

UNIVERSITATEA DE STAT „DIMITRIE CANTEMIR”

CONSORTIILE ACADEMIC UNIVERSITARE

*Școala doctorală matematica și știința informației*

*Școala doctorală științe fizice*

*Școala doctorală științe chimice și tehnologice*

*Școala doctorală științe biologice*

*Școala doctorală științe geonomice*

Materialele  
Conferinței științifice a doctoranzilor  
**Tendințe contemporane ale dezvoltării științei:  
viziuni ale tinerilor cercetători**

Volumul I

Ediția a IX-a

Chișinău, 2020

*Recomandată pentru publicare de Consiliile Școlilor Doctorale  
și Consiliul Științific al Universității de Stat „Dimitrie Cantemir”  
(proces-verbal nr. 2 din 20 mai 2020)*

## **COMITETUL ȘTIINȚIFIC:**

dr. hab. Hanganu Aurelia, rector USDC

acad. Duca Gheorghe, președinte al Consiliului științific

acad. Cioban Mitrofan, director al Școlii doctorale matematica și știința  
informației

acad. Cimpoi Mihai, director al Școlii doctorale științe umaniste

acad. Guceac Ion, director al Școlii doctorale științe juridice, politice  
și sociologice

mem. cor. Nedealcov Maria, director al Școlii doctorale științe geonomice

acad. Rudic Valeriu, director al Școlii doctorale științe biologice

mem. cor. Stratan Alexandru, director al Școlii doctorale științe economice  
și demografice

dr. hab. Ungur Nicon, director al Școlii doctorale științe chimice și tehnologice

dr. hab. Ursachi Veaceslav, director al Școlii doctorale științe fizice

## **DESCRIEREA CIP A CAMEREI NAȚIONALE A CĂRȚII**

Responsabilitatea asupra conținutului revine în exclusivitate autorilor

## Școala doctorală matematica și știința informației

<b>Bumbu Tudor.</b> <i>Evaluarea corpusului diacronic paralel cu texte românești din noul testament din 1648 &amp; 1990.....</i>	6
<b>Didurik Natalia.</b> <i>Despre unii izotopi ai f-quasigrupurilor cu proprietate inversabilă unilaterală.....</i>	13
<b>Golubev Alexandr.</b> <i>Overview of Artificial Intelligence Algorithms and Big Data in Medical Investigations for Implementation in Telemedicine.....</i>	18
<b>Golubev Alexandr.</b> <i>Информационная система для анализа качества продукции с использованием искусственного интеллекта.....</i>	23
<b>Gorea Adela.</b> <i>Anumite particularități de evaluare a credibilității informației în social media.....</i>	28
<b>Malyutina Nadezhda.</b> <i>Cryptanalysis of some stream ciphers based on n-ary groupoids.....</i>	35
<b>Svediu Irina.</b> <i>About (r,s,t)-inverse quasigroups.....</i>	41

## Școala doctorală științe fizice

<b>Boian Vladimir.</b> <i>Modelarea proceselor de formare a valvei de spin supraconductoare bazate pe nanostructuri multistrat „supraconductor – feroma.....</i>	48
<b>Cazac Veronica.</b> <i>Spiral illumination applied for extended performance of the digital holographic microscope.....</i>	55
<b>Morari Vadim.</b> <i>Caracterizarea filmelor ZN0.8MG0.2O obținute prin metoda spin coating și depunerea din aerosoli pe suporturi de p-SI.....</i>	61
<b>Morari Vadim.</b> <i>Heterostructurile p-NiO/n-Si și p-NiO/n-ZnO/n-Si obținute prin metoda spin coating.....</i>	67
<b>Podgornii Daniel.</b> <i>Clusteri ai fierului ca blocuri de asamblare a polimerilor coordinați cu proprietăți avansate.....</i>	75

## Școala doctorală științe chimice și tehnologice

<b>Ciobanu Natalia.</b> <i>Sinteza și activitatea biologică a monastrolului.....</i>	82
<b>Popescu Violeta.</b> <i>Compoziția chimică și activitatea antimicrobiană a uleiului volatil de Salvie Tămâioasă (Salvia Sclarea L.) produs în R. Moldova...87</i>	87

## Școala doctorală științe biologice

<b>Berezovscaia Elena.</b> <i>Comorbiditatea hepatopatiilor cronice și tulburărilor mintale.....</i>	92
<b>Blîndu Irina.</b> <i>Influența epigenetică a procesului de spermatogeneză la mamifere.....</i>	98
<b>Bogdan Victoria.</b> <i>Streptococii intestinali semnificativi pentru sănătatea organismului.....</i>	104
<b>Burcovschi Ion.</b> <i>Floarea-soarelui: evoluția dinamică a productivității, recoltei și suprafețelor cultivate, în Republica Moldova.....</i>	112
<b>Burlacu Victoria.</b> <i>Ecologia comunităților mamiferelor mici (rodentia, insectivora) în focarele de leptospiroză din raionul glodeni, Republica Moldova.....</i>	118
<b>Carp Ecaterina.</b> <i>Activitatea antioxidantă a preparatelor uleioase pe bază de astaxantină din Haematococcus pluvialis.....</i>	124
<b>Cassir Polina.</b> <i>Contribuții la cunoașterea pașiștilor din Rezervația „Prutul de Jos”.....</i>	130
<b>Ciorba Petru.</b> <i>Aspectele dezvoltării investigațiilor hidrochimice și studierii microelementelor în apele naturale.....</i>	137
<b>Codreanu Liviu.</b> <i>Utilizarea biomasei reziduale de Nostoc linckia în calitate de biosorbent.....</i>	144
<b>Crețu Roman.</b> <i>Physiological significance in the evolution of mammalian spermatogenesis.....</i>	150
<b>Dibolscaia Natalia.</b> <i>Structura comunităților de lilieci (mammalia, chiroptera) în carierele de la bicioc sub influența schimbărilor antropice și climatice.....</i>	157
<b>Dubalari Alexandru.</b> <i>Ciclul dezvoltării și funcționării celulelor Sertoli.....</i>	164
<b>Ерошенкова виктория.</b> <i>Динамика гидрохимических показателей реки Днестр на участке Каменка – Слободзея за период 2013-2017 гг.....</i>	171
<b>Fiodorov Nicolai.</b> <i>Структурно-функциональные особенности репродуктивных клеток рыб.....</i>	181
<b>Garbuzneac Anastasia.</b> <i>Compoziția lipidică a biomasei tulpinilor de streptomicete în urma cultivării pe medii complexe după păstrare îndelungată.....</i>	187
<b>Gologan Ion.</b> <i>Helminthofauna carasului-argintiu-carassius gibelio (bloch, 1782), din diverse bazine acvatice a Republicii Moldova.....</i>	192
<b>Grăjdieru Cristina.</b> <i>Molecular identification of fumonisin-producing fungi in maize.....</i>	199
<b>Listopadova Liudmila.</b> <i>Vigilență exprimată la nivelul scoarței cerebrale în decursul comportamentului alimentar.....</i>	205
<b>Mustea Mihail.</b> <i>Peștii cu ciclul vital scurt din lacul refrigerent Cuciorgan.....</i>	212

<b>Nicuță Alexandru.</b> <i>Influența metodei de păstrare asupra conținutului substanțelor fenolice în fructele de măr.....</i>	218
<b>Paladi Viorica.</b> <i>Considerații privind speciile noi și accidentale întâlnite în zona umedă Ramsar „Lacurile Prutului de Jos”.....</i>	225
<b>Portarescu Anastasiia.</b> <i>Impactul urbanizării asupra mediului.....</i>	237
<b>Pusica Zainea.</b> <i>Stresul psihogen și consecințele lui (sinteza) .....</i>	242
<b>Rotari Ion.</b> <i>Modificarea activității antioxidante a biomasei de spirulina la acțiunea unor nanoparticule în înveliș din polietilenglicol.....</i>	249
<b>Tașca Ion.</b> <i>Toxicitatea seleniului din compuși neorganici pentru cultura de spirulină.....</i>	25
<b>Timuș Ion.</b> <i>Studiul proprietăților microbiene a micromicetelor după liofilizare.....</i>	250

### **Școala doctorală științe geonomice**

<b>Șalaru Victor-Cătălin.</b> <i>Impactul factorilor meteo-climatici din perioada rece a anului și posibilități de atenuare.....</i>	262
--	-----

## **EVALUAREA CORPUSULUI DIACRONIC PARALEL CU TEXTE ROMANEȘTI DIN NOUL TESTAMENT DIN 1648 & 1990**

*BUMBU TUDOR,*

*Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir”, Republica Moldova*

**Introducere.** Textele din patrimoniul cultural istoric al unei limbi sunt o comoară a neamului și a societății. Aceste texte trebuie colectate, digitizate (informatizate) și păstrate pentru studiu lingvistic, dar și suport genealogic pentru generațiile următoare. Luând în considerare unele aspecte lingvistice, textele vechi diferă de textele moderne prin absența convențiilor de scriere standardizate. Acest fenomen se produce deoarece limbile naturale sunt organisme în dezvoltare care se modifică mereu. Începând de la fonologie, lexic, structură de propoziție și multe alte caracteristici lingvistice până la sensul pe care îl redau unele cuvinte acum și atunci. În majoritatea cazurilor, dezvoltarea limbilor naturale se întâmplă prea încet și nu poate fi observată de-a lungul generațiilor învecinate. Cu toate acestea, ținând cont de o perioadă lungă, putem observa cu ușurință diferențele dintre textul scris acum 300 de ani în urmă și aceleași gânduri puse în cuvinte în aceste zile.

Scopul cercetării noastre este să traducem textele istorice vechi în texte care folosesc expresii și cuvinte care alcătuiesc dicționarul modern al limbii române. Astfel, un prim început al lucrărilor a fost elaborarea unui corpus paralel diacronic pentru cartea Noul Testament din secolul al XVII-lea și Noul Testament din secolul XX pentru a avea o bază bună de resurse și realizarea în continuare a unor analize diacronice ale limbii române.

Această lucrare prezintă procesul de îmbunătățire a raportului de asemănare lexicografică dintre cuvintele și expresiile folosite în corpusul vechi și corpusul modern, folosind tehnici speciale din prelucrarea limbajului natural precum, corectarea erorilor în text, tehnici de marcarea textului și evaluarea traducerilor utilizând scorul BLEU. Cercetarea de față este o parte a unui proiect de cercetare mai mare, iar rezultatul general este un pachet de instrumente, care va servi la automatizarea alinierii textului vechi la textul modern. Alinierea textelor vechi la reprezentarea lor modernă înseamnă traducerea lor într-un limbaj contemporan prin înlocuirea frazelor care nu sunt utilizate în ziua de azi cu expresii moderne. Orice persoană care vorbește o limbă contemporană ar trebui să interpreteze cu ușurință textul rezultat.

**Resurse și instrumente.** Sursa noastră principală este corpusul diacronic paralel elaborat în lucrarea Bumbu, 2019 [1], care este plasat pentru

acces liber (<https://github.com/bumbutudor/-Aliniere>). Corpusul paralel conține textul din cartea „Noul Testament sau Înpacarea, au Leagea noao a lui Is. Hs.”, tipărită în 1648 la Cetatea Belgradului, Ardeal [2] și textul din versiunea electronică a Noului Testament modernizat (versiune redactată și adnotată de Bartolomeu Valeriu Anania, arhiepiscop al Arhiepiscopiei Vadului, Feleacului și Clujului și mitropolit al Mitropoliei Clujului, Albei, Crișanei și Maramureșului pe parcursul a 11 ani începând în 1990) [3]. Volumul de text al corpusului exprimat prin propoziții, este de aprox. 10 000 de propoziții, câte ~5000 din fiecare carte, în parte.

Ținând cont de faptul că alfabetul folosit în textul din cartea tipărită în sec. XVII este vechi și neutilizat (alfabetul chirilic românesc), am trecut prin mai multe etape ca să ajungem la text editabil cu alfabetul modern al limbii române. Primul pas a fost transformarea imaginilor scanate din carte în format text editabil. Până și acum acest pas este o sarcină provocatoare, deoarece rezultatul obținut după recunoașterea optică a caracterelor (OCR) utilizând instrumentarul din ABBYY FineReader [4] are o acuratețe de până la 80%, iar erorile sunt corectate manual. Unele probleme care înrăutățesc acuratețea de recunoaștere optică sunt cele că: paginile din carte sunt uzate (au pete și sublinieri pe sub rânduri); textul din carte are o mulțime de caracteristici specifice acelei perioade, cum ar fi: litere peste alte litere, cuvinte scrise împreună, referințe scrise în slavonă cu un font mai mic, abrevieri, utilizarea pe scară largă a accentelor, etc (figura 1).

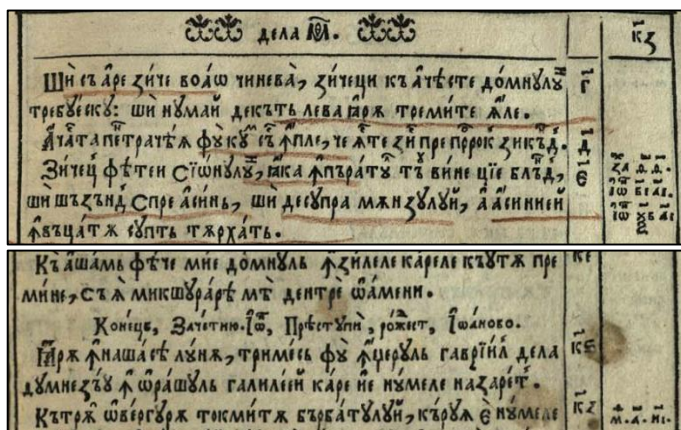


Figura 1. Două fragmente din Noul Testament (1648)

Următorul pas a fost transformarea textului din alfabet chirilic în alfabetul latinizat. La această etapă, am folosit un instrument de transliterare dezvoltat la Institutul de Matematică și Informatică „V. Andrunachievici ” [5]. Un exemplu de text transliterare este prezentat în tabelul 1.

Tabel 1. Fragment de text transliterat din Noul Testament (1648)

Textul după OCR	Textul tarnsliterat
<p>НѢ ЦЮДЕКАРЕЦЬ КЛЕЖ НѢ ФИЦЬ          ЦЮДЕКАЦ.          КЖ КѢ ЧЕ ЦЮДЕКАТЖ КЕЦН ЦЮДЕКА,          ЦЮДЕКАКЖКЕЦЬ: ШН КѢЧЕ МЖЕѢРЖ          КЕЦН МЖЕѢРА, ЕЖКА МЖЕѢРА КОЛА.</p>	<p>Nu giudecareț casă nu fiț          giudecaț.          Că cu ce giudecată veți          giudeca, giudecavăveț: și          cuce măsură veți măsură,          săva măsură voao.</p>

După transliterarea textului obținut la etapa de recunoaștere optică a caracterelor, au fost puse în corespondență verseturile din Noul Testament vechi (NTV) cu verseturile din Noul Testament modern (NTM) (tabelul 2), iar rezultatul obținut a fost corpusul diacronic paralel. Versetele au fost selectate în funcție de ordinea lor din carte. Respectiv, 1006 versete din Evanghelia după Matei, 675 versete din Evanghelia după Marcu, 1151 și 668 versete din Evanghelia după Luca și Ioan.

Table 2. Versete din NTV și NTM puse în corespondență

Text din NTV	Text din NTM
Și fu îzilele acelia, veni Iisus de în nazareful galileei, și să boteză dela Ioan în Iordan.	Și în zilele acelea, Iisus a venit din Nazaretul Galileii și S'a botezat în Iordan de către Ioan.
Și aciîș eșind de în apă, văzu deșchise ceriurele, și duhul ca un porumbu, pogorând spre El.	Și îndata, ieșind din apă, a vazut cerurile deschise și Duhul ca un porumbel pogorându-Se peste El.
Și glas fu den ceriure, tu ești fiul mieu cel iubit, întru carele bine voescu.	Și glas s'a făcut din ceruri: "Tu ești Fiul Meu Cel iubit, întru Tine am binevoit".



Structura propoziției și lexicul aceluiași verset din NTV și NTM variază. Ele pot fi foarte similare, dar în același timp, există versete foarte diferite unele de altele.

În continuare este descrisă tehnica BLEU score, tehnică care urmează s-o folosim pentru a îmbunătăți similaritatea dintre versete. Scorul BLEU (Bilingual Evaluation Understudy) [6], este o metrică pentru evaluarea unei propoziții generate la traducerea automată raportată la o propoziție de referință (tradusă de un expert). O potrivire perfectă are un scor de 1.0, în timp ce o nepotrivire perfectă are un scor de 0.0. Scorul a fost dezvoltat pentru evaluarea predicțiilor făcute de sistemele de traducere automată. Această metodă are multe avantaje convingătoare: este rapidă și ușor de calculat; ușor de înțeles; independentă de limbă; se corelează foarte mult cu evaluarea umană. Scorul BLEU a fost propus de Kishore Papineni et al., 2002 [6]. Abordarea funcționează prin numărarea de n-grame din textul tradus și textul de referință care se potrivesc caracter cu caracter, unde 1-gram sau unigram ar fi un cuvânt și bigram ar fi fiecare pereche de cuvinte. Comparația se face indiferent de ordinea cuvintelor și se poate ajunge până la 4-grame.

În această lucrare vom utiliza scorul BLEU implementat în biblioteca NLTK (Natural Language Toolkit) din Python. Această bibliotecă are o funcție numită *corpus\_bleu()* pentru calcularea scorului BLEU pentru mai multe propoziții, cum ar fi un paragraf sau un document. Funcția primește doi parametri, unde primul parametru este textul candidat, iar al doilea parametru este textul de referință. În cazul nostru textul candidat este textul din NTV, respectiv, textul din NTM – text de referință.

**Procesul de actualizare.** Procesul de actualizare presupune o serie de pași efectuați, care îmbunătățesc scorul BLEU dintre textele din NTV și NTM. Prin urmare la prima etapă vom calcula scorul BLEU dintre versetele din corpus, pentru a avea o evidență. La cea de-a doua etapă vom crea vocabularele pentru textele din NTV și NTM. La următoarea etapă vom calcula frecvența cuvintelor din textul NTV și vom selecta 50 cele mai frecvente cuvinte. La cea de-a patra etapă vom identifica care dintre aceste 50 de cuvinte sunt scrise diferit de cuvintele din vocabularul NTM și le vom actualiza, astfel încât, ele să fie identice cu cele din vocabularul NTM. La final vom calcula din nou scorul BLEU pentru a vedea diferența.

Deci, statistic vorbind, la prima etapă am obținut scorul BLEU egal 0.11, Un rezultat mai mult sau mai puțin așteptat, dat fiind faptul că sunt neconcordanțe la scrierea unor cuvinte, neconcordanțe în utilizarea timpurilor și modurilor verbelor, ex.: „Întru lui **veni**, și ai lui pre El nu **primiră**.” (în NTV) și „Întru ale Sale **a venit**, dar ai Săi nu **L-au primit**.” (în NTM).

Problema verbelor poate fi ușor rezolvată prin aducerea acestora la modul infinitiv, dar acest lucru nu este considerat în această lucrare.

La cea de-a treia și a patra etapă am calculat frecvența cuvintelor pentru fiecare text din corpus și am luat cele mai frecvente 50 de cuvinte din NTV. Din aceste 50 de cuvinte, le-am selectat pe acelea care diferă de scrierea cuvintelor în textele din NTM. Au fost selectate următoarele cuvinte (este scrisă forma în NTV, iar în paranteze rotunde forma în NTM): **iaste** (*este*), **iara** (*iar*), **carele** (*care*), **voao** (*vouă*), **mieu** (*meu*), **dumnezău** (*Dumnezeu*), **voiu** (*voi*), **dară** (*dar*), **nece** (*nici*), **veț** (*veți*), **derept** (*drept*), **fiul** (*fiul*), **carii** (*care*). Aceste cuvinte au fost înlocuite în textele din NTV cu varianta lor meodernizată, iar scorul BLEU de această dată a devenit 0.15, fiind îmbunătățit cu 0.04, practic puțin semnificativ. În următoarele iterații se urmărește înlocuirea expresiilor de două și trei cuvinte, unde se prevede a fi o eficiență mai mare la îmbunătățirea scorului. Această etapă va fi dezvoltată în următoarele lucrări.

Dat fiind faptul că noi modificăm cuvintele din NTV, trebuie să luăm în considerare și păstrarea cuvintelor originale. Prin urmare, pentru a păstra cuvintele originale, se descrie în următorul capitol o metodă de păstrare prin marcare.

**Marcarea cuvintelor actualizate.** La transliterarea textelor din grafia Chirilică în Latină se obține un text cu caractere latine, dar care păstrează specificul original vechi. Pentru a putea compara textul din NTV cu NTM și a putea aplica, într-o măsură oarecare scorul BLEU, este nevoie să înlocuim o mulțime de cuvinte, care se deosebesc lexicografic de cuvintele din textul modern, cu forma lor modernă. Pentru a nu se crea fișiere noi cu textele vechi care să păstreze cuvintele procesate vom aplica următoarea abordare de marcare: cuvântul care urmează să fie modificat în NTV, este înlocuit cu cel modificat în text vechi, iar originalul va fi păstrat pe lângă el, dar în paranteze pătrate [], de exemplu: *împleți*[[*implet*]], *din*[[*den*]], *nouă*[[*noao*]], etc. Dat fiind faptul că în NTV sunt multe cuvinte scrise împreună (fără spațiu între ele) va fi nevoie să modificăm și expresii din două cuvinte, iar pentru a le păstra vom folosi aceleași paranteze pătrate, însă, câte două perechi de astfel de paranteze. Cel mai des exemplu de expresie din două cuvinte în NTV este expresia 'înX' unde X este, în cele mai multe cazuri, un 'nume de loc', iar drept exemple pot fi următoarele: *în Capernaum*[[*încăpernaum*]], *în Ierosolim*[[*înIerosolim*]], *în Cană*[[*încana*]], *în lume*[[*înlume*]], *în pământul*[[*împământul*]]. De asemenea, putem întâlni expresii de două cuvinte scrise împreună unde unul dintre cuvintele din expresie trebuie

modificat. În așa cazuri vom proceda în felul următor. Vom scrie varianta corectă a expresiei ( $\hat{x} \hat{y}$ ). Dacă este schimbat al doilea cuvânt din expresie, atunci vom obține următoarea formă:  $\hat{x} \hat{y}[y][[xy]]$ , iar dacă va fi modificat primul cuvânt vom obține:  $\hat{x}[x] \hat{y} [[xy]]$ . Un exemplu de acest fel unde avem al doilea cuvânt din expresie modificat este: *în cer[ceriu][[înceriu]]*.

Acest concept de păstrare prin marcarea, aici, este în primă fază, iar o continuare urmează să fie elaborată în următoarele lucrări.

**Concluzii.** Această lucrare prezintă, în primul rând, o abordare de a îmbunătăți similaritatea dintre textele din corpusurile diacronice paralele prin folosirea tehnicii BLEU score, tehnică care este orientată la evaluarea traducerilor automate. Cu ajutorul acestui scor putem evalua corpusul deja creat, dar, totodată, avem posibilitatea să-l folosim și la îmbunătățirea similarității dintre textele paralele, prin actualizarea în mod iterativ a expresiilor din textul candidat care diferă de expresiile din textul referință. La o primă iterație de acest fel am obținut o îmbunătățire a scorului cu 0.05, un rezultat nesemnificativ, dar promițător, având în vedere mai multe iterații.

De asemenea, se descrie, în mici linii concrete, o metodă de păstrare a cuvintelor și a expresiilor din două cuvinte din textul original, atunci când dorim să actualizăm unele expresii, dar, în același timp să păstrăm și formele originale ale expresiilor, în același fișier.

### Referințe bibliografice:

1. Bumbu, T. Building a Diachronic Parallel Corpus for the Alignment of the Old Romanian Texts. Proceedings of the Conference on Mathematical Foundations of Informatics MFOI-2019, July 3-6, 2019, Iasi, Romania, pp.263-269.

2. "Noul Testament sau Înpacarea, au Leagea noao a lui Is. Hs.", Biblioteca Digitală Națională a României. Versiune redactată și adnotată de Bartolomeu Valeriu Anania, pe parcursul a 11 ani începând în 1990.[https://ro.wikisource.org/wiki/Biblia/Noul\\_Testament](https://ro.wikisource.org/wiki/Biblia/Noul_Testament)

3. Alexandru Colesnicov, Ludmila Malahov, and Tudor Bumbu. 2016. Digitization of romanian printed texts of the 17th century. In Proceedings of the 12th International Conference Linguistic Resources and Tools for Processing the Romanian Language. Alexandru Ioan Cuza University Press, pages 1–11.

4. Cojocaru S., Colesnicov A., Malahov L., T.Bumbu, S. Ungur. *On Digitization of Romanian Cyrillic Printings of the 17th-18th Centuries*. Computer Science Journal of Moldova, vol.25, no.2(74), 2017.

