Ștefan RUSU, Elena GHERASIM, Maria ZAMORNEA</i> | |
| | INFLUENȚA AGENȚILOR PARAZITARI ASUPRA STATUSULUI IMUN AL ANIMALELOR..... 48 |
| <i>Ion GANEA, Ana BÎRSAN, Gheorghe CĂPĂȚĂNĂ</i> | |
| | MODEL DE ANALIZĂ A SCURGERII ELECTROLIȚILOR LA PLANTELE DE SOIA . 51 |
| <i>Anatolie GANEA</i> | |
| | POTENȚIALUL SPECIILOR DE PLANTE PUȚIN UTILIZATE PENTRU FORTIFICAREA SECURITĂȚII ALIMENTARE A REPUBLICII MOLDOVA 54 |
| <i>Татьяна ГЕЛЬМИЧ, Юлианна ЛУПАШКО, Елена БЕРЕЗОВСКАЯ, Инна ВЕНГЕР, Людмила ГОЛОВАТЮК, Даниелла ЛУПАШКО, Калина БУГОР, Татьяна БУРДА</i> | |
| | ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ОЦЕНКЕ НУТРИТИВНОГО СОСТОЯНИЯ БОЛЬНЫХ С ХРОНИЧЕСКИМИ ДИФFUЗНЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ ПЕЧЕНИ..... 57 |
| <i>Elena GHERASIM, Dumitru ERHAN</i> | |
| | CARACTERISTICA SPECIEI <i>HAEMATOLOECHUS VARIEGATUS RUDOLPHI</i>, 1819 (TREMATODA) DEPISTATĂ LA AMFIBIENII COMPLEXULUI <i>PELOPHYLAX ESCULENTA</i> (AMPHIBIA) ÎN CONDIȚIILE REPUBLICII MOLDOVA..... 60 |
| <i>Людмила ГОЛОВАТЮК, Юлиана ЛУПАШКО, Елена БЕРЕЗОВСКАЯ</i> | |
| | ЛАБОРАТОРНЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ ЛИПИДНОГО ОБМЕНА И ИХ ЗНАЧЕНИЕ В ОПРЕДЕЛЕНИИ НУТРИТИВНОГО СТАТУСА 64 |
| <i>Светлана ГРОЗДЕВА</i> | |
| | ВИДОВОЙ СОСТАВ ЦИКАДОВЫХ (HEMIPTERA: AUCHENORRHYNCHA) НА ПОЛЯХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В РЕСПУБЛИКЕ МОЛДОВА..... 67 |
| <i>Sorina ISTRATI, Anna MOLDOVAN, Natalia MUNTEANU-MOLOITIEVSKIY</i> | |
| | IDENTIFICAREA COLEOPTERELOR DIN REPUBLICA MOLDOVA CU UTILIZAREA SECVENȚEI PARȚIALE A GENEI COI MITOCONDRIALE 71 |
| <i>Ana LEORDA, Victoria BOGDAN, Mariana CIOCHINĂ</i> | |
| | IMPACTUL COMPOZIȚIILOR PREBIOTICE CU EFECT HIPOGLICEMIANȚ ASUPRA MICROBIOTEI INTESTINALE LA ȘOBOLANI 73 |
| <i>Vasile MACARI, Gheorghe PISTOL, Victor PUTIN, Ana ROTARU, Liliana ROTARI, Natalia PAVLICENCO, Malek SHIADA</i> | |
| | INFLUENȚA PRODUSULUI ZooBioR, UTILIZAT ÎNTR-UN STUDIU DE IMPLEMENTARE ASUPRA SĂNĂȚĂȚII ȘI METABOLISMULUI LIPIDIC LA GĂINILE TINERE 76 |

| | | |
|---|--|-----|
| <i>Victoria MIHĂILĂ</i> | EVALUAREA MORFOBIOLOGICĂ A UNOR GENOTIPURI <i>CUPHEA</i> AIT. ÎN CONDIȚIILE REPUBLICII MOLDOVA..... | 80 |
| <i>Irina MIHAILOV</i> | <i>STAPHYLINUS DIMIDIATICORNIS</i> GEMMINGER, 1851 (<i>COLEOPTERA</i>, <i>STAPHYLINIDAE</i>, <i>STAPHYLININAE</i>), UN NOU STAFILINID ÎN LISTA FAUNISTICĂ DIN REPUBLICA MOLDOVA | 83 |
| <i>Cristian MÎNZAT, Ala CHERDIVARĂ</i> | COMPOZIȚIA BIOCHIMICĂ A SEMINTELOR DE LINTE CULTIVATE ÎN MOD TRADIȚIONAL ȘI ECOLOGIC..... | 86 |
| <i>Vladimir MOGÎLDEA, Andrian ȚUGULEA</i> | ESTIMAREA SECHESTRĂRII CARBONULUI DE CĂTRE ALGE ÎN PROCESUL DE EPURARE A APELOR UZATE | 89 |
| <i>Gheorghe PISTOL</i> | ASPECTE ALE METABOLISMULUI MINERAL LA GĂINI, TRATATE CU PRODUSUL <i>ZooBioR</i> UTILIZAT ÎNTR-UN STUDIU DE IMPLEMENTARE | 93 |
| <i>Iuliana RUSU</i> | ИСПЫТАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ФЕРОМОННЫХ ЛОВУШЕК ДЛЯ ПРИВЛЕЧЕНИЯ КОРИЧНЕВО-МРАМОРНОГО КЛОПА <i>HALYOMORPHAHALYS</i> (<i>STAL</i>) 1855, HETEROPTERA: PENTATOMIDAE..... | 96 |
| <i>Vadim RUSU, Dorin DUMBRĂVEANU, Ion CROITORU, Mihail BUDEANU, Igor PÎRȚU</i> | HIBRIDIZAREA APLICATĂ ÎN SCOPUL INTENSIFICĂRII RATEI DE CREȘTERE A PEȘTELOR ȘI AL OPTIMIZĂRII VALORIFICĂRII FURAJELOR..... | 100 |
| <i>Vadim RUSU, Dorin DUMBRĂVEANU, Ion CROITORU, Mihail BUDEANU, Igor PÎRȚU</i> | ASIGURAREA CALITĂȚII MEDIULUI ȘI DIMINUAREA IMPACTULUI REZIDUURILOR ORGANICE ÎN INSTALAȚIILE PISCICOLE CE FUNCȚIONEAZĂ PE BAZA SISTEMULUI DE RECIRCULARE A APEI..... | 103 |
| <i>Veaceslav SÎTNIC, Alina LARION, Victoria NISTREANU, Natalia CARAMAN</i> | DINAMICA POPULAȚIILOR SPECIEI <i>US SPICILEGUS</i> PETENYI, 1882 (<i>RODENTIA</i>, <i>MURIDAE</i>) ÎN AGROCENOZELE DIN REPUBLICA MOLDOVA | 106 |
| <i>Vladimir ȘEPTIȚCHI, Olesia GROSUL-RAILEANU, Ana LEORDA</i> | ACTIVITY OF CARBOHYDRASES AND PROTEASES OF THE MUCOUS MEMBRANE OF THE SMALL INTESTINE OF ALBINO RATS WITH DIFFERENT LEVELS OF CONSTITUTIONAL STRESS REACTIVITY..... | 109 |
| <i>Vladimir ȘEPTIȚCHI, Ana LEORDA, Liliana BURLACU</i> | PARTICULARITĂȚILE INDICILOR SISTEMULUI SANGVIN PERIFERIC AL LONGEVIVILOR DIN RAIONUL ȘTEFAN VODĂ..... | 112 |
| <i>Юлианна ЛУПАШКО, Елена БЕРЕЗОВСКАЯ, Татьяна ГЕЛЬМИЧ, Инна ВЕНГЕР, Людмила ГОЛОВАТЮК, Даниелла ЛУПАШКО, Калина БУГОР, Татьяна БУРДА</i> | ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ИМПЕДАНСНОГО АНАЛИЗАТОРА В ОЦЕНКЕ НУТРИТИВНОГО СОСТОЯНИЯ БОЛЬНЫХ С ХРОНИЧЕСКИМИ ДИФУЗНЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ ПЕЧЕНИ..... | 115 |