5. Papineni, K.; Roukos, S.; Ward, T.; Zhu, W. J. Bleu: a method for automatic evaluation of machine translation. ACL-2002: 40th Annual meeting of the Association for Computational Linguistics. pp. 311–318.

**DESPRE UNII IZOTOPI AI  $F$ -QUASIGRUPURILOR  
CU PROPRIETATE INVERSABILĂ UNILATERALĂ**

DIDURIC NATALIA,

Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir”, Republica Moldova

În prezent teoria quasigrupurilor, teoria pătratelor latine și teoria rețelilor se dezvoltă destul de intens. Și dacă fiecare dintre aceste teorii are progresele sale, probleme și sarcini, ele și până în timpul de față se dezvoltă, intersectându-se și îmbogățind una pe alta.

Pentru quasigrupuri, mai ales având legătură cu combinatorica, au fost definite și activ cercetate și se mai cercetează morfisme diverse, printre care evidențiem izomorfismele, automorfismele, izotopiile, autotopiile.

Aproape toate clasele binecunoscute (clasice) de quasigrupuri și bucle posedă de o proprietate inversabilă. Mai des astfel de quasigrupuri posedă una din cele patru proprietăți de inversabilitate, și anume  $IP-$ ,  $LIP-$  ( $RIP-$ ),  $WIP-$ , sau  $CI-$  proprietate de inversabilitate.

În lucrarea data sunt cercetați izotopii  $F$ - quasigrupurilor cu proprietate inversabilă unilaterală:  $FLIP$ -quasigrupuri și  $FRIP$ -quasigrupuri. Sunt construite diverse exemple de  $F$ - quasigrupuri.

**Definiția 1.** Quasigrupul  $K(\cdot)$  se numește  $F$ -quasigrup la stânga, dacă în  $K(\cdot)$  are loc identitatea

$$x \cdot yz = xy \cdot e_x z, \quad \forall x, y, z \in K, \quad (1)$$

unde  $x e_x = x$ .

Analog se definește  $F$ -quasigrupul la dreapta:

$$zy \cdot x = z f_x \cdot yx, \quad \forall x, y, z \in K, \quad (2)$$

unde  $f_x x = x$ .

**Definiția 2.** Quasigrupul  $K(\cdot)$  se numește cu proprietate inversabilă la stânga ( $LIP$ -quasigrup), dacă există astfel de aplicație  $I_l$  a mulțimii  $K$  în  $K$ , încât are loc egalitatea:

$$I_l x(xy) = y, \quad \forall x, y \in K \quad (3)$$

Analog se definește quasigrupul  $K(\cdot)$  cu proprietate inversă la dreapta ( $RIP$ -quasigrup):

$$(yx)I_r x = y, \quad \forall x, y \in K \quad (4)$$

În lucrarea dată cercetăm quasigrupuri cu identitățile (1) și (3) și de aceasta le numim  $FLIP$ -quasigrupuri. Analog cercetăm  $FRIP$ -quasigrupurile cu identitățile (2) și (4).

*Exemple.*

1. Fie  $P(+, \cdot)$  – câmp,  $e$  – unitatea câmpului,  $a \in P, a^2 \neq e$ .  
Definim o operație nouă ( $\circ$ ):  $x \circ y = ax - y, \forall x, y \in P$ . Atunci  
 $P(\circ)$  – FLIP – quasigrup, unde  $e_x = ax - x, x \circ (x \circ y) = y, I_l x = x,$   
 $x \circ (y \circ z) = (x \circ y) \circ (e_x \circ z), 0 \circ 0 = 0, 0$  – element  
idempotent.

2. Fie  $P(+, \cdot)$  același câmp,  $a \in P, a^2 = e, x \circ y = -x + ay,$   
 $P(\circ)$  – FRIP – quasigrup, unde  $f_x = ax - x, (y \circ x) \circ x = y,$   
 $(z \circ y) \circ x = (z \circ f_x) \circ (y \circ x), I_r x = x, 0 \circ 0 = 0, 0$  – element  
idempotent.

Quasigrupul cu cele trei identități (1), (3) și (4) particular este cercetat în [4]. În [1] este demonstrat, că aplicațiile  $I_l$  și  $I_r$  – bijective și  $I_l^2 = I_r^2 = \varepsilon,$  unde  $\varepsilon$  este substituție identică a mulțimii  $K$ .

**Teorema 1.** În orice quasigrup  $K(\cdot)$ , dacă  $T = (\alpha, L_a^{-1}, L_a)$  – autotopia quasigrupului  $K(\cdot)$ , unde  $\alpha$  – orice substituție a mulțimii  $K$ , atunci  $a$  – element al lui Bol la stânga quasigrupului  $K(\cdot)$ , adică are loc egalitatea

$$a(x \cdot ay) = R_{e_a}^{-1}(a \cdot xa) \cdot y, \forall x, y \in K \quad (5)$$

unde  $ae_a = a, R_{e_a}x = xe_a, R_{e_a}$  – translație la dreapta a quasigrupului  $K(\cdot)$  cu ajutorul elementului  $e_a$ .

**Teorema 2.** În orice quasigrup  $K(\cdot)$ , dacă  $T = (R_a^{-1}, \beta, R_a)$  – autotopia quasigrupului  $K(\cdot)$ , unde  $\beta$  – orice substituție a mulțimii  $K$ , atunci  $a$  – element al lui Bol la dreapta quasigrupului  $K(\cdot)$ , adică are loc egalitatea

$$(xa \cdot y)a = x \cdot L_{f_a}^{-1}(ay \cdot a), \forall x, y \in K, \quad (6)$$

unde  $f_a a = a, L_{f_a}x = f_a x, L_{f_a}$  – translație la stânga a quasigrupului  $K(\cdot)$  cu ajutorul elementului  $f_a$ .

**Teorema 3.** Dacă în LIP – quasigrupul  $K(\cdot)$  cu unitate la stânga  $f$ , unde  $fx = x, \forall x \in K, T = (\alpha, \beta, \gamma)$  – autotopia quasigrupului  $K(\cdot)$  și  $\alpha f = a$ , atunci  $a$  – element al lui Bol la stânga quasigrupului  $K(\cdot)$ , adică are loc egalitatea (5).

**Teorema 4.** Dacă în RIP – quasigrupul  $K(\cdot)$  cu unitate la dreapta  $e$ , unde  $xe = x, \forall x \in K, T = (\alpha, \beta, \gamma)$  – autotopia quasigrupului  $K(\cdot)$  și  $\beta e = a$ , atunci  $a$  – element al lui Bol la dreapta quasigrupului  $K(\cdot)$ , adică are loc egalitatea (6).

**Teorema 5.** Orice  $i$  – quasigrup  $K(\cdot)$  cu unitate la stânga  $f$ , unde  $fx = x, \forall x \in K$ , este quasigrup al lui Bol la stânga, adică în  $K(\cdot)$  se îndeplinește identitatea

$$x(y \cdot xz) = R_{e_x}^{-1}(x \cdot yx) \cdot z, \forall x, y, z \in K. \quad (7)$$

**Demonstrație.** În  $i$  – quasigrupul  $K(\cdot)$  are loc identitatea

$$x(xy \cdot z) = y(zx \cdot x), \forall x, y, z \in K \quad (8)$$

Din (8) primim autotopiile  $T = (L_x^{-1}, R_x^2, L_x), T_1 = T^{-1} = (L_x, R_x^{-2}, L_x^{-1})$ . În [3] este demonstrat, că orice  $i$  – quasigrup  $K(\cdot)$  cu unitate la stânga este inversabil la stânga și pe baza teoremei 3, primim  $L_x f = x f$  – element al lui Bol la stânga, adică are loc (7).

□

**Teorema 6.** Dacă *FLIP* – quasigrupul  $K(\cdot)$  are măcar un element idempotent  $a$ , unde  $a^2 = a \cdot a = a$ , atunci  $K(\cdot)$  este quasigrup al lui Bol la stânga.

**Demonstrație.** Este dat  $a \in K$  și  $a^2 = a$ , de unde urmează egalitatea  $e_a = a$  și  $a \cdot xy = ax \cdot e_a y = ax \cdot ay$ ,  $L_a$  – automorfismul quasigrupului  $K(\cdot)$ . Mai departe avem  ${}^{\cdot}a \cdot ay = y, {}^{\cdot}a \cdot aa = a, {}^{\cdot}a = a, a \cdot ay = y, L_a^2 = \varepsilon$ , unde  $\varepsilon$  – substituție identică a mulțimii  $K$ . Din  $a \cdot xa = ax \cdot aa = ax \cdot a$  primim  $L_a R_a = R_a L_a$ .

Acum precăutăm izotopul  $K(\circ)$  quasigrupului  $K(\cdot)$ , unde izotopia are forma

$$x \circ y = R_a^{-1} x \cdot L_a^{-1} y = R^{-1} x \cdot Ly, \quad xy = Rx \circ Ly, \quad \forall x, y \in K \quad (9)$$

Am primit, că  $K(\circ)$  – buclă cu unitatea  $e = a$ . Mai departe ne convingem, că  $L_a = L$  – automorfismul și buclei  $K(\circ)$ . Avem  $L(xy) = Lx \cdot Ly, L(Rx \circ Ly) = RLx \circ L^2 y, L(x \circ y) = Lx \circ Ly$ .

Acum, vom demonstra, că  $K(\circ)$  – *LIP* – buclă. Din  $I_l x \cdot xy = y$  primim  $RI_l x \circ L(Rx \circ Ly) = y, RI_l R^{-1} Lx \circ (x \circ y) = y, Ix \circ (x \circ y) = y$ , unde  $Ix = RI_l R^{-1} Lx$ . Iar acum în egalitatea  $x \cdot yz = xy \cdot e_x z$  trecem de la operația  $(\cdot)$  la operația  $(\circ)$ , folosind (9)

$$\begin{aligned} Rx \circ L(Ry \circ Lz) &= R(Rx \circ Ly) \circ L(Re_x \circ Lz), \\ x \circ (y \circ z) &= R(x \circ R^{-1} y) \circ (LRe_{R^{-1}x} \circ z). \end{aligned}$$

Am primit autotopia  $T = (RL_x^{\circ} R^{-1}, L_{LRe_{R^{-1}x}}^{\circ}, L_x^{\circ})$ , unde  $L_x^{\circ} y = x \circ y$ . Pe baza teoremei 3, elementul  $RL_x^{\circ} R^{-1} a = R_a L_x^{\circ} R_a^{-1} a = R_a L_x^{\circ} a = R_a(x \circ a) = R_a x = xa$  este element al lui Bol la stânga  $\forall x \in K$ , adică  $K(\circ)$  este buclă al lui Bol la stânga.

Am primit, că *LIP* – quasigrupul  $K(\cdot)$  este izotop buclei lui Bol la stânga. Pe baza [2], urmează, că  $K(\cdot)$  este quasigrup lui Bol la stânga.

□

**Teorema 7.** Dacă *FRIP* – quasigrupul  $K(\cdot)$  are măcar un element idempotent  $a$ , atunci  $K(\cdot)$  este quasigrup al lui Bol la dreapta, adică în  $K(\cdot)$  au loc identitățile  $zy \cdot x = z f_x \cdot yx, (zx \cdot y)x = z \cdot L_{f_x}^{-1}(xy \cdot x), yx \cdot I_r x = y, \forall x, y, z \in K$ , unde  $f_x x = x$ .

*Se demonstrează analog.*

**Teorema 8.** Bucla  $K(\circ)$ , izotopă  $F$  – quasigrupului la stânga  $K(\cdot)$  va fi buclă a lui Bol la stânga atunci și numai atunci, când  $K(\circ) - LIP$  – buclă.

**Demonstrație.** Cum se știe, este destul de cercetat izotopul principal  $K(\circ)$ , unde izotopia are forma

$$x \circ y = R_a^{-1}x \cdot L_b^{-1}y = R^{-1}x \cdot L^{-1}y, xy = Rx \circ Ly, \forall x, y \in K \quad (10)$$

Din (10) și (1) căpătăm  $Rx \circ L(Ry \circ Lz) = R(Rx \circ Ly) \circ L(Re_x \circ Lz)$ ,  $x \circ L(y \circ z) = R(x \circ LR^{-1}y) \circ L(Re_{R^{-1}x} \circ z)$ .

Am primit autotopia  $T$  buclei  $K(\circ)$  cu unitatea  $e = ba$ , unde

$T = (RL_x^\circ LR^{-1}, LL_{Re_{R^{-1}x}}^\circ, L_x^\circ L)$ . Dacă  $K(\circ) - LIP$  – buclă, atunci pe baza teoremei 3, elementul  $RL_x^\circ LR^{-1}e = R_a L_x^\circ L_b R_a^{-1}(ba) = R_a L_x^\circ b^2 = (x \circ b^2)a$  este elementul al lui Bol la stânga, unde  $x$  – orice element din  $K$ . Prin urmare,  $K(\circ) -$  buclă a lui Bol la stânga.

Invers este evident, așa cum orice buclă a lui Bol la stânga este  $LIP$  – buclă.  $\square$

**Teorema 9.** Bucla  $K(\circ)$ , izotopă  $F$  – quasigrupului la dreapta  $K(\cdot)$ , va fi buclă al lui Bol la dreapta atunci și numai atunci, dacă  $K(\circ) - RIP$  – buclă.

*Se demonstrează analog.*

**Teorema 10.** Dacă într-un quasigrup arbitrar  $K(\cdot)$  se îndeplinește identitatea

$$x \cdot yz = xy \cdot az, \quad \forall x, y, z \in K, \quad (11)$$

unde  $a$  – element fixat din  $K$ , atunci are loc:

1.  $K(\cdot) - F$  – quasigrup la stânga cu unitate la dreapta  $e = a$ ,
2.  $K(\cdot)$  – quasigrup al lui Bol la dreapta,
3.  $K(\cdot)$  este izotop grupului.

**Demonstrație.** Facem substituția în (11)  $y = e_x$  și primim  $x \cdot e_x z = x \cdot az$ ,  $e_x = a$ ,  $\forall x \in K$ ,  $a$  – unitate la dreapta a quasigrupului  $K(\cdot)$ . Am primit identitatea  $x \cdot yz = xy \cdot ez$ . Prin urmare,  $K(\cdot) - F$  – quasigrup la stânga.

Mai departe cercetăm izotopul  $K(\circ)$  quasigrupului  $K(\cdot)$ , unde izotopia are forma  $x \circ y = x \cdot L_e^{-1}y$ , de unde urmează  $xy = x \circ Ly$ , unde  $L = L_e$ . Din  $x \cdot yz = xy \cdot ez$  primim  $x \circ L(y \circ Lz) = (x \circ Ly) \circ L^2z$ . Dacă  $x = e$ , atunci primim  $x \circ (Ly \circ L^2z) = (x \circ Ly) \circ L^2z$ ,  $K(\circ) -$  grup.

Acum ne convingem, că  $K(\cdot)$  – quasigrup al lui Bol la dreapta, adică trebuie de demonstrat, că în  $K(\cdot)$  se îndeplinește identitatea lui Bol la dreapta  $(zx \cdot y)x = z \cdot L_{f_x}^{-1}(xy \cdot x)$ . Avem  $(zx \cdot y)x = z \circ Lx \circ Ly \circ Lx$ . Fie  $L_{f_x}^{-1}(xy \cdot x) = v$ , atunci  $z \cdot L_{f_x}^{-1}(xy \cdot x) = zv = z \circ Lv$ ,  $xy \cdot x = f_x v$ ,  $x \circ Ly \circ Lx = f_x \circ Lv$ ,  $f_x x = x$ ,  $f_x \circ Lx = x$ ,  $Lv = f_x^{-1} \circ x \circ Ly \circ Lx = Lx \circ x^{-1} \circ x \circ Ly \circ Lx = Lx \circ Ly \circ Lx$ ,  $z \circ Lv = z \circ Lx \circ Ly \circ Lx$ .  $\square$

**Corolar 1.** Quasigrupul  $K(\cdot)$  și grupul  $K(\circ)$  au automorfismul  $L_e$ .



**Corolar 2.**  $K(\cdot)$  are distributantul nevid  $D = \{e\}$ .

**Corolar 3.**  $K(\cdot)$  este inversabil dacă dreapta  $yx \cdot I_r x = y$ .

**Concluzii**

*S-a găsit condiția necesară și suficientă, când bucla  $K(\circ)$ , izotopă  $F$  – quasigrupului la stânga  $K(\cdot)$  va fi buclă lui Bol la stânga. Analog s-a demonstrat, că bucla  $K(\circ)$ , izotopă  $F$  – quasigrupului la dreapta  $K(\cdot)$ , va fi buclă lui Bol la dreapta atunci și numai atunci, când  $K(\circ)$  - RIP – buclă.*

**Referințe bibliografice:**

1. Белоусов В. Д., Флоря И. А. Квазигруппы со свойством обратимости // Известия АН МССР. – 1966 -. №4. С. 3-17.
2. Флоря И. А. Квазигруппы Бола // Исследования по общей алгебре. АН МССР. -1965.- с. 136-153.
3. Флоря И. А., Дидурик Н. Н.  $i$  – квазигруппы // Вестник Приднестровского ун.-та. Сер.: Физ-мат. и техн. науки. – 2018.- № 3(60). с. 74-79.
4. Флоря И. А., Урсул М. И.  $F$  – квазигруппы со свойством обратимости // Вопросы теории квазигрупп и луп, АН МССР. – 1971.- с.145-156.

## **OVERVIEW OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ALGORITHMS AND BIG DATA IN MEDICAL INVESTIGATIONS FOR IMPLEMENTATION IN TELEMEDICINE**

*GOLUBEV ALEXANDR,*

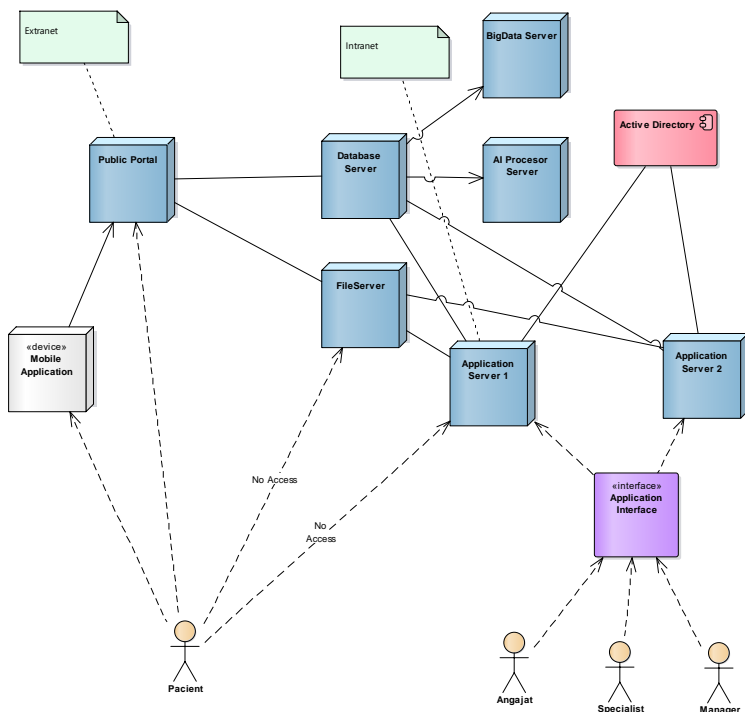
*State University „Dimitrie Cantemir”, Republic of Moldova*

**Abstract:** During the recent year's penetration of modern IT in eHealth sector was significantly improved. Hospitals and other medical Institutions acquired modern digital equipment. All medical institutions are connected to high speed Internet not only in the cities but also in the country regions. Many medical institutions are developing and implementing miscellaneous information system. Medical information systems that are creating for working with telemedicine integrate various types of medical equipment. The main idea for the proposed project will be study and developing solutions for telemedicine using machine learning and big data for data analyzing and automated decision making. The main problem of storing the data produced by equipment is that dataflow is generated in “real-time”, that means that numerous examinations are storing thousands of results and there will not be possible to process these results using regular database tools.

**Keywords:** Artificial Intelligence; Machine Learning; medical data processing algorithms; e-health; mobile applications and services.

### **General System Architecture**

1. Pacient Are access doar la aplicatia mobila sau Portal Public
2. Anajati si alte roluri au acces la Aplicatie interna prin active directory.
3. Aplicatie Telemedicina este instalate pe 2 server de aplicatii care sint conectate la Server de Baza de date unic.
4. Fisiere, documente, etc.. sint stockate pe file server.
5. AI processor si BigData Processor servers sint aparate. Ei preiau datele din baza de date si e “impunatatesc” enrich data in background.



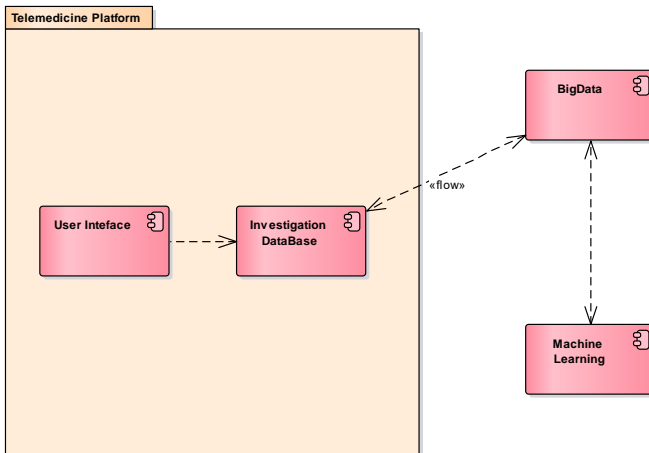
### Specific issues on building Telemedicine BigData

At this stage, the initial data for this system will be examination results obtained from various blood analyzers from patients located outside the medical institutions. These data are coupled with patient biometric data such as height, age, weight, gender, etc. that builds patient medical record, which will serve as the base for the proposed algorithm.

The solution of storing medical investigations archive on national level can be considered as Big Data issue. Realization of this issue requires taking into account data securing and different data access levels and implies utilization of various distributed data storage and processing facilities. On the one hand, a medical investigation contains personalized patient data, which means that data access should be restricted and secured. This usually reached by permission-based categories of users and access to individual investigations on supervised approval. On the other hand, data should be

accessible by many categories of users, like different medical doctors or patient, from any location. One of the main feature of the developing system is overall performance that should allow high-speed access to the huge amounts of data. The necessary system efficiency is achieving by an investigation and realization of complete set of actions that presume elaboration of the appropriate system architecture that including specialized solutions for implementation of the optimized distributed computing infrastructure for data storage and processing. Very important is to apply new effective solutions for data storage facilities realization, analyze, select and implement new algorithms for optimization of data archiving, retrieval and transmission technologies.

Collected in “BigData” patient records will be processed by machine learning service, based on proposed algorithm. The principle architecture is shown on scheme below:



End user will work with GUI in main telemedicine module, as well as all the data will be collected in main “Telemedicine platform” database as well. Patient, Doctor and other roles will not have access and should not run any algorithms. Data will be enriched by Artificial Intelligence and results will appear in User Interface. All of this will happened automatically without any necessary activity by end-users. The process of data enrichment should not long more than several seconds and will not be noticeable by end-user.

**Artificial intelligence and Deep earning as a solution for data analyses and classification.**

There is a list of data enrichments that will be implemented using machine learning:

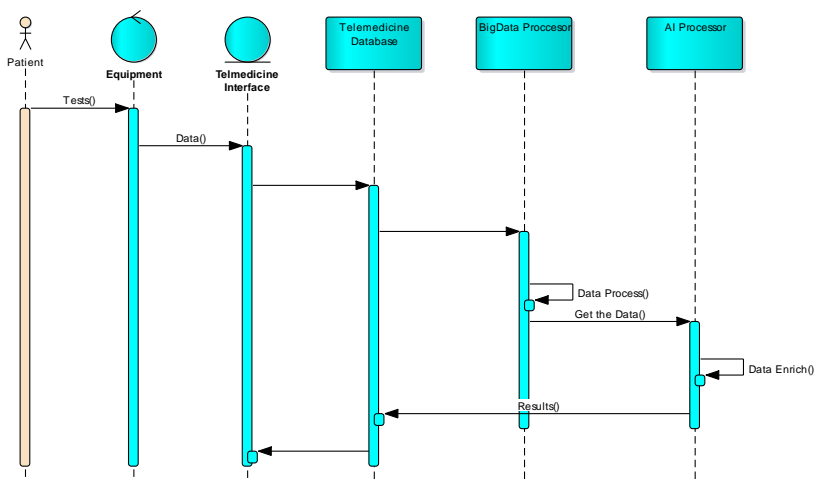
**Classifications** – for each case (medical test/examination) should be defined a rank, class, category. On the first phases this will be done by a specialist and some simple calculations. This will make the system “learn” how to categorize the data and will make it possible to make classification of the fly without human actions.

**Precedent prediction** – based on data collected before, the system should be able to find precedent cases and make preliminary decisions like: set priority, select the best specialists, show patient record history for patients with the same issues.

**Novelty Detection** – try to define if this particular case is something completely new (possible a medical anomaly), that will make it rank and priority high.