Cristina ȚUGULEA

**ACLIMATIZAREA SPECIEI *ACONTIA CANDEFAC*TA (HUBNER, 1831)
(LEPIDOPTERA: *NOCTUIDAE*) ÎN REPUBLICA MOLDOVA..... 118**

*Alina TROFIM, Liliana ZOSIM, Valentina BULIMAGA, Greta BALAN, Valeriu RUDIC,
Daniela ELENCIUC*

**POLIZAHARIDELE CIANOBACTERIENE – AGENȚI POTENȚIALI CU ACȚIUNE
ANTIBACTERIANĂ 121**

GEOȘTIINȚE ȘI SILVICULTURĂ

Vitalie SOCHIRCĂ, Tatiana NAGACEVSCHI

**CONFIGURAȚIA ȘI NATURA PROFILURILOR DE SOL CA DOVADĂ A VÂRSTEI
SOLULUI DIN SITURILE ARHEOLOGICE ALE MICROZONEI SAHARNA 124**

Gheorghe JIGĂU, Anjela STADNIC

**CADRUL BIOFIZIC DE OPTIMIZARE A SISTEMELOR DE ÎNTREȚINERE A
SOLURILOR ÎN CONDIȚII DE INSTABILITATE CLIMATICĂ..... 127**

Petru BACAL, Daniela BURDUJA

DINAMICA EFECTIVULUI POPULAȚIEI ÎN ZONA DE IMPACT A CHE NISTREAN.. 130

Petru CIORCHINĂ

**EVALUAREA RITMULUI DE CREȘTERE ÎN ÎNĂLȚIME A DIFERITELOR
PROVENIENȚE DE STEJAR PEDUNCULAT 134**

Tatiana BUNDUC

**TIPURILE DE VĂI ÎN STRUCTURĂ MONOCLINALĂ DIN COLINELE
TIGHECIULUI 137**

Natalia CIUBUC, Vladislav GRATI

**ASPECTE SOCIALE ALE FUNCȚIILOR RECREATIVE ALE PĂDURILOR DIN
REPUBLICA MOLDOVA..... 141**

Petru CUZA

**PRINCIPII DE GESTIONARE A PĂDURILOR ÎN RAPORT CU MENȚINEREA
BIODIVERSITĂȚII FORESTIERE..... 144**

Ana JELEAPOV

**EVALUAREA IMPACTULUI ANTROPIC ASUPRA RESURSELOR DE APĂ ALE
RÂURILOR DIN CADRUL REGIUNII DE DEZVOLTARE NORD A REPUBLICII
MOLDOVA 147**