**Building rank dependencies** – a set of data manipulations that should build the dependencies and help “system learning”. Some of the dependencies should be built manually at the start.

The process of data enrichment is presented on the diagram below:



The BigData processor will collect the data and make it “readable” for the Artificial Intelligence processor. The “Artificial Intelligence processor” based on machine learning will work with the data and enrich it with information that will make it possible to make a decision.

The considering project proposal focused on studying and finding solutions for optimizing development of three aspects of medical examinations systems that determining their effectiveness: performance, hierarchical data archiving and high level of data security. As the most suitable solution is considering integration of distributed system components and usage of distributed computing recourses and artificial intelligence algorithms. This innovative approach would have a significant impact on allowing to realize intellectual algorithms of searching for similar cases in precedent investigations, apply for scalable processing resources for analyzing prescribed treatment and helping (speed up) in making decisions for medical specialists.

**Conclusions.** This system may also serve as the foundation for more advanced systems in the future. For example, in the future, the system can be integrated with existing functioning HIS and LIS, which will enable to process a much larger amount of data for the patient and provide a complete picture of the patient's condition during hospitalization. All this will lead to a significant improvement in the quality of rendered medical systems and the possibility of sharing medical data in ONLINE mode.

#### **References:**

1. DICOM format description - <http://dicom.nema.org/standard.html>
2. Alexandr Golubev, Peter Bogatencov, Grigore Secieru, Nicolai Iliuha. DICOM Network - Solution for Medical Imagistic Investigations Exchange. International Workshop on Intelligent Information Systems. Proceedings IIS. 13-14 September, Chisinau, IMI ASM, 2011, pp. 179-182. ISBN 978-9975-4237-0-0
3. A. Anagnostaki, S. Pavlopoulos, E. Kyriakou, and D. Koutsouris, "A Novel Codification Scheme Based on the VITAL and DICOM Standards for Telemedicine Applications," IEEE Transactions on Biomedical Engineering, vol. 49, no. 12, pp. 1399-1411, 2002.
4. S. N. Becker, R.L. Arenson. Cost and benefits of Picture Achieving and Communication System. Journal of the American Medical Informatics Association, Volume 1, pp. 361-371, Number 5, Sep / Oct 1994
5. Peter Bogatencov, Nicolai Iliuha, Grigore Secieru, Alexandr Golubev. DICOM Network for Medical Imagistic Investigations Storage, Access and Processing. "Networking in Education and Research", Proceedings of the 11th RoEduNet IEEE International Conference, Sinaia, Romania, January 17-19, 2013, pp. 38-42. ISSN-L 2068-1038
6. VI-SEEM - Virtual Research Environment (VRE) in Southeast Europe and the Eastern Mediterranean - <https://vi-seem.eu>.

## **ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ АНАЛИЗА КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

*АЛЕКСАНДР НЕГРУЦА<sup>1</sup>, ПЕТР БОГАТЕНКОВ<sup>2</sup>,  
АЛЕКСАНДР ГОЛУБЕВ<sup>3</sup>*

*<sup>1</sup> Academia de Studii Economice a Moldovei*

*<sup>2</sup> Institute of Mathematics and Computer Science*

*<sup>3</sup> State University Dimitrie Cantemir*

**Аннотация:** Безопасность пищевых продуктов является первоочередной задачей современного государства. Для этих целей создаются многочисленные лаборатории для контроля качества и своевременного определения опасных заболеваний [1]. Только в республике Молдова насчитывается более 20 лабораторий, занимающихся анализом пищевых продуктов животного и растительного происхождения. С ростом населения и ассортимента продуктов питания растёт и нагрузка на лаборатории. Для обеспечения своевременного контроля и уменьшения времени тестирования на территории Молдовы была создана информационная система LIMS для автоматизации процесса обработки образцов продуктов [2]. В данной статье будет описана аппаратно-программное решение для оптимизации сбора данных и их последующей его обработки используя специализированную базу данных BigData на основе elastic search и возможности использования Artificial Intelligence для сортировки данных и выявления аномалий [3]. Для решения этой задачи был разработан специализированный компонент «Data Center» ответственный за сбор и обработку данных.

### **Информационный компонент «Data Center».**

Лабораторный «Data Center» является основным процессором для всех входных данных в систему LIMS. Данный центр отвечает за приём данных из различных источников, обработку неструктурированных или частично структурированных данных и преобразование их в структурированные данные. Выполнение расчётов и различных манипуляций над структурированными данными и последующее принятие решений о качестве исследуемого образца.

Данный компонент системы является самым сложным как с архитектурной точки зрения, так и с точки зрения реализации и включает в себя большой набор «интеллектуальных» процедур, призванных помочь пользователю - лаборанту принять верное решение.

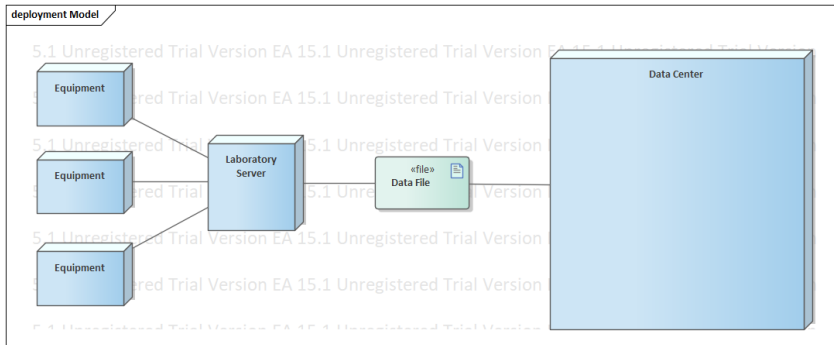
Для последующих глав данной статьи необходимо ввести некоторые термины:

«Неструктурированные данные» - данные, которые получает система. В большинстве случаев это данные полученные от анализаторов в виде файлов или строк. Эти данные являются исходными, но не могут быть использованы системой для аналитики, так как система их не может распознать. В ряде случаев аппараты выдают большой объём данных которые необходимы для дальнейших вычислений, которые производятся специалистами в лаборатории вручную.

«Структурированные данные» - это данные, полученные в результате обработки неструктурированных данных, которые в свою очередь могут быть использованы в построении аналитики.

#### Серверная Архитектура системы

С архитектурной точки зрения Лабораторный «Data Center» представляет собой распределённую сеть многих «Laboratory Server» в различных лабораториях, которые собирают данные непосредственно с аппаратов. После чего данные передаются в центральный процессор для обработки как показано на приведенной ниже диаграмме.



Практика показывает, что «Laboratory Server» устанавливается непосредственно в локальной сети лаборатории для того, чтобы обеспечить быстрый доступ к оборудованию для тестирования образцов, в то время как «Data Center» может быть реализован в Cloud инфраструктуре.



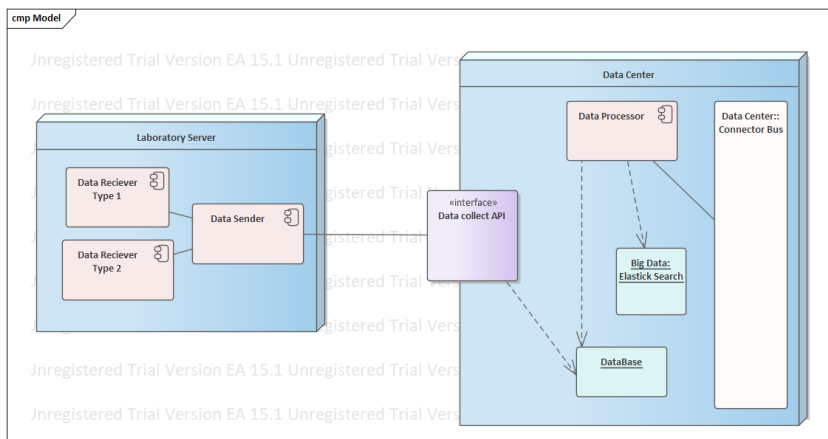
## Логическая Архитектура системы

Логическая структура предполагает установку набора компонент как на уровне «Laboratory Server», так и «Data Center». Разработанная архитектура подразумевает что на уровне «Laboratory Server» будут установлены программные модули с минимальным набором функций, для того чтобы минимизировать риски сбоев и упростить отладку системы. Данная мера принимается в виду того, что доступ к этим серверам обычно весьма ограничен и их много в отличии от центрального «Data Center».

Таким образом «Laboratory Server» должен уметь выполнять всего 2 инструкции – получать данные и не обрабатывая их передавать на обработку на центральный сервер в «Data Center». Для этого были разработаны 2 компонента:

- “Data Receiver” – отвечает за приём данных от оборудования. Следует отметить, что данные могут поступать различными способами: COM Port, LAN, USB, FTP и в различных форматах (file, string, xml, и др.).
- “Data Sender” – отвечает за передачу файлов на центральный сервер.

Как видно из диаграммы ниже - “Data Sender” всегда один для всех типов сервисов, в то время как “Data Receiver” подстраивается под различные аппараты и методы приёма данных.



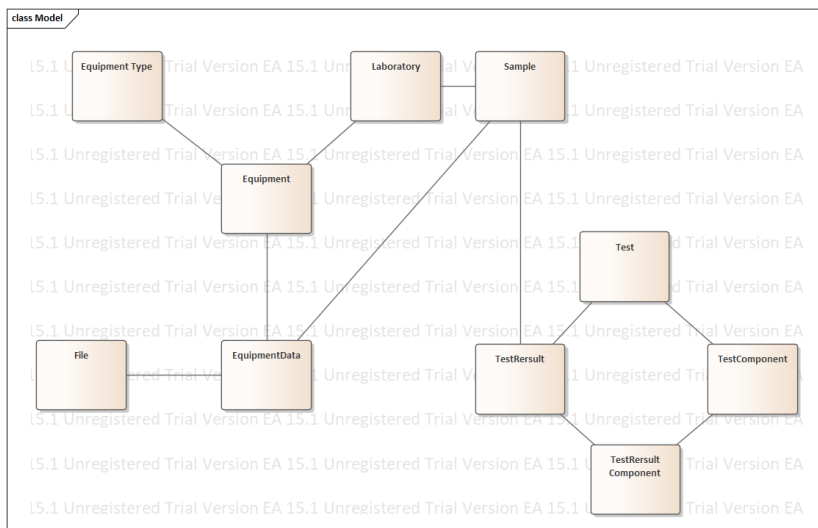
В свою очередь на сервере «Data Center» релизованы следующие модули:

- «Data collect API» - веб сервис для взаимодействия с «Laboratory Server». Это сервис регистрирует все новые файлы, сохраняет их на жёсткий диск и помечает к обработке.
- «Data Processor» - Background сервис, отвечающий за обработку файлов. Сервис определяет оборудование и на основе типа анализатора подгружает нужный “connector” из базы «Data Connector Bus». После обработки файл присоединяется к образцу и отмечается как обработанный.
- «Database» - База данных для Структурированных данных.
- «Big Data Processor» - Elasticsearch для структурированных и неструктурированных данных. Так как не все показатели, которые определяет анализатор используется в системе для принятия решений – часть этих показателей отфильтровывается. Но для исследовательской деятельности и дальнейшего изучения все данные записываются в специализированную базу данных на основе Elasticsearch [4].
- «Data Connector Bus» - основной мозг системы, отвечающий за обработку неструктурированных данных и выделение необходимой информации. Архитектура системы была разработана в кооперации с партнёром компанией Object Factory, что позволяет на лету формировать необходимый «connector» без использования физического считывания кода.

На выходе «Data Connector Bus» выдаёт конечные вычисления и аналитику, которые в последствии входят в отчёт. Типами выходных данных могут быть как простые значения – positive/negative, так и вычисляемые величины или графики, по которым специалист может принять решение.

### **Структура данных**

Для обеспечения работы данной системы была разработана гибкая система данных. Все данные взаимосвязаны между собой, но хотелось бы отметить следующие группы (см. диаграмму ниже):



1. “Sample” – это исследуемый образец, например, кусок мяса.
2. Образец исследуется в Лаборатории и принадлежит данной лаборатории.
3. Над одним образцом выполняются различные тесты, которые определены в таблице “Test”. Результат теста войдёт в «Raport De Incercari»
4. В Тесте может быть много компонент. Таких как «солёность», «количество бактерий» и прочее.
5. Образец помещается в аппарат анализатор “Equipment”, который гарнирует файл с результатами – EquipmentData
6. Из файлов с результатами connector выделяет необходимые для данного теста компоненты и сохраняет в Test Result Component.

#### Литература:

1. Consumers and food: <http://www.fao.org/3/v2890t/v2890t05.htm>
2. LEGE Nr. 590 din 22-09-1995 cu privire la standardizer: [https://www.legis.md/cautare/getResults?doc\\_id=88946&lang=ro](https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=88946&lang=ro)
3. The Digital Transformation of Global Food Security: <https://foodsafetytech.com/tag/lims/>
4. Elasticsearch, Kibana, Logstash и поисковые системы нового поколения. Издательский дом «Питер», 2019

## ANUMITE PARTICULARITĂȚI DE EVALUARE A CREDIBILITĂȚII INFORMAȚIEI

GOREA ADELA,

*Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir”, Republica Moldova*

**Introducere.** Pe măsură ce tehnologiile avansează accesul la informație a devenit mai ușor. De la „era informației”, ne îndreptăm către „era reputației”, în care informația capătă mai multă valoare numai dacă este deja filtrată, evaluată și comentată de alții. Reputația a devenit astăzi un pilon central al inteligenței colective. Modul în care se construiește acum autoritatea cunoașterii ne face să ne bazăm pe ceea ce sunt judecățile inevitabil părtinitoare ale altor oameni, dintre care majoritatea nu îi cunoaștem.

Trecerea paradigmei de la „era informației” la „era reputației” trebuie luată în considerare atunci când încercăm să evităm „fake news” și de alte tehnici de dezinformare care au scop clar de a manipula, iar distribuția unei astfel de știri se face în baza unor algoritmi bine stabiliți. Ceea, de ce ar trebui să fie competent un cititor din era digitală este nu doar descoperirea informației ci și confirmarea veridicității ei.

Ori de câte ori suntem în punctul de a accepta sau de a respinge noi informații, ar trebui să ne întrebăm care este originea și reputația sursei. În epoca reputației, aprecierile critice ar trebui să fie direcționate nu către conținutul informațiilor, ci mai degrabă către rețeaua de relații sociale care a conturat acel conținut și care i-a oferit un anumit „rang” meritat sau nemeritat în sistemul nostru de cunoaștere.

Aceste competențe ar constitui un fel de epistemologie de ordinul doi. Ele ne pregătesc să punem la îndoială și să evaluăm reputația unei surse de informație, lucru pe care filozofii și profesorii ar trebui să-l creeze pentru generațiile viitoare.

Conform cărții „Legea, legislația și libertatea” (1973) a lui Frederick Hayek, „civilizația se bazează pe faptul că toți beneficiem de cunoștințe pe care nu le deținem” [6]. O lume cibernetică civilizată va fi una în care oamenii știu să evalueze în mod critic reputația surselor de informație și își pot consolida cunoștințele învățând cum să evalueze în mod corespunzător „rangul” social al fiecărei informații care intră în câmpul lor cognitiv.

Acest articol își propune să cerceteze anumite particularități de evaluare a credibilității informației în social media și să identifice metodele de analiză de credibilității informației<sup>1</sup>.

Articolul începe cu definirea noțiunilor de rețele de socializare și credibilitate, apoi urmează descrierea nivelurilor caracteristicilor de evaluare a credibilității. În finalul articolului sunt enumerate metodele de analiză a credibilității.

**Rețele de socializare.** În era informațională s-au dezvoltat modalități specifice de diseminare a informației. Una din aceste metode ar fi transmiterea, selectarea, verificarea și obținerea informației prin intermediul rețelilor de socializare (numite și rețele sociale).

În fiecare zi, milioane de oameni se alătură rețelilor de socializare indiferent de vârstă, clasificări sociale, economice sau religioase. Conform [4] cele mai populare rețele sociale existente sunt: Facebook urmat de Twitter, găzduind mai mult de 2 miliarde utilizatori.

Potrivit Wikipedia<sup>2</sup>, o rețea de socializare este, o rețea de persoane cu scopuri comune, cum ar fi o rețea de studenți, medici, politicieni și alte grupuri cu interese comune. O rețea de socializare este un serviciu web destinat creării de legături virtuale între utilizatori, cu aplicații sociale, comerciale, politice și educaționale. Deci putem spune, că printr-o rețea de socializare se înțelege o rețea informațională de utilizatori Internet, bazată pe anumite site-uri web la care utilizatorii se pot înscrie și interacționa cu alți utilizatori, deja înscriși.

O altă definiție ar fi că rețelele de socializare sunt descrise în teoria rețelilor sociale ca noduri cu conexiuni între ele. Nodurile sunt entități separate dintr-o rețea, iar comunicațiile sunt relațiile între aceste entități [2].

### **Originea noțiunii de credibilitate**

Credibilitatea ca concept apare la sfârșitul anilor 90. În această perioadă utilizatorii au început să interacționeze, să comunice și să genereze conținut cu puține referiri la surse. Astfel, studiile și analizele cu referire la credibilitate au fost efectuate de cercetători din diverse domenii, cum ar fi știința informației, marketing, management, comunicații, inginerie web, jurnalism, și psihologie [5].

Trebuie menționat că există diferite aspecte ale credibilității cum ar fi credibilitatea sursei, media și mesajelor. Evaluarea acestor tipuri diferă de la

---

<sup>1</sup> Lucrarea este realizată în cadrul proiectului 20.80009.5007.22, Sisteme informatice inteligente pentru soluționarea problemelor slab structurate, procesarea cunoștințelor și volumelor mari de date.

<sup>2</sup> Wikipedia - [https://ro.wikipedia.org/wiki/Re%C8%9Bea\\_de\\_socializare](https://ro.wikipedia.org/wiki/Re%C8%9Bea_de_socializare)

caz la caz. Conceptele credibilității includ încrederea, fiabilitatea și reputația [4].

Cuvântul credibilitate apare pe la mijlocul secolului al XVI-lea, de la cuvântul latin „credibilis”. De asemenea, are o origine în engleza/ americană cu referire la declarațiile oficiale despre războiul din Vietnam. După cum se menționează în Oxford English Dictionary, acest termen are semnificația „conceptului de a stârni încredere” sau „convingere și veridicitate intrinsecă” [1]. Cele mai corelate sinonime ale credibilității sunt încrederea și siguranța. Analizând aspectul credibilității informațiilor din rețelele sociale, deosebim trei tipuri de utilizare pentru această noțiune:

**Credibilitatea postării** apare atunci când este evaluată o singură postare. Aceasta înseamnă că mesajul include informații relevante și exacte despre un anumit subiect.

**Credibilitatea utilizatorului** este siguranța contului care poate fi evaluat, în baza unui scor calculat.

**Credibilitatea la nivel de subiect** (tematică) este încrederea, fiabilitatea și acceptarea unui subiect sau eveniment, calculat cu un scor pentru fiecare postare cu privire la acel subiect și/sau eveniment.

Cercetătorul Kang definește un al patrulea tip de credibilitate din rețeaua socială Twitter numit credibilitate socială, care se referă la evaluarea unui utilizator bazat pe statutul său în rețeaua socială pe un domeniu tematic, analizând toate meta datele disponibile [3].

Aceste trei tipuri de credibilitate sunt în concordanță între ele; deoarece încrederea unui singur mesaj afectează credibilitatea generală a autorului său.

#### **Nivelurile caracteristicilor de evaluare a credibilității**

Credibilitatea conținutului din rețele de socializare poate fi evaluată pe trei nivele: nivelul postării, nivelul subiectului și nivelul utilizatorului. La fiecare nivel, abordarea variază în funcție de tehnici și metodologii și se bazează pe diferite modele, caracteristici, nivele de implicare umană și seturi de date. Unii cercetători au adoptat abordări mixte la evaluarea credibilității la nivelul subiectului și la nivelul postării, iar unii au efectuat experimentele la toate nivelele.

**Nivelul postării.** La nivelul postării, sarcina este de a analiza atributele de conținut a unui mesaj pentru a evalua scorul de credibilitate și determinarea dacă postarea este de încredere. Cercetările în acest caz se bazează atât pe datele deja colectate și prelucrate, cât și datele care vin în timp real de la fiecare postare. În cazul prelucrării se calculează atributele postării precum: numărul total de caractere din postare, numărul total de cuvinte pe care le conține, numărul total de întrebări și numărul total de caractere cu litere majuscule. La acest nivel de evaluare a credibilității, numărul de

caracteristici extrase din diverse atribute ale postării pot fi diverse, și pot fi clasificate astfel:

Caracteristicile mesajului constau în: lungimea mesajului; volumul de răspunsuri și relevanța mesajului; informația despre faptul dacă un mesaj conține hashtag-uri, mențiuni sau link-uri și prezența simbolurilor de emoții. În plus, numărul de duplicări, verbe și substantive folosite care descriu un eveniment poate afecta credibilitatea unei postări.

Caracteristicile multimedia bazate pe imagini, videoclipuri și audio pot fi luate în considerație pentru evaluarea credibilității. Cercetătorii extrag doar meta datele media, cum ar fi descrierea, titlul, dimensiunea, durata videoclipului, numărul mediu de etichete pentru fiecare fotografie și timpul mediu de încărcare între oricare două încărcări consecutive. Unele studii au demonstrat existența sistemelor automate pentru a ilustra autenticitatea imaginilor false.

Caracteristicile sentimentelor pot rezulta din numărarea de expresii afirmative și critice într-o postare pornind de la un tabel de expresii pregătit.

Toate caracteristicile enumerate mai sus sunt foarte binevenite la evaluarea automată a credibilității, deoarece este necesară adoptarea unei metode bazate pe inteligență artificială și evaluarea importanței pentru determinarea calității postărilor pe baza unui clasament de încredere [5].

**Nivelul subiectului.** Evenimentele sunt, de obicei, subiecte actuale ce atrag mulți utilizatori care, la rândul lor, încep să transmită informația, însoțită de comentarii, mai departe. Când are loc un eveniment cu impact mare, mii de postări sunt create în fiecare minut. Majoritatea cercetătorilor, încep prin colectarea mesajelor despre subiecte sau evenimente pentru a le analiza și încerca să diminueze răspândirea dezinformării [7]. Exemple în acest sens includ URL-uri și hashtagurile mesajelor, volumul frazelor afective dintr-un eșantion și clasamentul mediu al afectivității mesaje.

În plus, numărul verbelor și substantivelor utilizate în descrierea unui eveniment sunt luate în considerație. Unii cercetători au măsurat credibilitatea la acest nivel folosind clasificarea subiectelor (tematicilor) și a opiniilor. Această metodă presupune că, pentru a evalua credibilitatea informațională a unui eveniment, trebuie să ținem cont de clasificările tematicilor și a opiniilor altor utilizatori [8]. Putem afirma că evaluarea credibilității la nivelul subiectului este mai eficientă decât la nivelul postării deoarece se analizează cantitativ mai mult conținut pentru a returna o apreciere. Cu toate acestea, acest tip de nivel poate suferi din cauza multitudinii conturilor false, pe care pot posta conținut înșelător pe același subiect sau pentru același eveniment.

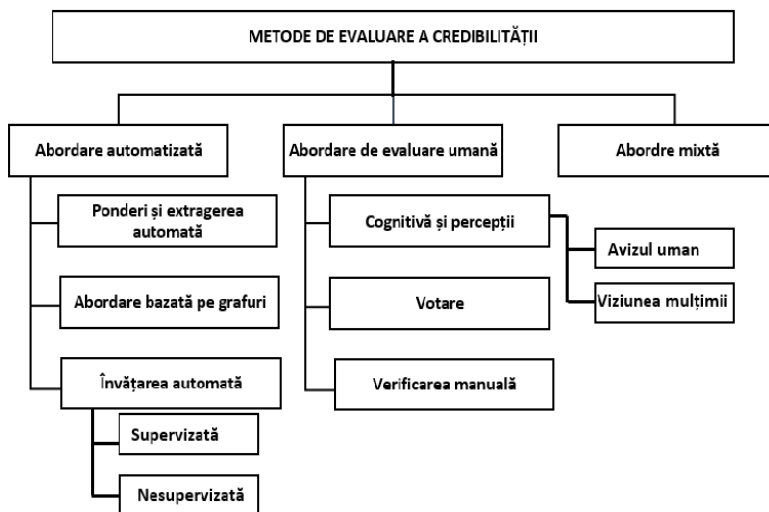
**Nivelul utilizatorului.** Acest nivel de evaluare a credibilității depinde de caracteristicile extrase din conturile de utilizator și conținutul generat de utilizator. Atributele ascunse au devenit un subiect de interes semnificativ în rândul cercetătorilor de social media și a industriilor construite în jurul utilizării și valorificării conținutului, concentrându-se, de exemplu, pe grupe de vârstă, sex, domeniu, apartenență ideologică și scopurile comune. În orice caz, utilizatorii pot obține cu ușurință mii de urmăritori în câteva minute.

**Nivelul mixt.** Pentru a utiliza avantajele evaluărilor de credibilitate la nivel de postare, subiect și utilizator, mulți cercetători au adaptat nivelul mixt care combină cele trei nivele.

Nivelul mixt poate utiliza avantajele și caracteristicile celor trei nivele. Prin urmare, mulți cercetători au folosit nivelul mixt pentru a elimina diferite obstacole în analiza fiabilității [6].

### **Metode de analiză de credibilității**

Conform [1] metodele de evaluare a credibilității pot fi împărțite în trei mari categorii: metode bazate pe abordări automatizate, metode bazate pe evaluarea umană și metode mixte, care la rândul lor sunt împărțite în alte subcategorii prezentate în Figura 1. Metoda mixtă combină abordările din categoriile principale sau de la diferite subcategorii. În continuare vom prezenta unele aspecte ale abordărilor menționate mai sus.



**Figura 1.** Metode de evaluare a credibilității.



**Abordarea automatizată.** Există resurse umane insuficiente pentru utilizatorii pentru a evalua mesaje înșelătoare legate de relevanța universală, semnificativă și a evenimentelor rapid-schimbătoare.

Multe studii recente care analizează credibilitatea informațiilor din social media utilizează tehnici automate și semiautomate, inclusiv algoritmi de învățare automată supervizată și nesupervizată, algoritmi bazați pe grafuri, ponderi și extragerea automată a datelor.

**Abordare de evaluare umană.** Această abordare presupune evaluarea manuală a credibilității conținutului, a utilizatorului și a tematicii. Categoriile evaluate de factorul uman sunt următoarele: cognitivă și percepții care se mai divizează în avizul uman și viziunea mulțimii (crowdsourcing), votarea și verificarea manuală.

**Abordarea mixtă.** Pentru a utiliza avantajele atât a abordărilor automate, cât și a celor de evaluare umană, mai mulți cercetători au analizat credibilitatea conținuturilor din social media utilizând abordarea mixtă. Combinația specifică de tehnici variază de la un studiu la altul.

### **Concluzii**

Cercetările anterioare au arătat cum pot fi evaluate informațiile acumulate din social media, dar majoritatea nu au reușit să evidențieze cum aceste informații pot fi filtrate pentru a separa informațiile credibile de informațiile false. Majoritatea lucrărilor legate de evaluarea credibilității conținutului din social media sunt efectuate pe patru niveluri: nivelul postării, subiectului, utilizatorului și mixt. La fiecare nivel, lucrările din literatură variază în abordări, tehnici și metodologii și se bazează pe diferite modele, caracteristici și seturi de date. Subiectul merită cercetat în continuare, cu aprofundarea metodelor de analiză a credibilității pe fiecare abordare în parte.

### **Referințe bibliografice:**

1. AlRubaian M. A., ș.a. Credibility in Online Social Networks, IEEE Trans. Comput., vol. 7, p. 2828-2855, 2019.
2. Jiang W., Wu J., LF. i, Wang G., Zheng H. Trust evaluation in online social networks using generalized network flow, IEEE Trans. Comput., vol. 65, no. 3, p. 952–963, 2016.
3. Kang B., Höllerer T. H., Turk M., Yan X., O'Donovan J., An analysis of credibility in microblogs, M.S. thesis, Dept. Comput. Sci., Univ. California, Santa Barbara, Santa Barbara, CA, USA, 2012
4. Kim J., Hastak M., Social network analysis: Characteristics of online social networks after a disaster, Int. J. Inf. Manage., vol. 38, no. 1, p. 86–96, 2018.

5. Kwon K., Cho J., Park Y., Multidimensional credibility model for neighbor selection in collaborative recommendation, *Expert Syst. Appl.*, vol. 36, p. 7114–7122, 2009.

6. Origgi G., Say goodbye to the information age: it's all about reputation now, 2018, disponibil pe internet: < <https://aeon.co/ideas/say-goodbye-to-the-information-age-its-all-about-reputation-now?fbclid=IwAR30VZCAiso1j0MvquFDVimJLaAdofzmuMO8J9l81nIIWgOxFAIBtVswE1Q> >, [accesat 2.05.2020]

7. Ranganath S., Wang S., Hu X., Tang J., Liu H., Facilitating time critical information seeking in social media, *IEEE Trans. Knowl. Data Eng.*, vol. 29, no. 10, p. 2197–2209, 2017.

8. Rieh Y., Danielson D. R., Credibility: A multidisciplinary framework, *Annu. Rev. Inf. Sci. Technol.*, vol. 41, no. 1, p. 307–364, 2007.

**CRYPTANALYSIS OF SOME STREAM CIPHERS BASED ON  $N$ -ARY GROUPOIDS**

MALYUTINA NADEGHDA,  
State University Dimitrie Cantemir

**Abstract.** This article is a continuation of the work presented in [2]. We demonstrate that Vojvoda attacks [9,10] on Markovski cipher [4,6] can be modified on generalized Markovski cipher based on  $i$ -invertible  $n$ -ary groupoids [1,7,8]. We describe the attacks on generalized Markovski algorithm using the selected ciphertext and the plaintext.

**Basic concepts and definitions**

The use of quasigroups opens new ways in construction of stream and block ciphers [4,5]. We continue researches of applications of  $n$ -ary groupoids that are invertible on  $i$ -th place in cryptology [7,8,3].

**Definition 1.**  $n$ -ary groupoid  $(Q, f)$  is called invertible on the  $i$ -th place,  $i \in \overline{1, n}$ , if the equation:  $f(a_1, \dots, a_{i-1}, x_i, a_{i+1}, \dots, a_n) = a_{n+1}$  has unique solution for any elements  $a_1, \dots, a_{i-1}, a_{i+1}, \dots, a_n, a_{n+1} \in Q$ .

In this case operation  ${}^{(i,n+1)}f(a_1, \dots, a_{i-1}, a_{n+1}, a_{i+1}, \dots, a_n) = x_i$  is defined in unique way and we have:

$$\begin{aligned} f(a_1, \dots, a_{i-1}, {}^{(i,n+1)}f(a_1, \dots, a_{i-1}, a_{n+1}, a_{i+1}, \dots, a_n), a_{i+1}, \dots, a_n) &= \\ &= a_{n+1} \\ {}^{(i,n+1)}f(a_1, \dots, a_{i-1}, f(a_1, \dots, a_{i-1}, x_i, a_{i+1}, \dots, a_n), a_{i+1}, \dots, a_n) &= x_i \end{aligned}$$

**Algorithm 1.** (Generalized algorithm 1). Let  $Q$  be a non-empty finite alphabet and  $k$ - be a natural number,  $u_j, v_j \in Q, j \in \{1, \dots, k\}$ . Define an

$n$ -ary groupoid  $(Q, f)$ , which is invertible on  $i$ -th place. It is clear that groupoid  $(Q, {}^{(i,n+1)}f)$  is defined in a unique way. Take the fixed elements

$l_1^{(n-1)^2} (l_i \in Q)$  which are called leaders. Let  $u_1, u_2, \dots, u_k$  be a  $k$ -tuple of letters from  $Q$ .

The following encryption procedure is proposed:

$$\begin{aligned} v_1 &= f(l_1, \dots, l_{i-1}, u_1, l_i, \dots, \dots, l_{n-1}), \\ v_2 &= f(l_n, \dots, l_{n+i-2}, u_2, l_{n+i-1}, \dots, \dots, l_{2n-2}), \\ &\dots \\ v_{n-1} &= f(l_{n^2-3n+3}, \dots, l_{n^2-3n+1+i}, u_{n-1}, l_{n^2-3n+2+i}, \dots, \dots, l_{(n-1)^2}), \\ v_n &= f(v_1, \dots, v_{i-1}, u_n, v_i, \dots, v_{n-1}), \dots \end{aligned}$$

Therefore we obtain the following ciphertext:  $v_1, v_2, \dots, v_{n-1}, v_n, \dots$

The deciphering algorithm is constructed similarly with binary case:

$$\begin{aligned}
 u_1 &= {}^{(i,n+1)}f(l_1, \dots, l_{i-1}, v_1, l_i, \dots, \dots, l_{n-1}), \\
 u_2 &= {}^{(i,n+1)}f(l_n, \dots, l_{n+i-2}, v_2, l_{n+i-1}, \dots, \dots, l_{2n-2}), \\
 &\dots, \\
 u_{n-1} &= {}^{(i,n+1)}f(l_{n^2-3n+3}, \dots, l_{n^2-3n+1+i}, v_{n-1}, l_{n^2-3n+2+i}, \dots, \dots, l_{(n-1)^2}), \\
 u_n &= {}^{(i,n+1)}f(v_1, \dots, v_{i-1}, v_n, v_i, \dots, v_{n-1}), \dots
 \end{aligned}$$

Consider an attack with text constructed using an  $n$ -ary groupoid, which is invertible on the  $i$ -th place obtained using the generalized Markovski algorithm. M. Vojvoda has given the cryptanalysis of the encoding system based on binary quasigroups [2, 3] and showed how to break this cipher. These attacks are described by M. Vojvoda [3].

**Ciphertext attack.** Assume the cryptanalyst has access to the decryption device loaded with the key. He can then construct the following ciphertext, where  $n$  is arity and  $m$  the order of an  $i$ -invertible groupoid:

$$\begin{aligned}
 & q_1 q_1 \dots q_1 q_1 q_1 q_1 \dots q_1 q_2 \dots q_1 q_1 \dots q_1 q_m \dots q_1 q_m \dots q_m \\
 & q_2 q_1 \dots q_1 q_1 q_2 q_1 \dots q_1 q_2 \dots q_2 q_1 \dots q_1 q_m \dots q_2 q_m \dots q_m \\
 & q_3 q_1 \dots q_1 q_1 q_3 q_1 \dots q_1 q_2 \dots q_3 q_1 \dots q_1 q_m \dots q_3 q_m \dots q_m \dots
 \end{aligned}$$

and enter it into the decryption device.

For a complete reconstruction of the table of values of the operation  ${}^{(i,n+1)}f$ , and hence the table of values of the operation  $f$ , it is sufficient to submit at the input:  $A = (n \cdot m^{n-1} + 1)(m - 1)$  characters to get all the values or  $A - 1 = n \cdot m^{n-1}(m - 1) + (m - 2)$  characters, when the last value is found by the exception method.

**Example 1.** Take the ternary groupoid  $(R_3, f)$ ,  $R_3 = \{0,1,2\}$ , which is defined over the ring  $(R_3, +, \cdot)$  residue classes modulo 3 and which is invertible in the second place. Ternary operation  $f$  on the set  $R_3$  is defined as:  $f(x_1, x_2, x_3) = \alpha x_1 + \beta x_2 + \gamma x_3 = x_4$ , where

$$\begin{aligned}
 \alpha 0 &= 1, & \alpha 1 &= 1, & \alpha 2 &= 0, \\
 \beta 0 &= 1, & \beta 1 &= 2, & \beta 2 &= 0, \\
 \gamma 0 &= 0, & \gamma 1 &= 2, & \gamma 2 &= 0.
 \end{aligned}$$

Inverse operation for  $f$  or  $(24)$ -parastroph is the following operation:  ${}^{(2,4)}f(x_1, x_4, x_3) = x_2 = \beta^{-1}(2 \cdot \alpha x_1 + x_4 + 2 \cdot \gamma x_3)$ .

We propose the following elements:  $l_1 = 0, l_2 = 2, l_3 = 1, l_4 = 2$  as leader elements.

For decryption, the table of values of the inverse function is used:

- (1):  ${}^{(2,4)}f(0,0,0) = 1$ ; (10):  ${}^{(2,4)}f(1,0,0) = 1$ ; (19):  ${}^{(2,4)}f(2,0,0) = 2$ ;
- (2):  ${}^{(2,4)}f(0,0,1) = 2$ ; (11):  ${}^{(2,4)}f(1,0,1) = 2$ ; (20):  ${}^{(2,4)}f(2,0,1) = 0$ ;
- (3):  ${}^{(2,4)}f(0,1,0) = 2$ ; (12):  ${}^{(2,4)}f(1,1,0) = 2$ ; (21):  ${}^{(2,4)}f(2,1,0) = 0$ ;
- (4):  ${}^{(2,4)}f(0,1,1) = 0$ ; (13):  ${}^{(2,4)}f(1,1,1) = 0$ ; (22):  ${}^{(2,4)}f(2,1,1) = 1$ ;

- (5):  ${}^{(2,4)}f(0,0,2) = 1$ ; (14):  ${}^{(2,4)}f(1,0,2) = 1$ ; (23):  ${}^{(2,4)}f(2,0,2) = 2$ ;  
 (6):  ${}^{(2,4)}f(0,1,2) = 2$ ; (15):  ${}^{(2,4)}f(1,1,2) = 2$ ; (24):  ${}^{(2,4)}f(2,1,2) = 0$ ;  
 (7):  ${}^{(2,4)}f(0,2,0) = 0$ ; (16):  ${}^{(2,4)}f(1,2,0) = 0$ ; (25):  ${}^{(2,4)}f(2,2,0) = 1$ ;  
 (8):  ${}^{(2,4)}f(0,2,1) = 1$ ; (17):  ${}^{(2,4)}f(1,2,1) = 1$ ; (26):  ${}^{(2,4)}f(2,2,1) = 2$ ;  
 (9):  ${}^{(2,4)}f(0,2,2) = 0$ ; (18):  ${}^{(2,4)}f(1,2,2) = 0$  (27):  ${}^{(2,4)}f(2,2,2) = 1$ .

We will use Algorithm 1 and we can construct the following ciphertext:

000 001 002 010 011 012 020 021 022

100 101 102 110 111 112 120 121 122

20

and enter it into the decryption device.

The process of decrypting the text and the results are as follows:

$u_1 = {}^{(2,4)}f(0,2,0) = 0$	$u_{29} = {}^{(2,4)}f(2,1,0) = 0$
$u_2 = {}^{(2,4)}f(1,2,0) = 1$	$u_{30} = {}^{(2,4)}f(1,0,0) = 1$
$u_3 = {}^{(2,4)}f(0,0,0) =$	$u_{31} = {}^{(2,4)}f(0,0,1) = 2$
$u_4 = {}^{(2,4)}f(0,0,0) = 1$	$u_{32} = {}^{(2,4)}f(0,1,0) = 2$
$u_5 = {}^{(2,4)}f(0,0,0) = 1$	$u_{33} = {}^{(2,4)}f(1,0,1) = 2$
$u_6 = {}^{(2,4)}f(0,0,1) =$	$u_{34} = {}^{(2,4)}f(0,1,1) = 0$
$u_7 = {}^{(2,4)}f(0,1,0) =$	$u_{35} = {}^{(2,4)}f(1,1,0) = 2$
$u_8 = {}^{(2,4)}f(1,0,0) =$	$u_{36} = {}^{(2,4)}f(1,0,2) = 1$
$u_9 = {}^{(2,4)}f(0,0,2) =$	$u_{37} = {}^{(2,4)}f(0,2,1) = 1$
$u_{10} = {}^{(2,4)}f(0,2,0) =$	$u_{38} = {}^{(2,4)}f(2,1,1) =$
$u_{11} = {}^{(2,4)}f(2,0,1) =$	$u_{39} = {}^{(2,4)}f(1,1,0) = 2$
$u_{12} = {}^{(2,4)}f(0,1,0) = 2$	$u_{40} = {}^{(2,4)}f(1,0,1) = 2$
$u_{13} = {}^{(2,4)}f(1,0,0) = 1$	$u_{41} = {}^{(2,4)}f(0,1,1) = 0$
$u_{14} = {}^{(2,4)}f(0,0,1) = 2$	$u_{42} = {}^{(2,4)}f(1,1,1) =$
$u_{15} = {}^{(2,4)}f(0,1,1) =$	$u_{43} = {}^{(2,4)}f(1,1,1) = 0$
$u_{16} = {}^{(2,4)}f(1,1,0) =$	$u_{44} = {}^{(2,4)}f(1,1,1) = 0$
$u_{17} = {}^{(2,4)}f(1,0,1) =$	$u_{45} = {}^{(2,4)}f(1,1,2) =$
$u_{18} = {}^{(2,4)}f(0,1,2) =$	$u_{46} = {}^{(2,4)}f(1,2,1) =$
$u_{19} = {}^{(2,4)}f(1,2,0) =$	$u_{47} = {}^{(2,4)}f(2,1,2) =$
$u_{20} = {}^{(2,4)}f(2,0,2) =$	$u_{48} = {}^{(2,4)}f(1,2,0) = 0$
$u_{21} = {}^{(2,4)}f(0,2,0) = 0$	$u_{49} = {}^{(2,4)}f(2,0,1) = 0$
$u_{22} = {}^{(2,4)}f(2,0,0) =$	$u_{50} = {}^{(2,4)}f(0,1,2) = 2$

$u_{23} = {}^{(2,4)}f(0,0,2) = 1$	$u_{51} = {}^{(2,4)}f(1,2,1) = 1$
$u_{24} = {}^{(2,4)}f(0,2,1) =$	$u_{52} = {}^{(2,4)}f(2,1,1) = 1$
$u_{25} = {}^{(2,4)}f(2,1,0) =$	$u_{53} = {}^{(2,4)}f(1,1,2) = 2$
$u_{26} = {}^{(2,4)}f(1,0,2) =$	$u_{54} = {}^{(2,4)}f(1,2,2) =$
$u_{27} = {}^{(2,4)}f(0,2,2) =$	$u_{55} = {}^{(2,4)}f(2,2,2) =$
$u_{28} = {}^{(2,4)}f(2,2,1) =$	$u_{56} = {}^{(2,4)}f(2,2,0) =$

At the output we get the following 56 characters:

01111221100212022202021101020122202111220000210002112011.

Thus, for a complete reconstruction of the table of values of the operation  ${}^{(2,4)}f$ , and hence the table of values of the operation  $f$ , it is enough to supply 55 characters (without the last one) for the ternary groupoid at the input, or 56 characters to restore all values. The table of the decrypting function is hacked.

Knowing the value table for  ${}^{(2,4)}f$  operation, value table is easily restored for  $f$ :

- (1):  $f(0,0,0) = 2$ ;      (10):  $f(1,0,0) = 2$ ;      (19):  $f(2,0,0) = 1$ ;  
 (2):  $f(0,0,1) = 1$ ;      (11):  $f(1,0,1) = 1$ ;      (20):  $f(2,0,1) = 0$ ;  
 (3):  $f(0,1,0) = 0$ ;      (12):  $f(1,1,0) = 0$ ;      (21):  $f(2,1,0) = 2$ ;  
 (4):  $f(0,1,1) = 2$ ;      (13):  $f(1,1,1) = 2$ ;      (22):  $f(2,1,1) = 1$ ;  
 (5):  $f(0,0,2) = 2$ ;      (14):  $f(1,0,2) = 2$ ;      (23):  $f(2,0,2) = 1$ ;  
 (6):  $f(0,1,2) = 0$ ;      (15):  $f(1,1,2) = 0$ ;      (24):  $f(2,1,2) = 2$ ;  
 (7):  $f(0,2,0) = 1$ ;      (16):  $f(1,2,0) = 1$ ;      (25):  $f(2,2,0) = 0$ ;  
 (8):  $f(0,2,1) = 0$ ;      (17):  $f(1,2,1) = 0$ ;      (26):  $f(2,2,1) = 2$ ;  
 (9):  $f(0,2,2) = 1$ ;      (18):  $f(1,2,2) = 1$ ;      (27):  $f(2,2,2) = 0$ .

To understand the situation with hacking of the decrypted text and the leaders, consider the plaintext of the form: 101202.

$$v_1 = f(l_1, l_2, 1) = ?; \quad v_2 = f(l_3, l_4, 0) = ?; \quad v_3 = f(v_1, v_2, 1) = ?;$$

$$v_4 = f(v_2, v_3, 2) = ?; \quad v_5 = f(v_3, v_4, 0) = ?; \quad v_6 = f(v_4, v_5, 2) = ?$$

Analyzing the results obtained using the table of values of the function  $f$ , we obtain the following options for the text to be decoded

( $f(*,*,1)$  and  $f(*,*,0)$  take any values):

001021; 012121; 020102; 101021; 112121; 120102; 200212;  
 212121; 2220101.

We get 9 options for possible decrypted text. Among which the second option is true. The possible values of the ciphertext will be only 9 options, i.e. to determine the true value is not particularly difficult. The question of identifying leaders in this case loses its relevance. Thus different sets of

leaders for a ternary groupoid will be:  $9^2 = 81$ . Essentially, we do not need to determine the exact values of the leaders.

The ciphertext proposed in Example 1 is a generalized version of the ciphertext used by M. Vojvoda for binary quasigroups. In the following example we tried to improve this result.

**Example 2.** Enter the other text into the decryption device:

000111222  
100211022  
010121202  
00

At the output we get the following 29 characters:

00120020120111121010222100202.

Thus, for a complete reconstruction of the table of values of the operation  $f$  it is enough to supply 28 characters. This text has the smallest possible length, i.e. is the best option for ternary case.

### Plaintext attacks

Consider an attack with the plaintext constructed using an  $n$ -ary groupoid, which is invertible on the  $i$ -th place obtained using the generalized Markovski algorithm.

Assume the cryptanalyst has access to the encryption device loaded with the key. He can then construct the following plaintext:

$$\begin{aligned} & q_1 q_1 \dots q_1 q_1 q_1 q_1 \dots q_1 q_2 \dots q_1 q_1 \dots q_1 q_m \dots q_1 q_m \dots q_m \\ & q_2 q_1 \dots q_1 q_1 q_2 q_1 \dots q_1 q_2 \dots q_2 q_1 \dots q_1 q_m \dots q_2 q_m \dots q_m \\ & q_3 q_1 \dots q_1 q_1 q_3 q_1 \dots q_1 q_2 \dots q_3 q_1 \dots q_1 q_m \dots q_3 q_m \dots q_m \dots \end{aligned}$$

and enter it into the encryption device.

The number of characters required to restore the encryption table depends on the values of the selected leaders. Therefore, the question of determining the length of the plaintext used remains open.

**Example 3.** We consider the plaintext attack for the Example 1 and we chose the following plaintext:

000 001 002 010 011 012 020 021 022  
100 101 102 110 111 112 120 121 122  
200 201 202 210 211 212 220 221 222

The result is the following: by starting 122 characters (the stream is skipped twice) we manage to find only 24 values function  $f$  from 27. Then, starting from the 131-st character, the repetition begins. The table cannot be restored in full. Thus hacking ciphertext is even more difficult task.

## Conclusions

Thus, for a complete reconstruction of the table of values of the operation  $(i, n+1)f$  and hence, the table of values of the operation  $f$  using cryptotext attack, it is sufficient to submit at the input  $(n \cdot m^{n-1} + 1)(m - 1)$  characters to get all the values. The minimum number of characters in a modified cryptotext attack will be  $(m^n + n - 1)$  symbols, where  $n$  is arity and  $m$  the order of an  $i$ -invertible groupoid.

As for the plaintext attack, it was possible to establish the lower limit value of the necessary characters to restore the table of the values of function  $f$ . However, as we showed in Example 3, restoring a table can be extremely difficult. But the following questions remain. What type of text is given at the input of the encryption device to restore the table completely? When is this possible? And how to minimize this process?

## References:

1. V. D. Belousov. *n-Ary Quasigroups*. Stiintsa, Kishinev, 1971 (in Russian).
2. Malyutina N. *Cryptanalysis of some stream ciphers*. Tendințe contemporane ale dezvoltării științei: viziuni ale tinerilor cercetători. Volumul I. Conferința Științifică a Doctoranzilor, ediția a VIII-a Chișinău, 10 iunie 2019, p.9-14.
3. Nadeghda N. Malyutina, Alexandra V. Scerbacova, Victor A. Shcherbacov. Markovsky algorithm on  $i$ -invertible groupoids. arXiv:1806.02267. 3 pages.
4. S. Markovski, D. Gligoroski and S. Andova. *Using quasigroups for one-one secure encoding*. Proc. VIII Conf. Logic and Computer Science "LIRA'97", Novi Sad, 1997, pp. 157-167.
5. E.Ochodková, V.Snášel, *Using Quasigroups for Secure Encoding of File System*, Proceedings of the International Scientific NATO PfP/PWP Conference "Security and Information Protection 2001", May 9-11, 2001, Brno, Czech Republic, pp.175-181.
6. V.A. Shcherbacov. *Elements of Quasigroup Theory and Applications*. CRC Press, Boca Raton, 2017, pp.435-444.
7. V. A. Shcherbacov and N. N. Malyutina. *Role of quasigroups in cryptosystems. Generalization of Markovsky algorithm*. Bulletin of the Transnistrian University, 60(3):pp. 53-57, 2018. (Russian).
8. V.A. Shcherbacov, N.N. Malyutina. *Role of quasigroups in cryptosystems. Generalization of Markovsky algorithm*. International Conference on Mathematics, Informatics and Information Technologies dedicated to the Illustrious Scientists Valentin Belousov, Balti, Communications, 2018, pp. 88-89.
9. M.Vojvoda. *Cryptanalysis of a file encoding system based on quasigroup*, presented at the ISCAM 2003, April 11-12, 2003, submitted to the Journal of Electrical Engineering. Vol.54, No 12/S (2003), p.69-71.
10. M.Vojvoda. *Stream ciphers and hash functions - analysis of some new design approaches*. PhD thesis, Slovak University of Technology, July, 2004.