CHIMIE ȘI TEHNOLOGIE CHIMICĂ

Angela LIS, Viorica GLADCHI, Gheorghe DUCA

FOTOLIZA INDIRECTĂ A ACIDULUI TIOGLICOLIC ÎN SISTEMELE ACVATICE .. 150

Viorica GLADCHI, Angela LIS

FOTOTRANSFORMAREA ACIDULUI FOLIC ÎN SOLUȚII APOASE..... 154

| | |
|--|------------|
| <i>Maria GONȚA, Larisa MOCANU, Elizaveta LEONTEV</i> | |
| OXIDAREA/MINERALIZAREA SURFACTANTULUI ANIONIC DODECILBENZSULFONATULUI DE SODIU CU REAGENTUL FENTON | 158 |
| <i>Aliona COTOVAIA, Victor ȚAPCOV, Mihaela DARII, Aurelian GULEA</i> | |
| SALICILIDEN-4-ETILTIOSEMICARBAZIDAȚII DE Cu(II) CARE CONȚIN SULFANILAMIDE | 162 |
| <i>Elena BUNDUCHI, Viorica GLADCHI, Gheorghe DUCA</i> | |
| STABILIREA CALITĂȚII UNOR APE NATURALE ÎN BAZA FORMELOR ACTIVE ALE OXIGENULUI | 165 |
| <i>Elena TUTOVAN, Tatiana ISAC-GUȚUL, Angela ȘÎRBU</i> | |
| STUDIUL FORMĂRII COMPUȘILOR COORDINATIVI AI Cu(II) CU 4-ALIL- TIOSEMICARBAZONA 2-ACETILPIRIDINEI ÎN SOLUȚIE | 169 |
| <i>Vasile GUȚANU, Maria BOTNARU, Angela ȘÎRBU</i> | |
| TRATAMENT TERMIC AL CĂRBUNELUI ACTIV ÎNCĂRCAT CU VITAMINA C | 172 |
| <i>Igor POVAR, Oxana SPÎNU</i> | |
| METODE DE CALCUL AL PRODUSULUI DE SOLUBILITATE A SĂRURILOR ACIDE PUȚIN SOLUBILE | 174 |
| <i>Olga GARBUZ, Nadejda RAILEAN, Igor GOSTEV, Anna RUSNAC, Ion TODERAȘ, Aurelian GULEA</i> | |
| EVALUAREA BIOLOGICĂ A COMPUȘILOR COORDINATIVI AI CUPRULUI(II) CU UNELE TIOSEMICARBAZONE HETEROCICLICE..... | 177 |
| <i>Elena SRATULAT, Oleg PALAMARCIUC</i> | |
| FORMAREA ȘI STABILITATEA COMPUȘILOR COORDINATIVI AI COBALTULUI CU CHALCOGENSEMICARBAZONELE 8-FORMILCHINOLINEI ÎN SOLUȚII | 179 |
| <i>Angela ȘÎRBU, Oleg PALAMARCIUC, Elena STRATULAT</i> | |
| COMPLEXAREA IONILOR DE NICHEL (II) CU 4-HIDROXI-3-((2- (FENILCARBAMOTIOIL) HIDRAZONO) METIL) BENZENSULFONATUL DE SODIU ÎN SOLUȚII APOASE..... | 182 |
| <i>Maria BÎRCĂ, Victor ȚAPCOV, Olga GARBUZ, Ioana BORTA, Aurelian GULEA</i> | |
| COMPUȘII COORDINATIVI AI Cu(II), Ni(II) ȘI Co(III) 3d CU TIOSEMICARBAZIDELE SUBSTITUITE | 185 |
| <i>Руслан БОРОДАЕВ</i> | |
| ДИНАМИКА АККУМУЛИРОВАНИЯ МЕТАЛЛОВ ПЕРЕМЕННОЙ ВАЛЕНТНОСТИ НА УЧАСТКЕ РЕКИ ДНЕСТР | 188 |
| <i>Roman RUSNAC, Andrei CIURSIN, Aurelian GULEA</i> | |
| SINTEZA ȘI ANALIZA N-CICLOHEXIL-2-[DI(PIRIDIN-2-IL)METILIDEN] HIDRAZIN-1-CARBOTIOAMIDEI..... | 191 |
| <i>Vladislav BLONSCHI, Viorica GLADCHI</i> | |
| APRECIEREA STĂRII REDOX A LACURILOR GHIDIGHICI ȘI DĂNCENI PRIN PREZENȚA TIOLILOR ÎN PERIOADA ANILOR 2015-2021..... | 194 |
| <i>Larisa MOCANU, Maria GONȚA, Ion POPAZ</i> | |
| DEGRADAREA DICLOFENACULUI DE SODIU DIN SOLUȚII APOASE PRIN UTILIZAREA PROCESELOR DE OXIDARE AVANSATĂ | 197 |