## ABOUT $(R, S, T)$ – INVERSE QUASIGROUPS

SVEDIUC IRINA

State University Dimitrie Cantemir, Republic of Moldova

*Abstract.* The basic concepts of the theory of quasigroups and loops are considered in the work. Various definitions of the most common classes of quasigroups are given.

*Keywords.* Groupoid, Cayley table, loop, quasigroups with inverse property.

**Introduction.** Theory of Quasigroups and loops is a young branch of the mathematic. But it is widespread in connection with the use in cryptography.

This dominion includes different classes of quasigroups, including quasigroups with inverse property. For example, *WIP*- and *CI*-quasigroups are well-known kinds quasigroups.

*WIP*-quasigroups was defined by Baer in one of the first articles devoted to quasigroup theory. *CI*-quasigroups were explored by Artzy. Later, Karklin's and Karklin's generalization of both these types of loops called an *m*-inverse loop.

A.D. Keedwell and V.A. Shcherbacov proved, that *WIP*- and *CI*-quasigroups, *m*-quasigroups are special cases of  $(r, s, t)$  – inverse quasigroups.

### **Basic definitions and examples.**

**Defenition.** An *n*-ary operation defined on a non-empty set  $Q$  is a map  $Q^n \rightarrow Q$ .

Respectively, a binary operation defined on a non-empty set  $Q$  is a map  $Q^2 \rightarrow Q$ .

A non-empty set  $Q$  on which a binary operation  $*$  is defined is called a groupoid, if for all  $a, b \in Q, a * b \in Q$ .

Final groupoid can be set using a Cayley table. For example, the groupoid  $(Q, *)$  is defined with the help of the following Cayley table.

*	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
<i>a</i>	<i>a</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
<i>b</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>a</i>
<i>c</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>b</i>

If in each row or column each element can be found once, groupoid is called quasigroup.

**Definition.** Groupoid  $(Q, *)$  is called a right quasigroup, if for all  $a, b$  the equation  $x * a = b$  has singular solution.

For example, groupoid  $(Q, *)$  is a right quasigroup, which defined with the help of the Cayley table.

*	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>2</i>
<i>0</i>	<i>0</i>	<i>2</i>	<i>1</i>
<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
<i>2</i>	<i>2</i>	<i>0</i>	<i>2</i>

**Definition.** Groupoid  $(Q, *)$  is called a left quasigroup, if for all  $a, b$  the equation  $a * x = b$  has singular solution решение .

For example, groupoid  $(Q, *)$  is a left quasigroup, which defined with the help of the Cayley table.

*	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>2</i>
<i>0</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>2</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
<i>2</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	<i>2</i>

**Definition.** Groupoid  $(Q, *)$  is called a quasigroup, if it is a left and right quasigroup. Groupoid  $(Q, *)$  is called a quasigroup, if for all  $a, b$  equations  $x * a = b$  and  $a * x = b$  have singular solutions .

This definition was given by German mathematician Ruth Mufang.

There are several more definition of quasigroups.

**Definition.** Groupoid is called a quasigroup, if for all left  $(L_a)$  and right  $(R_a)$  translation

$$L_a: Q \rightarrow Q; x \rightarrow a \cdot x,$$

$$R_a: Q \rightarrow Q; x \rightarrow a \cdot x$$

are bijections.

On the set  $Q$  can be defined the following operations  $a \setminus x := L_a^{-1}(x)$  and  $x / a := R_a^{-1}(x)$ .

The introduction of new operations allows us to give another definition of a quasigroup.

**Definition.** Algebra with three binary operation  $\cdot, /, \setminus$ , satisfying the identities:

$$x \cdot (x \setminus y) = y,$$

$$(y / x) \cdot x = y,$$

$$x \setminus (x \cdot y) = y,$$

$$(y \cdot x) / x = y,$$

is a quasigroup  $(Q, \cdot, /, \setminus)$ .

Another important definition is definition of a loop.

**Definition.**

1. Quasigroup  $(Q, \cdot)$  is called a left loop, if exists an element  $l \in Q$  such us for all  $x \in Q$  holds identity  $l \cdot x = x$ .

2. Quasigroup  $(Q, \cdot)$  is called a right loop, if exists an element  $r \in Q$  such us for all  $x \in Q$  holds identity  $x \cdot r = x$ .

3. Quasigroup  $(Q, \cdot)$  is called a loop, if exists an element  $e \in Q$  such us for all  $x \in Q$  holds identity  $x \cdot e = e \cdot x = x$ .

Quasigroups have similarities with groups, in which inverse property play an important role. In the theory of quasigroups and loops are defined classes of quasigroups with some kind of inverse property, for example, IP-, WIP-, CI-, m- quasigroups and (r, s, t)-quasigroups.

**Definition.** Quasigroup  $(Q, *)$  has the left-inverse property (LIP-quasigroup), if exist a permutation  $x \rightarrow \lambda x$  of the set  $Q$  such that  $\lambda x * (x * y) = y$  for all  $x, y \in Q$ .

**Definition.** Quasigroup  $(Q,*)$  has the right-inverse property (*RIP*-quasigroup), if exist a permutation  $x \rightarrow \rho x$  of the set  $Q$  such that  $(x * y) * \rho y = x$  for all  $x, y \in Q$ .

**Definition.** Quasigroup  $(Q,*)$  has the inverse property, if it is both a *LIP*- and a *RIP*- quasigroup.

Consider a few more types of quasigroups which have inverse property.

**Definition.** Quasigroup  $(Q,*)$  has the weak-inverse property (*WIP*-quasigroup), if exist a permutation  $x \rightarrow Jx$  of the set  $Q$  such that  $x * J(y * x) = Jy$  for all  $x, y \in Q$ .

**Definition.** Quasigroup  $(Q,*)$  has the crossed-inverse property (*CI*-quasigroup), if exist a permutation  $x \rightarrow Jx$  of the set  $Q$  such that  $(x * y) * Jy = x$  for all  $x, y \in Q$ .

**Definition.** Quasigroup  $(Q,*)$  has the  $m$ -inverse property, if exist a permutation  $x \rightarrow Jx$  of the set  $Q$  such that  $J^m(x * y) * J^{m+1}x = J^m y$  for all  $x, y \in Q$ .

**Definition.** Quasigroup  $(Q,*)$  has the  $(r, s, t)$ -inverse property ( $(r, s, t)$ -quasigroup), if exist a permutation  $x \rightarrow Jx$  of the set  $Q$  such that  $J^r(x * y) * J^s x = J^t y$  for all  $x, y \in Q$ .

Examples of  $(r, s, t)$ -quasigroup.

1)  $(0, -1, 3)$  – quasigroups.

$(Q,*)$

*	0	1	2	3	4	5
0	0	5	2	3	4	1
1	5	1	3	4	2	0
2	2	4	1	5	0	3
3	3	2	0	1	5	4
4	4	3	5	0	1	2
5	1	0	4	2	3	5

$(Q, \backslash)$

$\backslash$	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>0</b>	0	5	2	3	4	1
<b>1</b>	5	1	4	2	3	0
<b>2</b>	4	2	0	5	1	3
<b>3</b>	2	3	1	0	5	4
<b>4</b>	3	4	5	1	0	2
<b>5</b>	1	0	3	4	2	5

$J = (234), J^{-1} = (243).$

2)  $(-1, 1, 3)$  - quasigroups.

$(Q, *)$

<b>*</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>0</b>	0	1	2	3	4	5
<b>1</b>	2	4	0	5	3	1
<b>2</b>	3	5	4	0	1	2
<b>3</b>	1	0	5	4	2	3
<b>4</b>	5	3	1	2	4	0
<b>5</b>	4	2	3	1	0	5

$(Q, \setminus)$

$\setminus$	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>0</b>	0	1	2	3	5	4
<b>1</b>	2	5	0	4	1	3
<b>2</b>	3	4	5	0	2	1
<b>3</b>	1	0	4	5	3	2
<b>4</b>	5	2	3	1	4	0
<b>5</b>	4	3	1	2	0	5

$J = (123), J^{-1} = (132).$

3)  $(-1, 1, 3)$  - quasigroups.

$(Q, *)$

$*$	0	1	2	3
0	0	1	2	3
1	2	3	0	1
2	3	2	1	0
3	1	0	3	2

$(Q, \setminus)$

$\setminus$	0	1	2	3
0	0	1	2	3
1	2	3	0	1
2	3	2	1	0
3	1	0	3	2

$J = (123).$

**Conclusion.** Based on these definitions, we can draw the following conclusions:

1. A weak-inverse-property quasigroup (WIP-quasigroup) is a  $(-1, 0, -1)$  – inverse quasigroup.

2. A  $m$ - quasigroup is a  $(r, s, t)$  – inverse quasigroup, when  $r = t = m$  and  $s = m + 1$ .

3. A crossed-inverse quasigroup (CI-quasigroup) is a  $0$ -inverse quasigroup and  $(0, 1, 0)$  – inverse quasigroup.

**References:**

1. V. D. Belousov. Foundations of the theory of quasigroups and loops. Nauka, Moscow (in Russian), 1967, 223 c.

2. A. D. Keedwell, V.A. Shcherbacov. Construction and properties of  $(r, s, t)$ -inverse quasigroups. Discrete Math. Elsevier. 266(1-3):275-291, 2003.

**MODELAREA PROCESELOR DE FORMARE A VALVEI DE SPIN SUPRACONDUCTOARE BAZATE PE NANOSTRUCTURI MULTISTRAT ,, SUPRACONDUCTOR – FEROMAGNET”**

*BOIAN VLADIMIR,*

*Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir”, Republica Moldova*

Studiul respectiv este datorat faptului că la momentul actual este necesară o nouă bază a microelectronicii care are la temelie noi principii de funcționare axată pe efecte mecanico – cuantice de spin.

Valva de spin la care se lucrează, prezintă prin sine o structură multistrat , alcătuită din nanopelicle de feromagnet din Cobalt, care sunt despărțite de nanopelicle de Niobiu supraconductor. În scopul acestei cercetări a fost utilizată metoda dinamicii moleculare. Structura multistrat a fost creată acoperind strat cu strat în condiții de vid. Simularea proceselor de acoperire a fost realizată în regim de temperatură constantă. Odată cu dezvoltarea nanotehnologiilor s-a iscat interesul științei și industriei asupra unui capitol a electronicii cuantice, care se ocupă de studiul transferului curentului de spin în corpurile solide, care se numește - Spintronică [1 - 3]. Spre deosebire de electronica generală , obiectul de bază cercetat în Spintronică nu este curentul electric, dar curentul de spin – care poate fi utilizat pentru transportul informației. Sistemele de bază în Spintronică sunt heterostructurile, care conțin fieromagnetici și supraconductori sau paramagnetici. [4], care intuiește crearea heterostructurilor multistrat, alcătuite din nanopelicle cu proprietăți fizice puternic diferite.

Efectele de spin au perspectiva păstrării și prelucrării informației. Structura hexagonală din nanomagneți sub acțiunea din exterior este capabilă să se reorganizeze cu formarea noilor treceri de fază, fluxuri de particule magnetice și defecte magnetice. Modificarea stărilor celulelor magnetice se întîmplă în lanț și influențează polaritatea granițelor vecine, ce aduce aminte de principiul de transmitere de către neuroni a impulsurilor, ceea ce stă la baza păstrării și prelucrării datelor. Temperatura de funcționare a acestui dispozitiv este mult mai mică ca temperatura camerei , din această cauză autorii acestui dispozitiv iau dat denumirea de – gheață de spin artificială.

Dispozitivele bazate pe manipularea spinului particulelor, utilizează mult mai puțină energie electrică în comparație cu dispozitivele semiconductoare de baza, în legătură cu aceasta, aceste materiale sunt o alternativă de viitor, producînd o diferență de potențial în baza spinului polarizat de transport.



În ultimii zeci de ani s – a format o direcție de cercetări, în care materialele sub acțiunile din exterior a câmpurilor electric și magnetic sunt capabile să-și modifice rezistența cu citeva ordine. Acest fenomen are denumirea de rezistență magnetică colosală cu perspective în crearea de noi tehnologii de scriere și păstrare a informației cu densitate ridicată și utilizare mică de nergie în comparație cu dispozitivele contemporane. Materialele cu rezistență magnetică colosală pot fi utilizate în crearea memoriei de calculator ( MRAM), dar și în alte dispozitive ale spintronicii și electronicii.

În legătură cu cele menționate mai sus sarcina actuală - cercetarea detaliată a structurii contactului materialelor stratificate supraconductor/ferromagnet și determinarea profilului spațial. Pentru crearea bazelor metodologice și realizarea studiilor teoretice a structurilor multistrat de spin în lucrarea dată este modelată nanosistemul cu energia efectivă de schimb pentru dispozitivele de memorie și comutatorului – valva de spin, prezentându – se ca structură multistrat , alcătuită din nanopelicle feromagnetice de cobalt, care sunt despărțite de straturi de niobiu supraconductor.

Schema de bază a heterostructurii cu prezentarea intensității câmpului magnetic este prezentată în fig 1 :

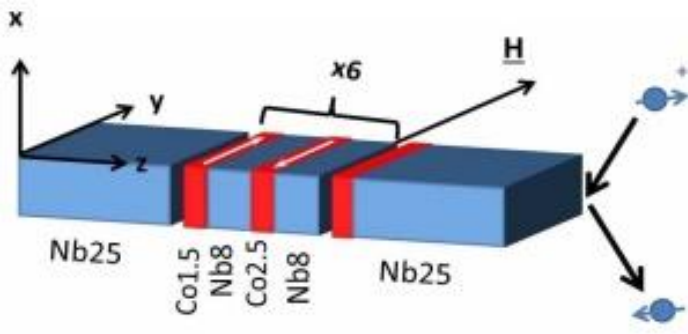


Fig 1. Heterostructura cu prezentarea intensității câmpului magnetic.

Cifrele pe lângă elementele chimice prezintă grosimea straturilor în nanometri. Cifra 6 indică faptul că această structură are repetată de 6 ori componenta pachetului din patru straturi – super rețea numită altfel. În general structura cercetată este alcătuită din aproape 20 de nanostraturi, procesele lor de formare și particularitățile de structură sunt la fel. Din acest motiv în această lucrare va fi studiată formarea doar a primelor straturi a

nanocompozitului. Cercetarea graniței de contact între supraconductor și feromagnet a fost posibilă cu utilizarea metodei dinamicii moleculare. Aici se mai urmărește atât procesul de formare a peliculelor multistrat, cât și structura rezultată, formată de atomii înăuntrul nanocompozitului multistrat. Baza metodei dinamicii moleculare sunt ecuațiile mișcării Newton, care se rezolvă pentru fiecare particulă elementară:

$$m_i \frac{d^2 r}{dt^2} = -\frac{\delta U(r)}{\delta r_i} + F_{ex}, r_i(t_0) = r_{i0}, \frac{dr_i(t_0)}{dt} = V_{i0}, i = 1, \dots, N,$$

(1) unde  $N$  – numărul total de atomi ai nanosistemului;  $m_i$  – masa atomului  $i$ ;  $r_{i0}, r_i(t_0)$  – vectorul inițial și final al atomului  $i$ ;  $U(r)$  - energia potențială sau potențialul sistemului, care depinde de localizarea tuturor particulelor;  $V_{i0}, V_{it}$  – vectorii vitezelor în momentul inițial și final;  $r(t) = \{r_1(t), r_2(t), r_3(t), \dots, r_K(t)\}$  – constanta care prezintă dependența tuturor coordonatelor atomilor;  $F_{ex}$  – forța mediului extern, servește în același rind și pentru menținerea temperaturii constante. Rezultatele în urma rezolvării ecuației dinamicii moleculare, depind de aspectul și precizia câmpului potențial  $U(r)$  din relația (1). În momentul de față există o mulțime de potențiale pereche cât și multiparticule. Un potențial recomandat cu spectru de utilizare larg este metoda modificată a atomului scufundat – MEAM (modified embedded atom method). Acest potențial imitează dinamic formarea și ruperea legăturilor între atomi, ia în considerare orientarea nesimetrică a norilor electronici și e capabil adecvat să reproducă proprietățile complicate după configurațiile cristalelor metalelor și semiconductorilor. Ecuația dinamicii moleculare (1) cu contul condițiilor inițiale și a potențialului modificat al atomului scufundat se rezolvă numeric. În rezultatul cercetărilor numerice efectuate devine cunoscută informația detaliată despre toți atomii nanosistemului în fiecare moment de timp. Variabilele fundamentale de bază sunt vitezele și coordonatele particulelor, dar și forțele de interacțiune dintre ele. La baza variabilelor obținute se analizează structura nanocompozitului multistrat, se calculează caracteristicile dimensionale, se determină proprietățile mecanice și existența defectelor.

Declarația generală a problemei de formare a structurii multistrat este prezentată în figura de mai jos (2):

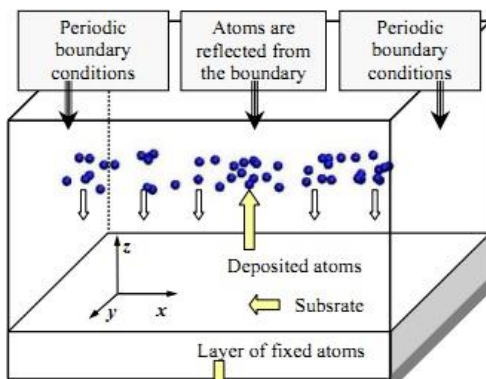


Fig 2. Formarea structurii multistrat.

Primul strat de material, obținut din atomii de Niobiu, servește ca substrat și bază pentru acoperirea în vid a următoarelor nanopelicle. Substratul se amplasează în partea de jos a celei, stratul de la margine se fixează pentru a exclude mișcarea haotică a probei în urma modelării. În direcțiile orizontale ale celei de calcul se suprapun condițiile inițiale periodice, care permit reducerea costurilor în calcule. În partea de sus sunt prezente condițiile de frontieră de reflectare, pentru ca atomii depuși să nu părăsească sistemul modelat. Procesul de acoperire se imitează cu ajutorul apariției atomilor în zona deasupra substratului. Atomilor care se depun li se comunică o viteză în direcția substratului. Acoperirea straturilor are loc în etape.

În calitate de instrument software pentru efectuarea cercetărilor teoretice s-a utilizat complexul – LAMMPS - ( Large – scale Atomic/Molecular Massively Parallel Simulator ) – Simulator paralel masiv atomic/molecular la scară largă. Acest simulator este distribuit liber, conține posibilități de a efectua calcule paralele și suportă modele matematice cu mai multe nivele, inclusiv și dinamica moleculară. Vizualizarea rezultatelor a fost posibilă cu un soft aparte numit VMD – ( Visual Molecular Dynamics). Algoritmii de analiză a rezultatelor sunt scrise în baza bibliotecilor `tel` și `C++` cu utilizarea unei console în plus de programare.

Pentru simplitatea construirii dependențelor grafice în calitate de nivel – zero a fost luată granița de sus a substratului, care este una din zonele de contact supraconductor – feromagnet. Numărul de atomi de Niobiu în substrat a fost aproximativ de 33,6 mii. În prima serie de experimente formarea

heterostructurilor a avut loc la o temperatura a substratului de aproximativ 300K ( temperatura camerei ). Menținerea constantă a temperaturii substratului s – a efectuat cu ajutorul termostatului Noze – Guver. În heterostructură trebuia format primul strat de Cobalt cu grosimea de 1,5 nm.. Rezultatul modelării depunerii primului strat este ilustrat în fig 3:

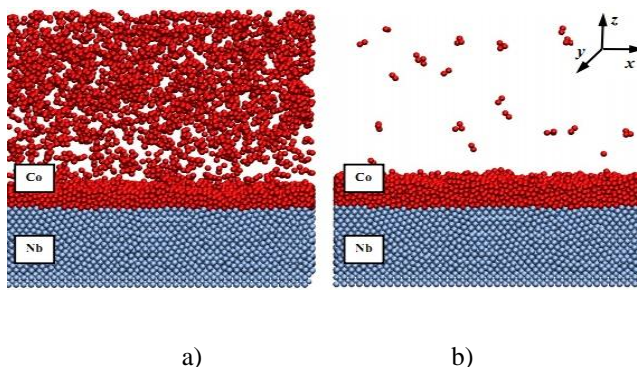


Fig 3. Depunerea primului strat pe substratul de Niobiu la temperatura de 300K, timpul simulării : a) – 0,1 ns ;b) – 0,2 ns.

Procesul de formare al stratului al doilea este ilustrat în fig 4 :

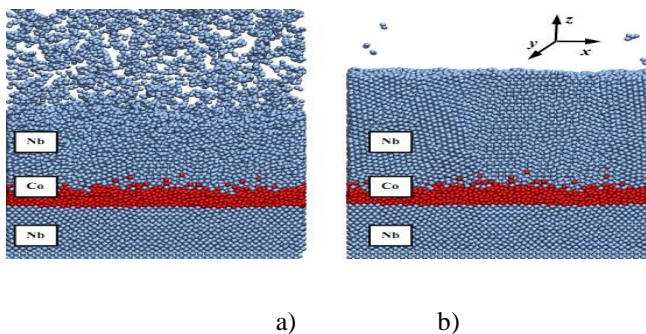


Fig 4. Depunerea stratului al doilea de Niobiu pe stratul de Cobalt la temperatura de 300K ; timpul simulării : a) – 0,1 ns ; b) – 0,2 ns.

Pentru a obține al doilea strat de Niobiu a fost necesar de depus un număr de aproximativ 70 mii de atomi. În modelarea stratului dat a fost necesar un timp de acoperire mai mare ca să atingem grosimea de 8 nm. Al treilea strat al heterostructurii alcătuit din atomi de Cobalt în număr de aproximativ 30 mii este prezentat în fig 5 :

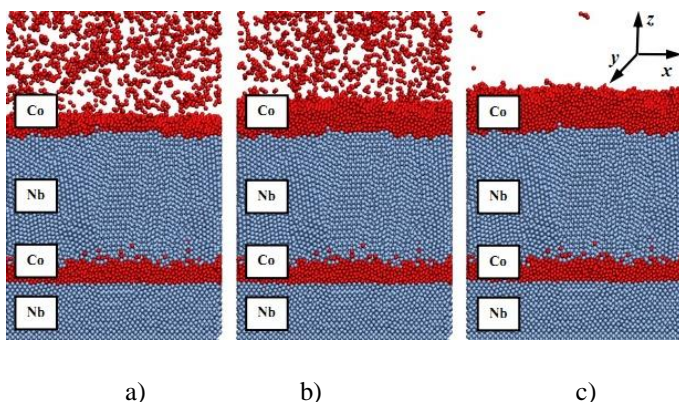


Fig 5. Acoperirea cu stratul al treilea de Cobalt la temperatura de 300K, timpul modelării: a)– 0,1 ns ; b) – 0,2 ns, și c) – 0,4 ns.

Figurile 3, 4, 5 caracterizează imaginea de calitate a proceselor de formarea heterostructurii din Niobiu și Cobalt și vizualizarea structurii (morfologiei) straturilor. Pentru detalizare și descriere cantitativă a compoziției finale pot fi utilizate fig 6 și fig 7:

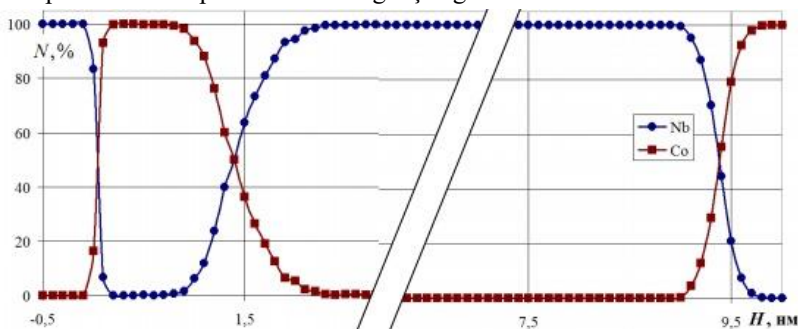


Fig 6. Compoziția procentuală a nanocompozitului multistrat, format la temperatura de 300K

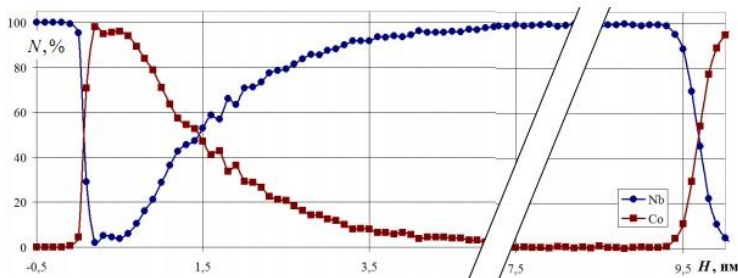


Fig 7. Compoziția procentuală a nanocompozitului multistrat , format la temperatura de 800K.

În concluzie: rezultatele acestei lucrări permit prognozarea proprietăților graniței de contact dintre straturile vecine ale structurilor multistrat până la acoperirea lor din materiale concrete. Așadar, pentru perechea de materiale: Niobiu/Cobalt în urma simulării procesului de formare a straturilor prin metoda de depunere magnetron pe substrat cu temperaturi diferite s –a constatat, că până la temperatura de 300K granița de contact Niobiu/Cobalt este destul de accentuată care nu întrece 1,5 nm. Odată cu creșterea temperaturii substratului mai mult de 300K granița de contact din cauza proceselor de difuzie se “ lărgeste ” și la temperatura de 800K crește de 4 – 5 ori ajungînd la o grosime a graniței de 5 – 7 nm, și în acest caz aceste nanostructuri devin nepotrivite pentru necesitățile spintronicii.

Această lucrare a fost realizată ca parte a proiectului SPINTECH, acordul de grant N810144.

#### Referințe bibliografice:

1. Krupa M. M. Spintronics. Problems and prospects of practical application. *Advantage Engineering Technologies*, 2007, vol. 2, pp. 1-9. <http://dx.doi.org/10.21065/>
2. Endoh T., Honjo H. A Recent Progress of Spintronics Devices for Integrated Circuit Applications. *Journal of Low Power Electronics and Applications*, 2018, vol. 8, iss. 44, pp. 1-17. <https://doi.org/10.3390/jlpea8040044>
3. Chang C., Kostylev M., Ivanov E. Metallic spintronic nanofilm as a hydrogen sensor. *Applied Physics Letters*, 2013, vol. 102, iss. 14, pp. 1-18. <https://doi.org/10.1063/1.4800923>
4. Bell C., Burnell G., Leung C. W., Tarte E. J., Kang D.-J., Blamire M. G. Controllable Josephson current through a pseudospin-valve structure. *Applied Physics Letters*, 2004, vol. 84, iss. 7, pp. 1153-1155. <https://doi.org/10.1063/1.1646217>

**SPIRAL ILLUMINATION APPLIED FOR EXTENDED  
PERFORMANCE OF THE DIGITAL HOLOGRAPHIC  
MICROSCOPE**

CAZAC VERONICA

*Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir”  
Computing Sciences Unit, Tampere University*

Recent advanced digital holographic microscope (DHM) configurations take advantage of computational reconstruction to perform impossible optical processes, e.g. the numerical subtraction of zero-order diffraction, and interferometric comparison of the wave fields generated and reconstructed with different wavelengths [1]. However, the low-resolution problem still remains because of the limited size of the CCD sensitive chip and the magnification by microscopes' objective that increases the resolution concurrently with the coherent speckle noise. Ultimately, a larger size of the CCD chip or a shorter wavelength corresponds to a greater ability to resolve small objects [2].

Nowadays, many solutions have been proposed to enhance the DHM resolution with current CCD chip dimensions by using a short wavelength thus creating a larger NA or by phase modulation of the object beam with a phase mask (random or periodic pattern) projected onto the object. Recently, Faridian et. al. [3] implemented oblique illumination with short wavelength to design an off-axis digital holographic microscope in deep UV, capable of recording 3D image from nanostructures. Despite being very interesting, this method has limited range of applications as it presents possible photo-damage and phototoxicity to certain types of specimens (e.g., biological tissues). Another approach is coherent speckle field illumination where a random phase mask (a diffuser) is used to diminish the periodic pattern noise. The resolution enhancement has been achieved by time-consuming procedure of averaging the object waves under hundreds of different speckle illuminations [4]. Furthermore, the spatial resolution of microscopy can also be improved by mean of the structured illumination coming from a periodic phase mask in order to increase the depth of field and to compensate aberrations and image distortion introduced by the optical components of the setup (microscope objective, lenses, etc.). For this experiment, two types of diffraction gratings were placed in front of the studied sample [5]. When the diffraction grating was applied the wavefront reaching the CCD sensor became more diverse due to diffraction on the grating and in case of linear diffraction only the resolution of the x direction could be improved, because only a one-

dimensional grating is used. The enhancement along three different directions was obtained in case of the hexagonal diffraction grating. Even though the super-resolution of the DHM in combination with diffraction grating was proved numerically [6], however visually there is still place for enhancement.

In this paper is presented the application of spiral wavefront shaping of the object beam for improving the object's phase reconstruction. Spiral wavefront shape can be obtained by inducing a vortex phase in the object arm of the imaging system. The vortex phase is a unique optical construction, its structure comprised completely of spiral or helical phase steps, whose purpose is to control the phase of the transmitted beam. The topological charge or number of rotations, symbolized in the literature as  $m$ , refers to the number of  $2\pi$  cycles (i.e. "staircases") imprinted around  $360^\circ$  turn of diffractive optical surface.

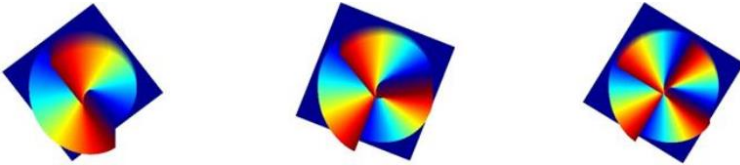


Fig. 1 Vortex profile for vortex phase where  $m=2$ ,  $m=3$  and  $m=4$  [7]

First, the simulation of the DHM prototype is performed. Next, we compare the holographic experiment where vortex phase mask is applied for the reconstruction of two the phase objects with the experiment without vortex. For a better understanding of vortex intriguing properties, it was proposed to simulate an experiment where a vortex phase mask is implemented in the lensless DHM system where two phase objects were under study. As a result, we assumed to obtain a better reconstruction image of the objects. Because vortex as a phase object has a spiral wavefront, it makes sense to apply it only if we propagate the wavefronts during the experiment. Simulation of this experiment has the following steps:

1. Generating of the phase objects : wavefront of the first and second object,  $O_1$  and  $O_2$ , respectively;
2. Add the vortex to the first object;
3. Propagate on distance  $d$ , of  $O_1$  plus vortex phase to the second object  $O_2$ ;
4. Generating reference wavefront;
5. Propagate on distance  $d_1$ , the gathered objects to the sensor array for hologram construction;



6. Formation of hologram of propagated images by adding the reference wavefront;
7. Reconstruction of the obtained hologram;
8. Backpropagation on distance  $-d_1$ , to the second object  $O_2$ ;
9. Backpropagation on distance  $-d$  to the first object;
10. Subtraction of the vortex, so we obtain the reconstructed image of the first object.

Detailed illustration of the program structure can be seen in Fig. 1.

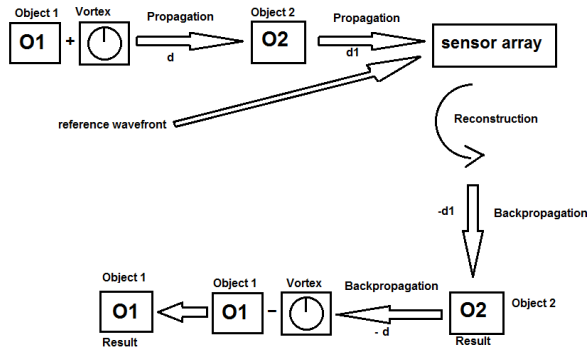
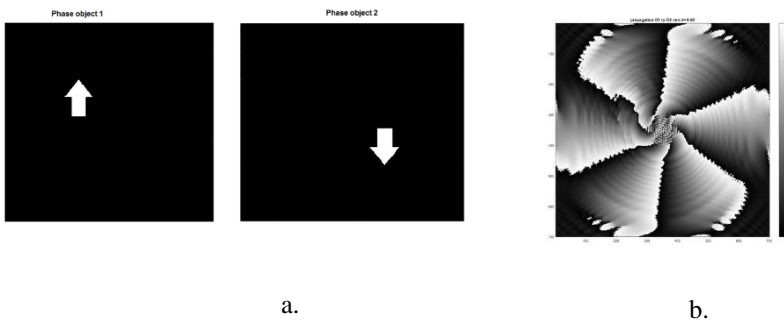


Fig. 2 Program structure of the application of vortex phase mask for the reconstruction of two phase objects



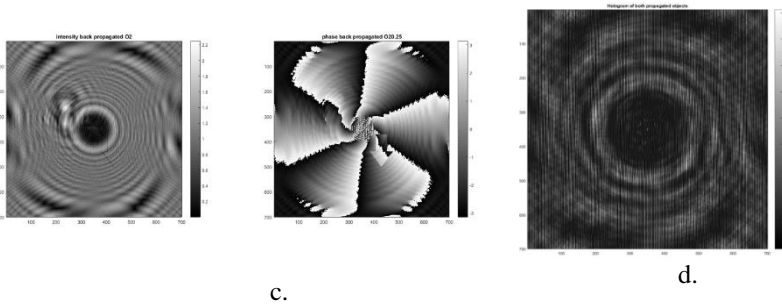


Fig. 3 a. Initial image of the phase objects O1 and O2, b. Propagation on distance  $d$  from the first object O1 with vortex to the second object O2, c. Intensity and phase of second object, after reconstruction and backpropagation on distance  $-d_1$  to the second object O2, d. Computational hologram of the both propagated objects and vortex

In Fig. 3 are illustrated the initial phase of the object, the vortex phase during propagation with numerous rotations, backpropagation and the obtained hologram that contains information about both objects.

Finding the optimal number of rotations of the spiral wavefront is important because inappropriate object beam manipulation may corrupt the true phase reconstruction. The optimal value was determined by visually analyzing the CCD camera images of the propagation of the wavefront after the phase mask rotation.

From the obtained hologram, the intensity and phase are reconstructed after back propagation of light in Fig.3.

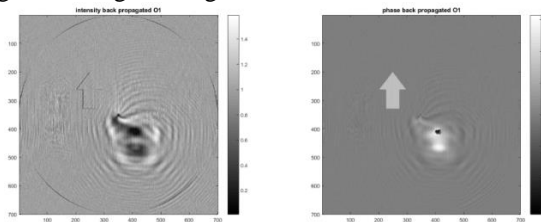


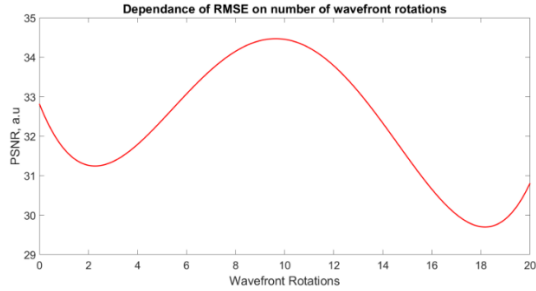
Fig. 4 Image of the first reconstructed object O1 after backpropagation and subtraction of the vortex mask.

Calculation of root mean square error (RMSE) and peak signal-to-noise ratio (PSNR) of the reconstructed object phase compared to original phase (Fig. 2.2) was done to determine the accuracy of the phase reconstruction,

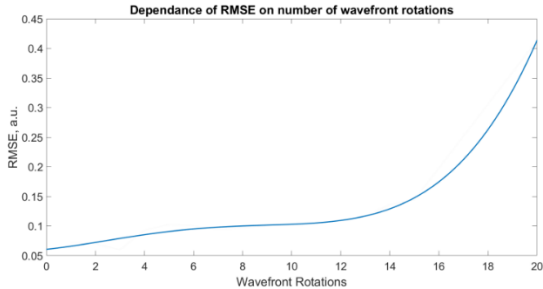
$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (y_j - \hat{y}_j)^2} \quad (1)$$

$$PSNR = 2x \cdot \log_x(Max) - x \cdot \log_x MSE \quad (2)$$

where  $y_j$  are the pixels of the original image,  $\hat{y}_j$  are pixels of the reconstructed image,  $x=10$ ,  $Max=255$  is the maximum possible value of the pixel and MSE is mean square error. The parameters PSNR and RMSE were investigated in dependence to the number of vortex charge  $m$ .



a.



b.

Fig. 5 a. PSNR and b. RMSE variation in dependence to vortex wavefront rotations

The best obtained value for the studied indices was the experiment where  $m=10$  for the PSNR parameter and  $m=1$  for the RMSE parameter, PSNR=34.5 and RMSE=0,07, respectively. The simulation of the same experiment was made, only without the addition of the vortex mask to the first object. The PSNR was 35,0988 and RMSE was 0,421.

We conclude that phase imaging enhancement can be obtained by adopting a vortex/spiral phase modulation to the lensless DHM. This approach results in a self-healing effect by filling of the null area of the incident beam under propagation. This way more data about the high spatial frequencies of the object spectrum is recorded in the CCD sensor from the diffracted pattern. This is a key point, since, the rotating spiral wavefront can be tuned, and it becomes possible to discover the better experimental condition for recording of digital holograms. The results are demonstrated for two phase objects and compared with the experiment without the modulating phase mask.

#### **Reference:**

1. M. Paturzo, F. Merola, S. Grilli, S. De Nicola, P. Ferraro Digital holography in combination with diffraction grating to get super-resolution, Proceedings of SPIE Conference on Optical Micro-andNanometrology in Microsystems Techology II, Strasbourg, France, May 20, 2008, SPIE, pp. 699505-(1-8)
2. A. Faridian, D. Hopp, G. Pedrini, U. Eigenthaler, M. Hirscher, and W. Osten, "Nanoscale imaging using deep ultraviolet digital holographic microscopy," Optics Express, Vol. 18, 2010, pp.14159–14164.
3. W. Osten, A. Faridian, P. Gao, K. Körner, D. Naik, G. Pedrini, A. K. Singh, M. Takeda, M. Wilke, Recent advances in digital holography, Applied Optics, Vol. 53, Iss. 27, 2014, pp. 44-63
4. V. Kollarova, J. Collakova, Z. Dostal, P. Vesely, and R. Chmelik, Quantitative phase imaging through scattering media by means of coherence-controlled holographic microscope, Journal of Biomedical Optics, Vol. 20, Iss. 11, 2015, pp. 111206(1-9).
5. V. Cazac, A. Meshalkin, E. Achimova, V. Abashkin, V. Katkovnik, I. Shevkunov, D. Claus, G. Pedrini. "Surface relief and refractive index gratings patterned in chalcogenide glasses and studied by off-axis digital holography", Appl. Opt. 57 (3), p. 507-513, 2018.
6. Cheng Liu, Zhigang Liu, Feng Bo, Yong Wang, and Jianqiang Zhu "Super-resolution digital holographic imaging method", App. Phys. Lett. 81, 3143-3145 (2002). DOI: 10.1063/1.1517402
7. S. Rasouli and D. Hebri, "Theory of diffraction of vortex beams from 2D orthogonal periodic structures and Talbot self-healing under vortex beam illumination", J. Opt. Soc. Am. A, Vol. 36, Issue 5, pp. 800-808, 2019

**CARACTERIZAREA FILMELOR  $Zn_{0.8}Mg_{0.2}O$  OBTINUTE  
PRIN METODA SPIN COATING ȘI DEPURAREA  
DIN AEROSOLI PE SUPORTURI DE p-Si**

*MORARI VADIM,*

*Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir”, Republica Moldova*

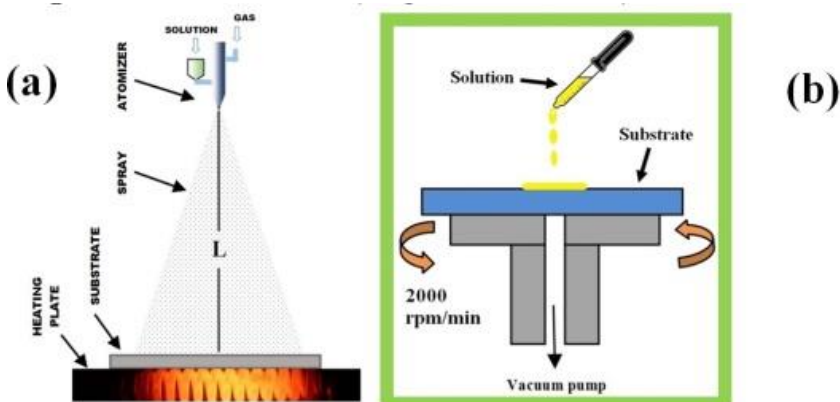
**Introducere.** Problema dezvoltării dispozitivelor optoelectronice pentru fotodetectarea radiației ultraviolete (UV), a atras o atenție foarte mare în ultimii ani datorită unei game largi de aplicații optoelectronice [1-3]. Cele mai răspândite dispozitive optoelectronice sunt detectoarele de radiații și emițătoarele de radiații, cum ar fi diodele cu emisie de lumină (LED) și laserele. În prezent, astfel de dispozitive pentru regiunea spectrală UV sunt fabricate pe bază de diamant [4] sau materiale pe bază de nitrură de galiu (GaN) [5]. Dar diamantul este un material mult prea scump, iar pentru dispozitivele pe bază de GaN lipsesc tehnologiile pentru producerea acestor substraturi pe scara largă. Acest lucru stimulează cercetarea soluțiilor alternative cu semiconductorii din grupa II-VI, cum ar fi ZnO, ZnMgO și ZnCdO, care prezintă un mare potențial în înlocuirea nitridiilor. ZnO este un semiconductor de tip AII-BVI. Are o bandă interzisă largă, de 3.37 eV, cu energia de legătură a excitonilor mare (60 meV) chiar la temperatura camerei, făcându-l potrivit pentru o serie de aplicații ce utilizează radiații din domeniul ultraviolet. Pentru dirijarea cu banda interzisă a materialului se realizează aliaje cu oxizi de Mg, Be (creștere) și Cd (scădere). Vorbind despre deplasarea spectrului de emisie (în cazul emițătoarelor de lumină) sau a diapazonului spectral de sensibilitate (în cazul detectoarelor de radiație) spre lungimi de undă mai scurte poate fi aplicată doparea cu Mg și producerea soluțiilor solide ZnMgO cu banda interzisă de la 3.37 eV până la 7.8 eV, bandă care este tipică pentru dielectricul MgO. Prin schimbarea compoziției pot fi produse dispozitive pentru lungimi de unde scurte de la UV-A (320-400 nm), la UV-B (280-320 nm) și UV-C (200-280 nm) [6].

În mod obișnuit, soluțiile solide ZnMgO sunt obținute prin diferite tehnologii, cum ar fi: epitaxie cu flux molecular [7], depunerea straturilor atomare [8], pulverizarea magnetron[9], depunerea cu aplicarea impulsurilor laser [10], dar aceste tehnologii sunt foarte costisitoare. În lucrarea noastră am folosit metode mult mai ieftine, precum depunerea din aerosoli și spin coating.

**Tehnologia de obținere a filmelor.** Tehnologia de depunere din aerosoli (*Figura 1 a*) este una dintre cele mai ieftine și simple metode pentru depunerea filmelor subțiri. Temperatura soluției precursorare în timpul procesului de depunere a aerosolului a fost 25 °C, în timp ce temperatura

substratului a fost menținută la 500 °C, cu ajutorul unui reglator de temperatură (БПРТ-1). Viteza de depunere a soluției precursorare a fost de 0,33 ml/min, iar timpul de depunere de 15 minute.

Pentru a obține filmele subțiri  $Zn_{1-x}Mg_xO/p-Si$ , soluția molară care conține zinc și magneziu, s-a obținut prin dizolvarea în etanol a acetatului de zinc dehidrat (0.35M) și a acetatului de magneziu tetrahidrat (0.35M) cu puritatea 99,999% (Sigma Aldrich).



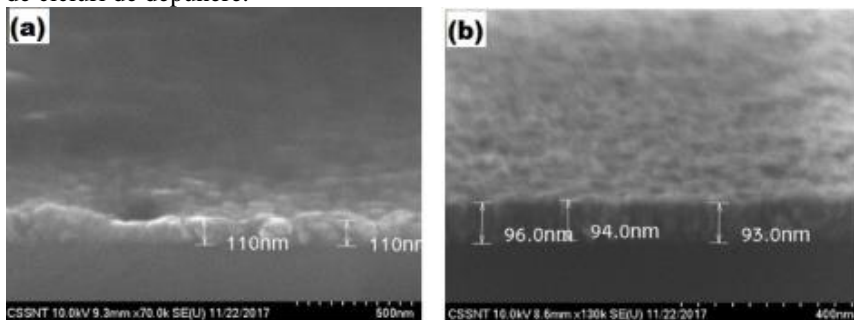
**Figura 1.** Metoda de depunere din aerosoli (a) și metoda de depunere spin coating (b)

Tehnologia spin-coating (Figura 1 b) este și ea o metodă simplă, utilizată pentru depunerea rapidă și uniformă a filmelor/straturilor subțiri, pe substraturile relativ plate, cum ar fi suporturi de Si, safir, cuarț, sticlă ș.a. În centrul suportului, care se rotește cu o anumită viteză (în cazul dat 2000 rpm/min), se aplică o cantitate mică de soluție, care se extinde pe toată suprafața substratului prin forța de centrifugare. Rotația durează 15 s, apoi substratul se usucă la temperatura de 150 °C, timp de 10 min. Procesul continuă până la obținerea grosimii dorite a filmului.

Pentru depunerea filmelor subțiri  $Zn_{1-x}Mg_xO/p-Si$  prin metoda Spin-Coating, s-a folosit soluții de acetat de zinc și acetat de magneziu (0,35M) dizolvate în 2-Methoxyetanol și dietanolamine (DEA) ca stabilizator. Fiecare strat depus a fost tratat la 150 °C timp de 10 min, iar după ce s-a depus 10 straturi, s-a efectuat un tratament termic la 500 °C, timp de o oră în aer. Soluțiile apoase pentru ambele metode, au fost amestecate în baia ultrasonică timp de 30 de minute la o temperatură de 50-60 °C.

După depunerea filmului subțire dorit, prin aceste două metode, au fost depuse contacte de aluminiu prin evaporare pe partea din spate a substratului de p-Si. Contactele de paladiu au fost depuse printr-o mască specială, cu diametrul de 1,5 mm depuse pe suprafața filmului de  $Zn_{1-x}Mg_xO$ , cu încălzire a probei la temperatura de 300 °C, în vid, timp de 1 oră în instalația VUP-4.

**Date experimentale.** Cu ajutorul microscopului electronic de scanare Hitachi SU 8230, s-a studiat morfologia filmelor subțiri  $Zn_{0.8}Mg_{0.2}O/p-Si$ . Imaginile SEM (*Figura 2*) compară morfologiile filmelor depuse prin metoda spin coating și metoda de depunere din aerosoli. Prin ambele metode s-au obținut filme subțiri cu o morfologie destul de uniformă. Grosimea filmelor fiind în jur de 100 nm. Cu toate acestea, filmul obținut prin metoda de depunere din aerosoli este mai uniform, aceasta se datorează numărului mic de cicluri de depunere.

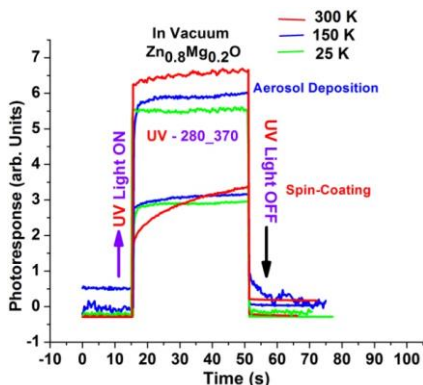


**Figura 2.** Imagini SEM ale filmelor subțiri  $Zn_{0.8}Mg_{0.2}O/p-Si$  depuse prin metoda spin-coating (a) și metoda de depunere din aerosoli (b).

Toate probele preparate au fost studiate utilizând un microscop de forță atomică (AFM) comercial, multimod (SOLVER Next - NT-MDT). Pentru efectuarea măsurătorilor s-au folosit vârfuri în formă de con din siliciu monocristalin (raza vârfului ~ 10 nm) pe cantilevers cu o rigiditate de aproximativ 17 N/m, utilizate pentru efectuarea măsurătorilor. Parametrii Root Middle Square (RMS) și parametrii Skewness (RSkew) au fost calculați din imaginile topografice dobândite folosind un software de procesare a imaginilor. Cu toate acestea, rugozitatea filmelor preparate prin spin-coating este mai mare în comparație cu cele preparate prin depunerea din aerosoli. Parametrii de rugozitate ai filmelor au fost determinați din imaginile AFM. Valorile RMS deduse din profilele AFM s-au dovedit a fi de 12 nm și 5 nm pentru filmele  $Zn_{0.8}Mg_{0.2}O$  obținute prin spin coating și respectiv prin depunerea din aerosoli. Valorile  $R_{Skew}$  s-au dovedit a fi 0.1163 pentru filmele

$Zn_{0.8}Mg_{0.2}O$  obținute prin spin coating și respectiv prin depunerea din aerosoli 0.272.