| | |
|---|------------|
| <i>Elena NEGUȚA, Greta BALAN, Aurelian GULEA, Ion BULIMESTRU</i> | |
| ACTIVITATEA BIOLOGICĂ A COMPUȘILOR COORDINATIVI AI Cu(II) ȘI Bi(III) CU IONI AMINOPOLICARBOXILAT ȘI TIOSEMICARBAZONE ALE 2-FORMIL ȘI 2-ACETILPIRIDINEI | 201 |
| <i>Anna RUSNAC, Olga GARBUZ, Sergiu SHOVA, Aurelian GULEA</i> | |
| SINTEZA, CARACTERIZAREA ȘI CERCETAREA ACTIVITĂȚII ANTIOXIDATIVE A N(4)ACETAT DE ETIL TIOSEMICARBAZONELOR 2-FORMIL(2-ACETIL) PIRIDINEI | 205 |
| <i>Ana POPUȘOI, Ion LUNGU, Roman RUSNAC, Petru BULMAGA, Ștefan ROBU, Tamara POTLOG</i> | |
| SINTEZA ȘI CERCETAREA FTALOCIANINELOR DE Zn SUBSTITUITE CU GRUPĂRI NITRO ȘI AMINO | 208 |
| <i>Янина УЛЬКИНА</i> | |
| СИНТЕЗ И ПРОТИВОМИКРОБНЫЕ СВОЙСТВА КООРДИНАЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ НЕКОТОРЫХ 3dМЕТАЛЛОВ С 4-АЛЛИЛТИОСЕМИКАРБАЗОНОМ N-(4-МЕТОКСИФЕНИЛ)-2-ОКСОПРОПАНАМИДОМ | 212 |

МАТЕМАТИКĂ ȘI INFORMATICĂ

| | |
|---|------------|
| <i>Денис НЕГУПА, Татьяна ШЕСТАКОВА, Вадим ГОНЦА, Ольга ЧЕРБУ</i> | |
| МЕТОДОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ПРИЛОЖЕНИЙ ИСПОЛЬЗУЯ SPRING FRAMEWORK | 215 |
| <i>Galina SPRINCEAN</i> | |
| APLICAREA METODEI NEWTON LA REZOLVAREA PROBLEMEI NELINIARE, CONDIȚIONALITĂȚI, CAZUL DISPOZITIVULUI SEMICONDUCTOR | 218 |

FIZICĂ ȘI INGINERIE

| | |
|---|------------|
| <i>Vladimir BRINZARI, Iulia BORIS, Mihail IVANOV</i> | |
| NANOCOMPOSITE STRUCTURE CHANGES IN ZnO-In₂O₃ (ZIO) SYSTEM PREPARED BY SPRAY PYROLYSIS METHOD | 226 |
| <i>Nadejda NASEDCHINA, Vladimir PRILEPOV, Mădălina SANDU, Arcadi CHIRIȚA</i> | |
| DIFUZIA Ag SUB ACȚIUNEA RAZELOR X ÎN STRUCTURILE CU STRATURI SUBȚIRI As₂S₃ DOPATE CU Fe | 230 |
| <i>Vladimir PRILEPOV, Nadejda NASEDCHINA, Irina MAISTRUC, Arcadi CHIRIȚA</i> | |
| DIFUZIA Cu ÎN STRUCTURILE CU STRATURI SUBȚIRI (As₂S₃)_{0,99}(Bi₂Se₃)_{0,01} SUB ACȚIUNEA RADIAȚIILOR VIZIBILE ȘI RAZELOR X | 233 |
| <i>Татьяна ГОГЛИДЗЕ, Георге ГИЛЕЦКИЙ, Серджиу ВАТАВУ, Наталья НЕДЕОГЛО, Татьяна ЮРЬЕВА, Дмитрий НЕДЕОГЛО</i> | |
| СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ И ИЗЛУЧАТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ НАНОКРИСТАЛЛОВ CdSe | 236 |

*Константин СУШКЕВИЧ, Татьяна ГОГЛИДЗЕ, Серджиу БАТАВУ, Наталья НЕДЕОГЛО,
 Георге ГИЛЕЦКИЙ, Валентина НИКОРИЧ, Татьяна ЮРЬЕВА, Дмитрий НЕДЕОГЛО*

| | |
|--|-----|
| РОСТ МОНОКРИСТАЛЛОВ CdSe И ВЛИЯНИЕ ИХ ОТЖИГА В РАСПЛАВЕ Cd НА ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА | 240 |
| <i>Александр КЛЮКАНОВ, Денис НИКА, Александр ВАРЗАРЬ, Серджиу БАТАВУ</i> | |
| ЭКСИТОННЫЙ ПЕРЕХОД МОТТА В КРИСТАЛЛАХ CdTe | 244 |
| <i>Александр КЛЮКАНОВ, Денис НИКА, Александр ВАРЗАРЬ, Серджиу БАТАВУ</i> | |
| БОЗЕ-ЭЙНШТЕЙНОВСКИЙ КОНДЕНСАТ ЭКСИТОНОВ И СВЯЗАННЫЕ ФОНОН-РОТОННЫХ МОДЫ | 248 |
| <i>Vadim SIRKELI</i> | |
| TERAHERTZ RESONANT TUNNELING DIODES BASED ON GaN/AlGaN STRUCTURES | 253 |
| <i>Oleg SAPOVAL, Alexandr BELENCIUC, Sergiu VATAVU</i> | |
| METALORGANIC AEROSOL DEPOSITION TECHNIQUE | 257 |
| <i>Oleg SAPOVAL, Alexandr BELENCIUC, Sergiu VATAVU</i> | |
| METALORGANIC AEROSOL DEPOSITION: THE BUILDING OF OXIDE FILMS | 261 |
| <i>Dorin SPOIALĂ, Gheorghe GHILEȚCHII, Elmira VATAVU, Liliana DMITROGLO, Oleg ȘAPOVAL, Alexandr BELENCIUC, Corneliu ROTARU, Igor NAROLSCHI, Sergiu VATAVU</i> | |
| STRATURI SUBȚIRI Ga₂S₃ PENTRU APLICAȚII ÎN DETECTORI DE RADIAȚII ELECTROMAGNETICE | 264 |
| <i>Igor NAROLSCHI, Gheorghe GHILEȚCHII, Alexandr CLIUCANOV, Corneliu ROTARU, Dorin SPOIALĂ, Elmira VATAVU, Oleg ȘAPOVAL, Alexandr BELENCIUC, Liliana DMITROGLO, Elena BERCU, Marin RUSU, Sergiu VATAVU</i> | |
| STRUCTURA ȘI MORFOLOGIA STRATURILOR NANOMETRICE DE ZnSnN₂ PREPARATE PRIN MAGNETRON SPUTTERING | 268 |
| <i>Elmira VATAVU, Veaceslav SPRINCEAN, Liliana DMITROGLO, Virginia GURĂU, Mihail CARAMAN</i> | |
| FOTOREZISTOR PENTRU REGIUNEA ULTRAVIOLETĂ PE BAZĂ DE STRAT DIN NANOFIRE DE β-Ga₂O₃ | 272 |
| <i>Инна БЕЛАЯ, Валентина НИКОРИЧ</i> | |
| МЕЖПРЕДМЕТНАЯ СВЯЗЬ ФИЗИКИ И ХИМИИ | 276 |
| <i>Емил РУСУ, Леонид КОНОПКО. Альбина НИКОЛАЕВА, Вадим МОРАРЬ, Иван ПОПОВ, Татьяна КОРОМЫСЛИЧЕНКО, Денис НИКА</i> | |
| ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОНОКРИСТАЛЛОВ SnSe, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ БРИДЖМЕНА | 279 |
| <i>Alexandr COCEMASOV, Vladimir BRINZARI, Denis NIKA</i> | |
| RATTLING-INDUCED SUPPRESSION OF PHONON TRANSPORT IN In₂O₃ WITH Sn AND Ga | 283 |
| <i>Virginia GURĂU, Dumitru UNTILA, Iuliana CARAMAN, Igor EVTODIEV</i> | |
| STRUCTURA, PROPRIETĂȚILE OPTICE ȘI FOTOLUMINESCENTE ALE NANOFIRELOR DE β-Ga₂O₃:Eu³⁺ PE SUBSTRAT DE GaSe:Eu | 286 |
| <i>Olga ZAVTUR, Taisia SORBALĂ, Alisa CURLICOVSKI</i> | |
| MAGIA FIZICII ÎN GIMNAZIU | 289 |

| | |
|---|------------|
| <i>Калина ИСАКОВА, Александр КОЧЕМАСОВ, Денис НИКА</i> | |
| ФОНОННАЯ ИНЖЕНЕРИЯ В ОДНОМЕРНЫХ НАНОСТРУКТУРАХ | 293 |
| <i>Albina NIKOLAEVA, Leonid KONOPKO, Tito HUBER, Denis NICA, Ivan POPOV</i> | |
| QUANTUM OSCILLATIONS OF MAGNETORESISTANCE AND SIZE EFFECTS IN Bi_{1-x}Sb_x TOPOLOGICAL INSULATOR SEMICONDUCTOR WIRES | 297 |