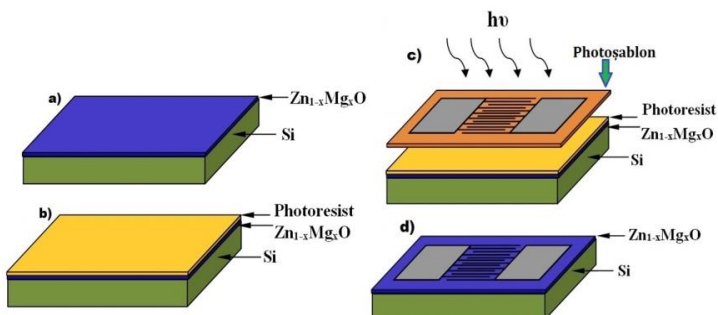
Figura 3 demonstrează fotorăspunsul măsurat la diferite temperaturi (25, 150, 300 K) în vid sub iradierea luminii UV pentru filmele subțiri  $Zn_{0.8}Mg_{0.2}O/p-Si$  obținute prin metoda depunerii din aerosoli și spin coating. Pentru a excita fotoconductivitatea în filmul nostru  $Zn_{0.8}Mg_{0.2}O/p-Si$ , s-a utilizat radiația de la o lampă cu xenon DKSS-150.



**Figura 3.** Fotorăspunsul măsurat la diferite temperaturi pentru filmele subțiri  $Zn_{0.8}Mg_{0.2}O/p-Si$ , 25, 150, 300 K în vid sub iradierea luminii UV

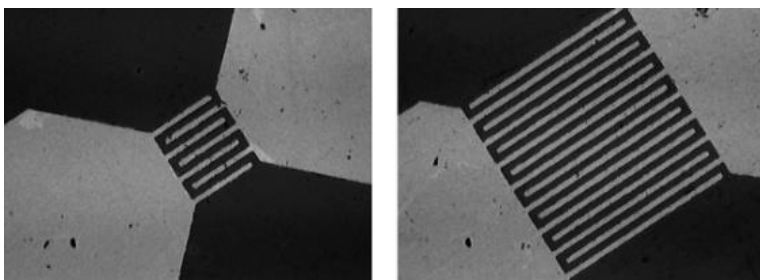
Pentru a selecta diapazonul spectral, au fost utilizate filtre optice pentru a reduce radiațiile din diferite intervale spectrale (*ultraviolet*(UV): 280–370 nm, densitatea puterii la suprafața probei era de 17,6 mW/cm<sup>2</sup>. În ambele cazuri, cel mai mare fotorăspuns îl avem la 300 K care este egal cu 7 pentru depunerea din aerosoli și 3 pentru spin coating. În timp ce la temperaturi scăzute (25 K), avem cel mai mic fotorăspuns în ambele cazuri. Sensibilitatea crește de la temperaturi scăzute (25 K) spre temperatura camerei (300 K), pentru spin coating de la 2 la 3, iar pentru depunerea din aerosoli de la 5 la 7. Pentru a obține terenurile predestinate pentru contactele metalice pe filmele  $Zn_{0.8}Mg_{0.2}O$ , depuse pe substraturi de p-Si, este utilizată tehnica fotolitografiei. În imaginea de mai jos (*Figura 4*) sunt reprezentate principalele etape ale procesului fotolitografic folosit la localizarea terenurilor în cadrul tehnologiei planare.





**Figura 4.** Tehnica fotolitografiei pentru filmele  $Zn_{0.8}Mg_{0.2}O/p-Si$ :  
*a) depunerea filmului; b) depunerea fotorezistului; c) poziționarea fotoșablonului și expunerea la lumina UV; d) obținerea circuitelor interdigitale pe substrat*

Pentru acoperirea suprafeței substratului este utilizat fotorezistul pozitiv AZ5214E, depus prin metoda spin-coating timp de 40s, rata rotațiilor este de 3500/min. În calitate de sursă de lumină servește lampa cu mercur (ДПШ-250) a cărei spectru este situat în regiunea 0.36-0.4μm. Contactele ohmice din Al sunt depuse pe suprafața stratului de  $Zn_{0.8}Mg_{0.2}O$  prin metoda evaporării termice în vid. După procesul de îndepărtare a fotorezistului rămas, contactele de aluminiu sunt tratate termic la temperatura de 250°C timp de 30 minute. Decaparea regiunilor predestinate pentru contactele metalice se realizează în soluția NaOH de concentrația 1% timp de 4s. Expunerea are loc timp de 60s.



**Figura 6.** Imagini optice a filmelor  $Zn_{0.8}Mg_{0.2}O/p-Si$  obținute în urma fotolitografiei

**Concluzii.** În urma efectuării acestui studiu, au fost obținute filme subțiri de  $Zn_{0.8}Mg_{0.2}O$  depuse pe substratul de p-Si prin metoda spin coating și depunerea din aerosoli. Filmele demonstrează o fotosensibilitate sub iradierea luminii UV, iar curentul crește proporțional odată cu densitatea de excitare. În același timp, probele noastre obținute prin spin-coating demonstrează o rezistivitate și fotosensitivitate mult mai mare, iar prin metoda depunerii din aerosoli, obținem o morfologie mult mai uniformă.

**Mulțumiri.** Această lucrare a fost susținută financiar de ANCD prin proiectul nr. 19.80013.50.07.02A/BL.

### Referințe bibliografice:

1. Deng R., Li B. H., Li Y. F., Yao B., Zhang J. Y., Zhao Y. M., Jiang D. Y., Zhang, Z. Z. C. X. Shan, D. Z. Shen, X. W. Fan and Y. M. Lu. Ultraviolet photodiode based on p-Mg<sub>0.2</sub>Zn<sub>0.8</sub>O/n-ZnO heterojunction with wide response range. *J. Phys. D: Appl. Phys.* 42, 105102, pp.4, (2009).
2. Liu, C., Özgür, Ü., Alivov, Y.A., Teke, A., Reshchikov, M.A., Doğan, S., Avrutin, V., Cho, S.J., Morkoç, H. A Comprehensive Review of ZnO Materials and Devices. *J. Appl. Phys.*, 98, 041301, (2005).
3. Norton, D.P., Pearton, S.J., Ip, K., Heo, Y.W., Steiner T. Recent Advances in Processing of ZnO. *J. Vac. Sci. Technol. B.*, 22, pp.932-948, (2004).
4. Kanda H., Watanabe K., Koizumi S., Hasegawa M., Ultraviolet Emission from a Diamond p-n Junction, *Science*: Vol. 292, Issue 5523, pp.1899-1901, (2001).
5. Schubert E. F. & Cho J. V. LEDs: Electron-beam excitation, *Nature Photonics* 4, pp.735–736, (2010).
6. Taurian O. E., Springborg M. and Christensent N. E. Self-consistent electronic structures of MgO and SrO. *Solid State Communications*, Vol. 55, No. 4, pp. 351-355, (1985).
7. N. Y. Hou, Z. X. Mei, H. L. Liang, D. Q. Ye, C. Z. Gu, Dual-band MgZnO ultraviolet photodetector integrated with Si, *Appl. Phys. Lett.* 102, 153510, (2013).
8. Shaw A., Wrench S. J., Brunell I. F., Chalker P. R., Jin J. D., Compositional tuning of atomic layer deposited MgZnO for thin film transistors, *Appl. Phys. Lett.* 105, 202109, (2014).
- Shiau J.-S., Brahma S., Liu C.-P., Huang J.-L., Ultraviolet photodetectors based on MgZnO thin film grown by RF magnetron sputtering, *Thin Solid Films*, Volume 620, pp.170-174, (2016).
11. Wang X. , Saito K. , Tanaka T. , Nishio M. , Guo Q. , Lower temperature growth of single phase MgZnO films in all Mg content range, *J. Alloys and Compounds*, V. 627, pp.383-387, (2015).

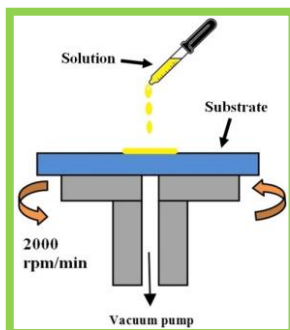
## HETEROSTRUCTURILE p-NiO/n-Si și p-NiO/n-ZnO/n-Si OBTINUTE PRIN METODA SPIN COATING

MORARI VADIM,

Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir”, Republica Moldova

**Introducere.** NiO prezintă un mare interes pentru o gamă largă de aplicații optoelectronice, ca filme conductoare transparente de tipul p, având o bandă interzisă largă (3,6–4,0 eV) [1]. Durabilitatea sa excelentă și stabilitatea electrochimică sunt importante pentru aplicațiile optice. Peliculele subțiri NiO au fost fabricate prin diferite tehnici de depunere fizică și chimică, cum ar fi depunerea prin magnetron [2], piroliză [3,4], acoperirea prin spin coating [5] și prin depunerea anodică electrochimică. Metoda de acoperire prin spin coating este o tehnică ușoară, cu costuri reduse, sigure, ieftine și fără vid înalt pentru prepararea filmelor transparente, cu parametri de performanță înaltă, comparativ cu celelalte tehnici.

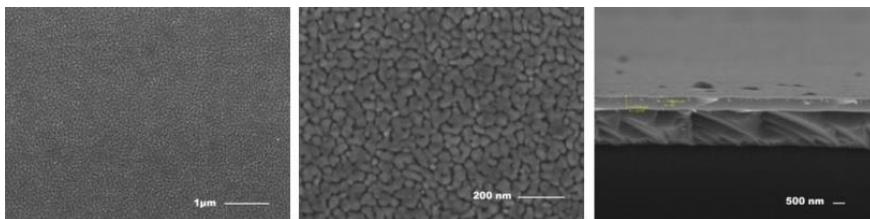
**Tehnologia de obținere a filmelor.** Metoda spin-coating (*Figura 1*) este cea mai simplă metodă utilizată pentru depunerea rapidă și uniformă a filmelor subțiri, pe suporturi de Si, safir, cuarț, sticlă ș.a. În centrul suportului, care se rotește cu o anumită viteză (în cazul dat 2000 rpm/min), se aplică o cantitate mică de soluție, care se extinde pe toată suprafața substratului prin forța de centrifugare. Rotația durează 20 s, apoi substratul se usucă la temperatura de 150 °C, timp de 10 min. Procesul continuă până la obținerea grosimii dorite a filmului. Cu cât este mai mare viteza de rotire, cu atât este mai subțire filmul. Solventul este îndepărtat parțial în timpul procesului de centrifugare datorită evaporării și parțial prin tratare termică ulterioară la temperaturi ridicate. Procedeele formează o rețea gelatinoasă pe suprafața substratului. Îndepărtarea ulterioară a solventului solidifică gelul, rezultând o peliculă solidă. După depunerea a 10 straturi, s-a aplicat tratamentul termic în aer la 500 °C timp de o oră.



**Figura 1. Spin Coating** - metoda de depunere a filmelor în baza soluțiilor

Pentru a obține filmele de  $p\text{-NiO}$ , au fost preparați precursorii soluțiilor, ce conține acetat de nichel tetrahidrat și acetat de zinc dehidrat (0,35M) cu 99,995% puritate (Sigma Aldrich) dizolvată în 2-Methoxyethanol și dietanolamină (DEA) ca stabilizator. Soluțiile apoase pentru depunere au fost amestecate în baia cu ultrasunete timp de 30 de minute la o temperatură de 50-60 °C. Filmele au fost depuse pe substraturi de Si(100) de tipul n. Substraturile au fost curățate chimic și degresate ultrasonic înainte de acoperire. Fiecare film a fost depus într-un număr de cicluri, constând dintr-un proces de depunere de 20 de secunde urmat de uscare la 150 °C timp de 10 minute. Grosimea peliculei este determinată de numărul de cicluri aplicate. Când s-a atins grosimea dorită a filmului, probele au fost tratate la 500 °C timp de o oră în aer.

**Date experimentale.** Parametrii morfologici, optici și electrici ai filmelor au fost cercetați în detaliu cu ajutorul microscopiei electronice de scanare (SEM), microscopului cu forță atomică (AFM), spectroscopiei în infraroșu a transformatei Fourier (FTIR), caracteristicii voltamperice (I-V).



**Figura 2.** Imagini SEM pentru filmele p-NiO obținute pe n-Si prin metoda spin coating

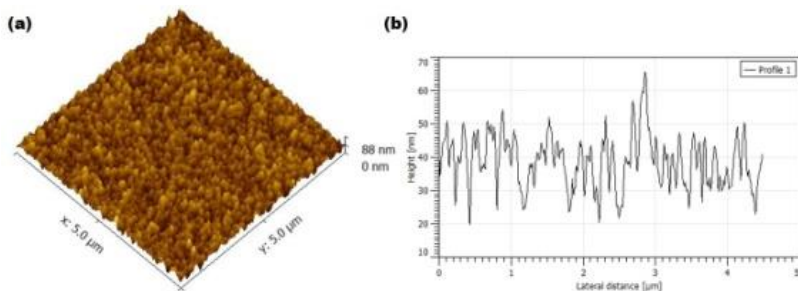
Cu ajutorul microscopului electronic de scanare Hitachi SU 8230, echipat cu detector-analizor EDX Oxford, s-a studiat morfologia filmelor subțiri de NiO utilizând imagini de electroni secundari, obținute la diferite mărimi: 10k, 40k, 60k. Din imaginile SEM (Figura 2) ale filmelor p-NiO obținute prin metoda spin-coating, se observă că filmul depus este planar. Au fost preparate filme cu grosimea între 500 - 800 nm cu o morfologie uniformă ceea ce este demonstrat și în imaginile SEM de mai sus.

**Tabelul 1.**

*Analiza compoziției chimice EDX pentru filmele NiO*

<b>Element</b>	<b>Weight%</b>	<b>Atomic%</b>
<b>O</b>	<b>44.01</b>	<b>74.26</b>
<b>Ni</b>	<b>55.99</b>	<b>25.74</b>
<b>Totals</b>	<b>100.00</b>	

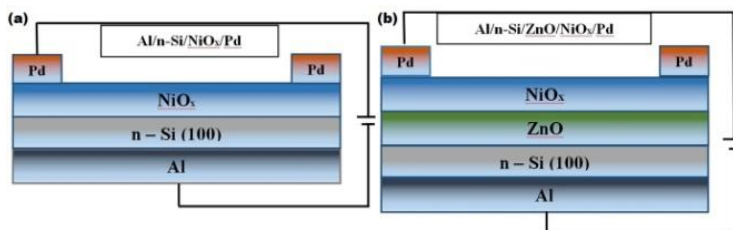
Grosimea obținută a fost estimată la 820 nm așa cum se poate observa din imaginea în secțiune. Analiza elementară EDX (Tabelul 1) arată că filmul conține elementele Ni și O în proporție de 25,74% Ni, respectiv 74,26% de O, indicând formarea compusului NiO<sub>3</sub>. Filmele obținute au fost studiate utilizând microscopul de forță atomică (AFM) comercială multimod (SOLVER Next - NT-MDT). Pentru efectuarea măsurătorilor s-au folosit vârfuri în formă de con din siliciu monocristalin (raza vârfului ~ 10 nm) pe cantilevers cu o rigiditate de aproximativ 17 N/m, utilizate pentru efectuarea măsurătorilor. Parametrii Root Middle Square (RMS) și parametrii Skewness (R<sub>Skew</sub>) au fost calculați din imaginile topografice dobândite folosind un software de procesare a imaginilor.



**Figura 3.** Imagini AFM (5x5) ale filmelor *n-Si/p-NiO* depuse prin metoda spin coating (a) și reprezentarea grafică ale profilurilor AFM (b)

Parametrii de rugozitate ai filmelor au fost determinați din imaginile AFM (Figura 3(a)). Valorile *RMS* deduse din profilele AFM prezentate în (Figura 3(b)) s-au dovedit a fi de 10 nm pentru filmele *NiO* obținute prin spin coating. Valorile  $R_{Skew}$  s-au dovedit a fi 0.0263.

Diagramele schematice a heterostructurilor *n-Si/NiOx* și *n-Si/ZnO/NiOx* sunt prezentate în (Figura 4. a,b).

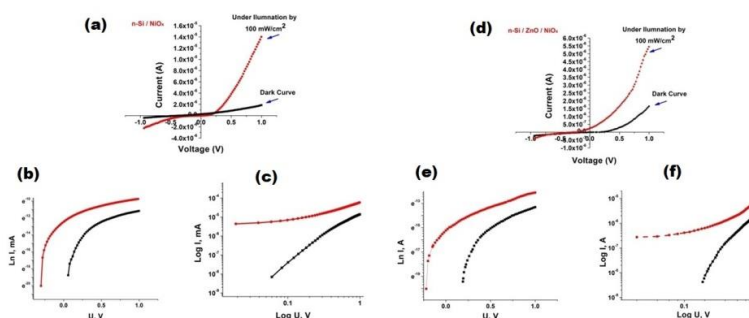


**Figura 4.** Diagramele schematice a heterostructurilor *NiOx/n-Si* (a) și *NiOx/ZnO/n-Si* (b)

Prin metoda spin coating au fost depuse filme de *p-NiO* pe suporturi de *n-Si*, fiind preparate joncțiunile *NiOx/n-Si* și *NiOx/ZnO/n-Si*. Caracteristicile volt-amperice ale acestor joncțiuni sunt prezentate mai jos. Contacte de Pd au fost depuse pe filmele *p-NiO* pentru caracterizarea electrică. Din grafice s-a calculat coeficientul de redresare al joncțiunii la tensiunea de 0.75 V fiind egal cu 7 la întuneric și 13 la iluminare cu 100 mW/cm<sup>2</sup> de la simulatorul solar pentru *NiOx/n-Si*. Coeficientul de redresare

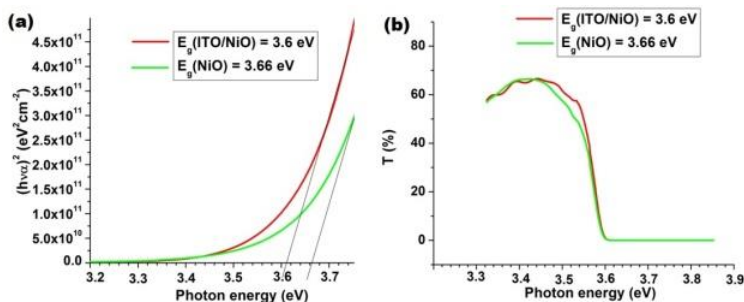
al joncțiunii  $NiOx/ZnO/n-Si$  la tensiunea de 0.75 V este egal cu 6 la întuneric și 16 la iluminare.

Fotosensibilitatea heterostructurilor definită de formula  $((I_{lum}-I_{dark})/I_{dark})$ , este egală cu 4.1 pentru  $NiOx/n-Si$  și respectiv 2.8 pentru  $NiOx/ZnO/n-Si$ . Caracteristicile I-V a heterostructurii  $p-NiOx/n-Si$  au demonstrat fotosensibilitate în domeniul spectral UV, cu o creștere a curentului de la  $10^{-6}A$  la întuneric la  $10^{-5}A$  sub iluminare cu densitatea puterii de  $100\text{ mW/cm}^2$  de la simulatorul solar. Pentru heterostrucutra  $NiOx/ZnO/n-Si$  curentul a crescut de la  $10^{-7}A$ , la  $10^{-6}A$ .



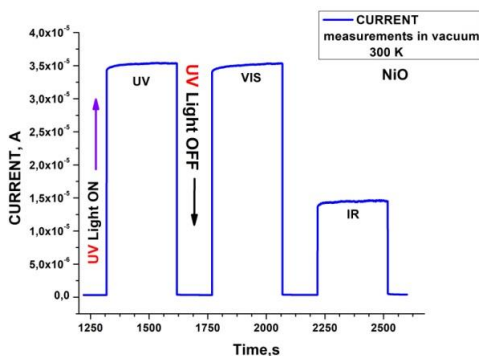
**Figura 5.** Caracteristica voltamperică I-V a joncțiunilor  $NiOx/n-Si$  și  $NiOx/ZnO/n-Si$  în coordonate lineare (a,d), logaritmice (b,e) și dublu logaritmice (c, f).

Din prezentarea dependenței I-V în scară dublu logaritmică (Figura 5 c și f) se vede că dependența este o funcție de putere  $I \propto U^n$  conform teoriei Lampert, cu coeficientul  $n > 2$  la întuneric și  $n = 2$  la iluminare, ceea ce corespunde legii Mott-Gurney pentru curenții limitați de sarcină. Analiza spectrelor de absorbție optică reprezentate în coordonate  $(\alpha hu)^2 = f(h\nu)$ , pentru filmele depuse pe substraturile de n-Si, a relevat o valoare directă a benzii interzise de aproximativ 3.66 eV.



**Figura 6.** Analiza spectrelor de absorbție optică (a) și transparența optică (b) pentru filmele p-NiO

Filmele depuse pe cuarț, având un strat de ITO (Vezi Figura 6), a generat că banda interzisă este 3.6 eV. Din imaginea din dreapta putem observa transparența optică, fiind de 70 % pentru filmul nostru p-NiO obținut prin metoda spin coating pe substratul de cuarț și n-Si.



**Figura 7.** Relaxarea fotocurentului măsurat la 300 K în vid sub iradiere la diferite lungimi de undă pentru p-NiO.

Pentru a excita fotoconductivitatea în straturile p-NiO, s-a utilizat radiația de la o lampă cu xenon DKSS-150. Relaxarea fotocurentului este prezentată în (Figura 7) unde observăm că iradierea UV și VIS sunt aproape aceleași, dar iradierea IR este mai mică. Spectrele FTIR ale filmelor NiO au fost înregistrate la temperatura camerei folosind un spectrometru (Perkin –



Elmer Spectrum Two IR). Măsurătorile FTIR de reflexie internă totală, au fost efectuate prin mediere la 20 de scanări, cu o rezoluție de  $2\text{ cm}^{-1}$ , în intervalul de lungimi de undă de la  $4000 - 450\text{ cm}^{-1}$ . Figura 8 de mai jos prezintă spectrele FTIR ale filmelor *p-NiO*, care au prezentat mai multe vârfuri de absorbție semnificative. Banda mai largă de absorbție în regiunea de  $600-950\text{ cm}^{-1}$  este atribuită modului de vibrație de întindere între Ni și O. Pentru toate probele noastre studiate, s-au observat două benzi de absorbție mai puternice la  $764$  și  $912\text{ cm}^{-1}$ . Între timp, absorbția largă în jurul  $764\text{ cm}^{-1}$  este atribuită modului de vibrație de întindere între C = O.

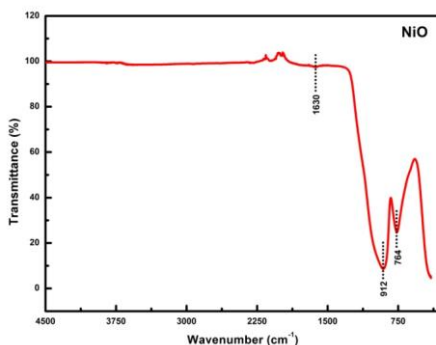


Figura 8. Spectrul FTIR pentru filmul NiO

În afară de vibrația Ni-O, se mai poate observa că banda foarte slabă în apropiere de  $1630\text{ cm}^{-1}$  este atribuită modului de vibrație de întindere între H – O – H, prezentate din cauza absorbției apei în aer. Aceste observații au furnizat dovezi precum că, efectul hidratării în structură nu s-a manifestat.

**Concluzii.** Au fost investigate proprietățile morfologice, electrice și optice ale heterostructurilor *NiOx/n-Si* și *NiOx/ZnO/n-Si* n-ZnO depuse prin metoda spin coating. Coeficientul de redresare al joncțiunii la tensiunea de  $0.75\text{ V}$  s-a dovedit a fi egal cu 7 la întuneric și 13 la iluminare cu  $100\text{ mW/cm}^2$  de la simulatorul solar pentru *NiOx/n-Si*, iar pentru *NiOx/ZnO/n-Si* este egal cu 6 la întuneric și 16 la iluminare. Fotosensibilitatea este 4.1 pentru *NiOx/n-Si* și 2.8 pentru *NiOx/ZnO/n-Si*. Caracteristicile volt-amperice ne demonstrează că heterostructurile date pot detecta lumina ultravioletă chiar la temperatura camerei ( $300\text{ K}$ ).

**Mulțumiri.** Această lucrare a fost susținută financiar de ANCD prin proiectul cu cifrul nr. 20.80009.5007.02.

**Bibliografie:**

1. Arunkumar N., Balu A.R., Nagarethinam V.S., Suganya M. „Nanocrystalline NiO”. *Devices*, V.13, pp. 920-930, (2012).
2. Gu D.H., Gan F.X., Geng Y.Y., Zhou Y., „Thermal, structural and optical properties of NiOx thin films deposited by reactive dc-magnetron sputtering”. *Mater Sci. Eng. B*, V.135, pp. 125-128, (2006).
3. Ismail R.A., Ghafori S. and Kadhim, G.A. „Preparation and characterization of nanostructured nickel oxide thin films by spray pyrolysis”. *Appl. Nanoscience*, V.3, pp. 509-514, (2013).
4. Park Y.R., Kim K. „Sol-gel and optical characterization of NiO and Ni<sub>1-x</sub>Zn<sub>x</sub>O thin films”. *J.Cryst.Growth*, V.258, pp.380-384, (2003).
5. Reguig B.A., Khelil A., Cattin L., Morsli M., Bernede JC. „Properties of NiO thin films deposited by intermittent spray pyrolysis process”. *Appl. Surf. Sci.*, V.253, pp. 4330-4334, (2007).