TEHNOLOGII FIZICE AVANSATE CU APLICAREA UVS ÎN MONITORIZAREA ȘI MODELAREA FACTORILOR DE MEDIU

| | |
|---|------------|
| <i>Florentin PALADI, Alexandr A. BARSUC</i> | |
| ANALYSIS OF SOLUTIONS FOR THE SYSTEMS OF NONLINEAR EQUATIONS DEPENDING ON PARAMETERS | 301 |
| <i>Alexandr A. BARSUC, Florentin PALADI</i> | |
| ON SYSTEMS OF NONLINEAR EQUATIONS DEPENDING ON PARAMETERS | 305 |
| <i>Viorica GLADCHI</i> | |
| SCHIMBĂRILE CLIMATICE ÎN MUNICIPIUL CHIȘINĂU. COMPARAȚIA VREMII ÎN ANII 2011 ȘI 2021 | 309 |
| <i>Veaceslav SPRINCEAN, Arcadi CHIRIȚA, Mihail CARAMAN, Florentin PALADI</i> | |
| REFLEXIA DIFUZĂ ȘI FOTOLUMINESCENȚA FRUNZELOR DE VIȚA-DE-VIE ÎN DIFERITE PERIOADE DE VEGETAȚIE A PLANTELOR | 312 |
| <i>Petru LOZOVANU, Florentin PALADI, Tatiana BULIMAGA</i> | |
| PERSPECTIVA UTILIZĂRII NANOCUSTERILOR DE CARBON C_n ÎN PRELEVAREA PROBELOR DIN ATMOSFERĂ | 315 |
| <i>Alexei LEU, Marian JALENCU, Marianna SAVVA, Mihail CARAMAN, Florentin PALADI, Veaceslav SPRINCEAN</i> | |
| IMPACTUL ECONOMIC ȘI DE MEDIU AL PLATFORMEI eALERT PENTRU MONITORIZAREA ÎN TIMP REAL A CALITĂȚII AERULUI | 318 |
| <i>Viorel BULIMAGA, Tatiana BULIMAGA</i> | |
| PERSPECTIVE DE UTILIZARE A DRONELOR PENTRU MONITORIZAREA TRAFICULUI RUTIER | 322 |
| <i>Arcadi CHIRIȚA, Veaceslav SPRINCEAN, Marianna SAVVA, Florentin PALADI</i> | |
| DETECTAREA SEMNALELOR DE FLUORESCENȚĂ A PLANTELOR LA DISTANȚĂ CU FOLOSIREA UAV | 327 |
| <i>Sergiu MATVEEV, Veaceslav SPRINCEAN, Vlad VORNIC</i> | |
| UTILIZAREA UAV ÎN CERCETĂRILE ARHEOLOGICE DIN BAZINUL RÂULUI COGĂLNIC. SITUL LIPOVENI II-LA NISIPĂRIE | 330 |

**Conferința științifică națională cu participare internațională
„INTEGRARE PRIN CERCETARE ȘI INOVARE”
dedicată Zilei internaționale a Științei pentru Pace
și Dezvoltare, 10-11 noiembrie 2022**

Științe ale naturii și exacte

Redactor – *Antonina Dembițchi*
Asistență computerizată – *Maria Bondari*

Bun de tipar 20.12.2022. Formatul 70x100 ¹/₁₂.

Coli de tipar 28,5. Coli editoriale 23,5.

Comanda 32 sp. Tirajul 50 ex.

Centrul Editorial-Poligrafic al USM
str. Al. Mateevici, 60, Chișinău, MD 2009