**CLUSTERI AI FIERULUI CA BLOCURI DE ASAMBLARE  
A POLIMERILOR COORDINATIVI CU PROPRIETĂȚI  
AVANSATE**

*PODGORNÎI DANIEL,*

*Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir”, Republica Moldova*

Chimia coordinativă cunoaște multe exemple de replicare a structurilor organice în diferite domenii. Un exemplu relevant și interesant este crearea lanțurilor polimerice anorganice similare cu polimerii organici. Așa au apărut polimerii coordinativi (PC). Ei reprezintă compuși coordinativi a căror entitate structurală se repetă în una, două sau trei direcții. Spre deosebire de polimerii organici, PC manifestă proprietăți interesante ca sorbția și stocarea gazelor [1], de separare [2], cataliză [3], luminiscentă [4], senzorică, magnetism [5] și alte proprietăți avansate.

Istoria polimerilor coordinativi începe odată cu descoperirea albastrului de Berlin,  $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  a cărui structură a fost descoperită după 372 ani de la obținere. Acesta fiind primul compus coordinativ obținut de om și totodată și primul polimer coordinativ [6]. Interesul remarcabil al acestei familii de compuși coordinativi a început în anii 1980, mai ales în domeniul materialelor magnetice moleculare.

Polimerii coordinativi pot fi obținuți folosind două tipuri de precursori metalici: săruri anorganice și clusteri metalici de nuclearitate joasă. Există două strategii elaborarea designului și sintezei PC: strategia de rețea și strategia nod-nod. Strategia de rețea se aplică pentru obținerea PC ai căror structură este cunoscută preventiv sau poate fi ușor prezisă. Strategia nod-nod presupune conexiunea unor blocuri structurale deja existente cu ajutorul la diferiți liganzi-punte. Recent a apărut interesul de-a obține PC folosind ca unități de asamblare clusteri metalici de nuclearitate joase. Utilizarea lor este explicată de mai mulți factori: o dirijare mai eficientă a geometriei și dimensionalității polimerilor coordinativi, schelete finale mai rigide și o dirijare mai facilă al strategiei nod-nod și îmbunătățirea strategiei de tip rețea. Printre multitudinea de clusteri metalici de nuclearitate joasă, carboxilații metalelor  $3d$  s-au dovedit a fi cele mai versatile și eficiente blocuri de asamblare. Versatilitatea acizilor carboxilici ca liganzi și facilitățile extraordinare de coordonare a grupelor carboxilice au dus la existența unui număr mare de carboxilați ai metalelor.

Printre cei mai utilizați carboxilați se numără  $[\text{M}_2(\text{RCOO})_4\text{L}_2]$ ,  $[\text{M}_3(\mu_3\text{-O/OH})(\text{RCOO})_6\text{L}_3]$ ,  $[\text{M}_4(\mu_3\text{-O})(\text{RCOO})_6]$  și  $[\text{M}_6\text{O}_4(\text{OH})_4(\text{RCOO})_{12}]$  (unde  $\text{M}$  = metal;  $\text{R}$  =  $\text{CH}_3$ ,  $(\text{CH}_3)_3$ ,  $(\text{CH}_3)_2\text{CH}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5$ ;  $\text{L}$  = ligand apical).

Liganzii apicali L pot avea diferite funcții în asamblarea PC: generarea siturilor metalice deschise ce facilitează sorbția sau ridică afinitatea pentru anumite molecule, schimbarea lor cu substraturi active permite utilizarea compușilor finali în cataliză iar schimbarea lor cu liganzi-punte permite obținerea unor PC cu topologii interesante din punct de vedere arhitectural și funcțional [7].

Așa proprietăți fizice ca magnetism, conductivitate luminiscentă și altele au fost observate în PC, ele stând la baza materialelor multifuncționale pe baza de PC. De exemplu, utilizarea metalelor paramagnetice la sinteza PC duce la obținerea PC cu proprietăți magnetice și anume cuplări puternice antiferomagnetice între ionii paramagnetici. Este știut faptul că cuplările antiferomagnetice puternice pot genera fenomene interesante ca sistemele magnetice moleculare (SMM) [8]. Sistemele magnetice moleculare reprezintă clasă de substanțe metalo-organice ce manifestă un comportament superparamagnetic mai jos de o anumită temperatură critică numită temperatură de blocare. Un SMM este caracterizat de stări fundamentale cu spin înalt, valori ridicate ale scindării în câmp nul, relaxare magnetică lentă, anizotropie magnetică sporită și histereză magnetică de ordin molecular. Spre deosebire de magneții clasici, SMM nu necesită o aranjare magnetică colectivă de ordin îndepărtat. Asemenea efect poate fi observat în compușii metalelor de tranziție și anume în compușii cromului, manganului, fierului, cobaltului și nichelului. Asemenea fenomen a fost depistat în PC ai cuprului, nichelului, cobaltului, manganului.

Interesul pentru PC pe bază de fier este în creștere datorită proprietăților magnetice care se pot manifesta în acești compuși și din cauza că familia PC ai fierului este destul de mică. Primul polimer coordinativ pe baza de clusteri ai fierului,  $\{[\text{Fe}_3\text{O}(\text{ac})_6(\text{H}_2\text{O})_3][\text{Fe}_3\text{O}(\text{ac})_{7.5}]_2 \cdot 7\text{H}_2\text{O}\}_n$  (**1**) (ac = rest acetat) a fost obținut de Long și echipa sa [9]. Polimerul a fost sintetizat prin reacția dintre soluția de  $[\text{Fe}_3\text{O}(\text{ac})_6(\text{H}_2\text{O})_3]\text{Cl} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  în acetonitril și soluția apoasă de

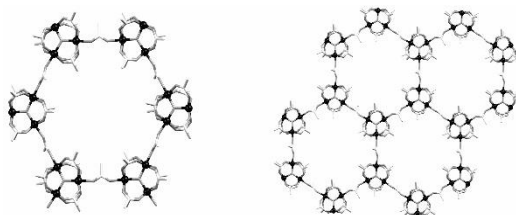


Fig. 1: Fragmentul structural  $\{\text{Fe}_3\text{O}(\text{ac})_7\}_6$  (a) și structura 2D a PC **1** (b) atomii metalici sunt reprezentați prin bile negre.

$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  și  $\text{NaOac}$ . Structural, acest polimer bidimensional reprezintă stele hexagonale ce formează o rețea Kagome (fig. 1). Este cunoscut faptul că rețelele de tip Kagome posedă un grad înalt de frustrare a spinului, ceea ce a fost demonstrat în compusul **1**.

Este cunoscut că interacțiunile de schimb dintre ionii metalici prin punți dicianamidice duc la apariția frustrărilor magnetice și la un comportament puternic antiferomagnetic al ionilor metalici. Pornind de la această ipoteză, în 2008 Alborés și Rentschler au obținut un alt PC pe bază de pivalat de fier -

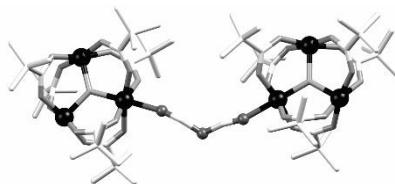


Fig. 2: Catena unidimensională a PC **2**, atomii metalici sunt reprezentați prin bile

$[\text{Fe}_3\text{O}(\text{piv})_6(\text{H}_2\text{O})(\text{dca})]_n \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (**2**) (unde  $\text{Hpiv}$  = pivalic acid;  $\text{dca}^-$  = derivat al dicianamidei) [10]. Polimerul coordinativ **2** a fost sintetizat prin amestecarea soluțiilor acetonitrilice de  $[\text{Fe}_3\text{O}(\text{piv})_6(\text{H}_2\text{O})_3]\text{ClO}_4$  și sării  $\text{PPh}_4\text{dca}$ . Acest polimer unidimensional reprezintă un lanț format din unități  $[\text{Fe}_3\text{O}(\text{piv})_6]^+$  conectate prin intermediul punții dicianamidice (fig.2).

Cercetările magnetice ale acestui compus au demonstrat existența unor interacțiuni puternice antiferomagnetice între ionii de fier.

Influența punții dicianamidice asupra comportamentului magnetic al ionilor metalici a influențat echipa lui Batten la obținerea unui polimer bidimensional  $[\text{Fe}_{10}(\mu_4\text{-O})_4(\mu_3\text{-MeO})_2(\mu_2\text{-MeO})_{12}\text{Cl}_4(\text{mcce})_4]_n$  (**3**) (unde  $\text{mcce}^-$  = rest de 2-carbamoil-2-cianoetanimidă) [11]. Sinteza acestui compus a fost realizată prin dizolvarea  $\text{K}(\text{cdm})$  ( $\text{cdm}^-$  = carbamoildicianometanidă) și a  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  în metanol. Putem observa că drept precursor de fier a fost luată o sare anorganică. La dizolvarea  $\text{K}(\text{cdm})$  în metanol, gruparea  $\text{cdm}^-$

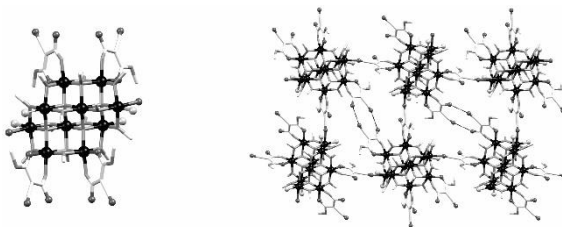


Fig. 3: Fragmentul structural  $\{\text{Fe}_{10}\}$  (a) și carcasă bidimensională în PC **3** (b). Liniile negre întrerupte sunt legăturile de hidrogen, atomii metalici sunt reprezentați prin bile negre.

suferă o adiție nucleofilă, generând ligandul  $mcce^-$ . Dizolvarea clorurii de fier(III) în metanol a dus la formarea clusterului metanolic care în interacțiune cu ligandul format  $mcce^-$  a dus la formarea polimerului **3**. Acest compus reprezintă o carcasă bidimensională formată din resturi de  $[Fe_{10}O_4(MeO)_{14}Cl_4(mcce)_3]$  conectate prin liganzi  $mcce^-$  și legături de hidrogen (fig. 3). Investigațiile magnetice au demonstrat existența interacțiunilor intra-cluster puternice antiferomagnetice.

Liganzii amino-poliacoolici și-au demonstrat eficiența lor în asamblarea clusterilor polinucleari, datorită afinității atomilor donori de azot și oxigen față de metalele *3d*. Utilizând acest avantaj, echipa lui Bu obține un PC ce conține unități de  $\{Fe_{20}\}$  aranjate într-un schelet bidimensional [12]. Polimerul  $\{[Fe_{20}(\mu_3-O)_{14}-(Tris)_2(Tris-CO)_2(ena)_{24}] \cdot 2CH_3CN\}_n$  (**4**) (fig. 4)

(unde Tris = 2-amino-2-(hidroximetil)propan-1,3-diol; Tris-CO = 4,4-bis(hidroximetil)oxazolidin-2-onă;  $ena^-$  = rest de acid enantic) a fost obținut prin tratarea solvotermală a soluției de  $[Fe_3O(ena)_6(H_2O)_3](ena)$  și bis-tris (2-[bis-(2-hidroxietil)amino]-2-(hidroximetil)propan-1,3-diol) în  $CH_3CN/DMF$ .

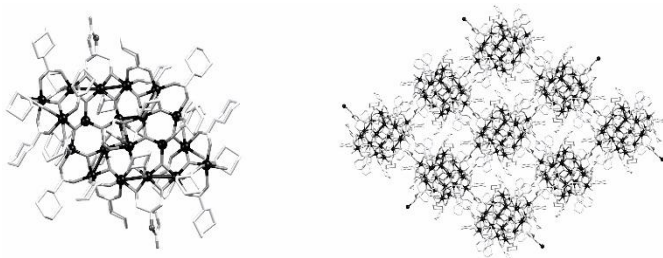


Fig.4: Fragmentul structural  $\{Fe_{20}\}$  (a); structura PC **4** (b), atomii metalici sunt reprezentați prin bile negre.

În timpul sintezei ligandul bis-tris suferă o schimbare, trecând în ligandul Tris, care adăunând  $CO_2$  se transformă în Tris-CO. Cercetările magnetice asupra acestui compus au marcat prezența interacțiunilor antiferomagnetice în acest compus, totodată acest complex este unul din rarele exemple cu stare de spin nenulă a ionilor  $Fe^{III}$  în clusteri cu nuclearitate mai mare de 20.

În 2013 Baca raportează doi PC pe bază de pivalat de fier  $[\text{Fe}_6\text{O}_2(\text{O}_2\text{CH}_2)(\text{piv})_{12}\text{L}]$  unde  $\text{L} = 1,4\text{-dioxan}$  (diox) (**5**) și  $\text{L} = 4,4'\text{-bipiridină}$  ( $4,4'\text{-bpy}$ ) (**6**) (fig. 5) [13]. Ambii polimeri sunt sintetizați utilizând precursorul trinuclear  $[\text{Fe}_3\text{O}(\text{piv})_6(\text{H}_2\text{O})_3](\text{piv})$  sau hexanuclear  $[\text{Fe}_6\text{O}_2(\text{OH})_2(\text{piv})_{12}]$ . Compusul **5** poate fi obținut prin 3 metode utilizând ca precursor  $[\text{Fe}_3\text{O}(\text{piv})_6(\text{H}_2\text{O})_3]^+$ : fierberea amestecului din  $[\text{Fe}_3\text{O}(\text{piv})_6(\text{H}_2\text{O})_3]^+$ , diox și acetonitril; difuzia acetonitrilului în soluția din  $[\text{Fe}_6\text{O}_2(\text{OH})_2(\text{piv})_{12}]$  și diox; și refluxarea amestecului din  $[\text{Fe}_3\text{O}(\text{piv})_6(\text{H}_2\text{O})_3]^+$  și 2,4,6-tris(2-piridinil)-1,3,5-triazină în soluție de  $\text{CH}_3\text{CN}/\text{diox}$ . Compusul **6** a fost obținut prin refluxarea amestecului din  $[\text{Fe}_6\text{O}_2(\text{OH})_2(\text{piv})_{12}]$ ;  $4,4'\text{-bpy}$  și  $2,2'\text{-bpy}$  în soluție de  $\text{CH}_2\text{Cl}_2/\text{CH}_3\text{CN}$ .

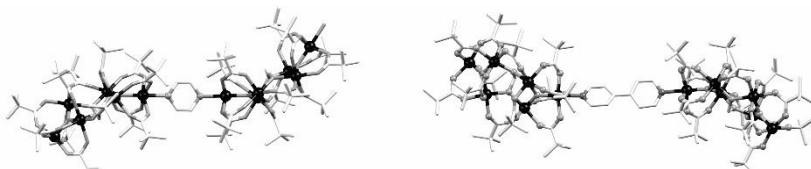


Fig. 5: Catene unidimensionale ale PC **5** (a) și PC **6** (b) atomii metalici sunt reprezentați prin bile negre

În 2019 Anderson publică un PC pe baza clusterului  $\{\text{Fe}_4\text{S}_4\}$  (**7**) cu proprietăți redox active (fig. 6) [14]. Acest compus a fost obținut prin fierberea amestecului de  $[\text{Fe}_4\text{S}_4(\text{SPh})_4][\text{TBA}]_2$  (TBA = tetrabutilamoniu) și 1,4-benzenditiol ( $\text{bdtH}_2$ ) în  $N,N$ -dimetilformamidă. Structura compusului **7** reprezintă o carcasă polimerică unidimensională, unde clusterii  $\{\text{Fe}_4\text{S}_4\}$  sunt legați prin intermediul a 2 liganzi  $\text{bdt}^{2-}$ .

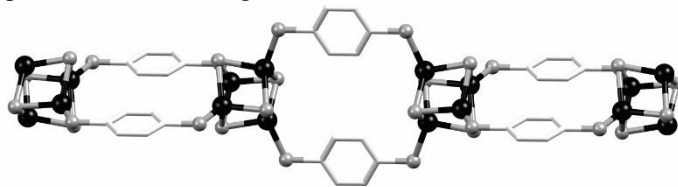


Fig. 6: Structura PC **7**, atomii metalici sunt reprezentați prin bile

Utilizarea clusterilor homonucleari mici ai fierului în obținerea PC ai fierului pe bază de clusteri este un domeniu tânăr care necesită o cercetare îndelungată. De asemenea este interesant de utilizat clusteri heterometalici în sinteza de PC pe bază de clusteri, domeniu practic nestudiat. Luând în considerație aspectele sintetice abordate anterior, construcția PC

heterometalici pe baza de cluster constituie o direcție importantă în cercetarea pe care o realizez în cadrul școlii doctorale. Drept precursori heterometalici vor fi luate sistemele heterometalice tetranucleare  $[\text{Fe}_2\text{Ln}_2(\text{piv})_6(\text{L})_2(\text{MeOH})_4]$  [15-16] (unde Ln = Dy, Tb, Gd, Ho, Pr, Nd; L = 1,1,1-tris(hidroximetil)etan sau 1,1,1-tris(hidroximetil)propan), moleculele de metanol adăugate în sfera internă pot fi ușor substituite de liganzii-punte, generând carcasa polimerice.

### Referințe bibliografice:

1. J. Sculley, D. Yuan, H.-C. Zhou, *Energy Environ. Sci.*, vol. 4, no. 8, pp. 2721–2735, 2011.
2. J.-R. Li, J. Sculley, H.-C. Zhou, *Chem. Rev.*, vol. 112, no. 2, pp. 869–932, 2012.
3. J. Liu, L. Chen, H. Cui, J. Zhang, L. Zhang, C.-Y. Su, *Chem. Soc. Rev.*, vol. 43, no. 16, pp. 6011–6061, 2014.
4. Y. Cui, Y. Yue, G. Qian, B. Chen, *Chem. Rev.*, vol. 112, no. 2, pp. 1126–1162, 2012.
4. D. Maspoch, D. Ruiz-Molina, J. Veciana, *Chem. Soc. Rev.*, vol. 36, no. 5, pp. 770–818, 2007.
5. S. R. Batten, *Coordination polymers*, vol. 5, no. 2–3, 2001.
6. W. X. Zhang, P. Q. Liao, R. B. Lin, Y. S. Wei, M. H. Zeng, X. M. Chen, *Coord. Chem. Rev.*, vol. 293–294, pp. 263–278, 2015.
7. T. J. Woods M. F. Ballesteros-Rivas, S. M. Ostrovsky, A. V. Pali, O. S. Reu, S. I. Klokishner, K. R. Dunbar *Chem. – A Eur. J.*, vol. 21, no. 29, pp. 10302–10305, 2015.
8. Y.-Z. Zheng M.-L. Tong, W. Xue, W.-X. Zhang, X.-M. Chen, F. Grandjean, G. J. Long *Angew. Chemie Int. Ed.*, vol. 46, no. 32, pp. 6076–6080, 2007.
9. P. Alborés, E. Rentschler, *Inorg. Chem.*, vol. 47, no. 18, pp. 7960–7962, Sep. 2008.
10. D. R. Turner, S. N. Pek, J. D. Cashion, B. Moubaraki, K. S. Murray, S. R. Batten, *Dalt. Trans.*, no. 48, pp. 6877–6879, 2008.
11. Y.-F. Zeng, X. Hu, L. Xue, S.-J. Liu, T.-L. Hu, X.-H. Bu, *Inorg. Chem.*, vol. 51, no. 18, pp. 9571–9573, 2012.
12. S. G. Baca T. Secker, A. Mikosch, M. Spedrich, J. van Leusen, A. Ellern, P. Kögerler, *Inorg. Chem.*, vol. 52, no. 8, pp. 4154–4156, Apr. 2013.
13. N. E. Horwitz, J. Xie, A. S. Filatov, R. J. Papoular, W. E. Shepard, D. Z. Zee, M. P. Grahn, C. Gilder, J. S. Anderson, *J. Am. Chem. Soc.*, vol. 141, no. 9, pp. 3940–3951, Mar. 2019.



14. D. Podgornyi, V. C. Kravtsov, and S. G. Baca, “Heterometallic tetranuclear Fe-Dy pivalate cluster based on 1,1,1-tris(hydroxymethyl)ethane,” *New trends and strategies in the chemistry of advanced materials with relevance in biological systems, technique and environmental protection*, 2016, p. 59.

15. D. Podgornyi, V. C. Kravtsov, and S. G. Baca, “Tetranuclear Fe-Ln (Ln= Pr, Nd) compounds based on 1,1,1-tris(hydroxymethyl)ethane,” *Material Science and Condensed Matter Physics*, 2018, p. 158.

## SINTEZA ȘI ACTIVITATEA BIOLOGICĂ A MONASTROLULUI

CIOBANU NATALIA,

*Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir”, Republica Moldova*

**Introducere.** Se știe că dihidropirimidin-5-carboxilații posedă activitatea biologică anti-hipertensivă, anti-virală, anti-tumorală, anti-stafilococică, anti-cancer, etc. Structura dihidropirimidinelor este de interes pentru studierea reactivității unei molecule și prepararea de noi derivați. În literatura de specialitate este descris un număr mare de diferiți derivați ai dihidropirimidin-5-carboxilaților, însă, majoritatea dintre ei se obțin din condensările legăturilor 1,3-dicarbonilice cu diverse aldehide, uree sau tiouree, catalizate de diferitor catalizatori prin diferite scheme de sinteză, ce daunează la randament finit. Producții de reacție sunt ușor accesibili în cantități mari și sunt utilizați în industria farmaceutică ca substanțe active sau ca precursorii în sinteza acestora. Datorită importanței dihidropirimidinelor, recent au fost dezvoltate mai multe metodologii noi pentru sinteza monastrolului și a derivaților săi. Transformarea chimică a dihidropirimidinelor prin introducerea grupărilor specifice farmacofori în structura lor este considerată una dintre metodele promițătoare pentru obținerea de noi clase de compuși cu diverse proprietăți biologice. Se atrage atenția asupra prezenței centrelor nucleofile care permit o varietate de mono- și dialchilare, precum și reacții de ciclizare foarte promițătoare bazate pe acestea. Unele din ele, în dependență de grupări substituți, posedă activitatea biologică anti-hipertensivă, anti-virală, anti-rumorală, anti-stafilococică, anti-cancer corespunzători. Această reacție este cunoscută mai mult de un secol, dar este ambiguă. Literatura descrie mecanismele acestei reacții, care se desfășoară în mai mult de cinci direcții, cu formarea diferitor produse intermediare. Sinteza este catalizată de acizi anorganici sau sub radiație cu microunde sau infraroșu. Sinteza este catalizată de acizi anorganici sau sub radiație cu microunde sau infraroșu. Cea mai utilă și elegantă metodologie folosită în prezent pentru a sintetiza dihidropirimidinele este reacția Biginelli. Reacția Biginelli reprezintă o reacție chimică multicomponentă prin care se obțin 3,4-dihidropirimidin-2(1H)-one(tione). Atomii de hidrogen din grupa CH<sub>3</sub> în poziția 6 a moleculei 4- (4-metoxifenil) -6-metil-2-tioxo-1,2,3,4-tetrahidropirimidin-5-carboxilat au mobilitate suficientă pentru reacțiile de condensare.

În ultimii ani eforturile vizează dezvoltarea solvenților verzi, numiți «solvenți eutectici», derivați din componente regenerabile și biodegradabile. Acestea joacă un rol important în activitățile umane, iar utilizarea lor în

medicamente de cercetare a stimulat dezvoltarea unui spectru larg de metode sintetice pentru preparare, accesibilitate pregătitoare și transformări chimice ale acestora, cum ar fi modulatorii antagoniștilor canalului de calciu, receptorii adrenergici, agenți antibacterieni din seria receptorilor  $\alpha 1$ , inhibitori mitotici, kinesină (familie de proteine motorii ale celulelor eucariote, acestea sunt ATPaze dependente de tubulină), activitate anti-cancer, antihipertensivă, agenți antivirale și altele, ceea ce face căutări ulterioare printre ei foarte promițătoare [3].

În sinteza dihidropirimidinelor, ținta este selectarea reactivilor și testarea diversilor catalizatori și condiții, în special în dezvoltarea strategiilor care permit abordarea condițiilor catalitice ecologice pentru o utilizare ulterioară în lucrare. Aliajele eutectice, polizaharidele naturale pot servi ca o alternativă ecologică și atractivă din punct de vedere financiar la catalizatorii toxici și scumpi. În timpul experimentelor, cataliza și rolul acesteia, caracteristicile lor de mediu, poluarea mediului, deșeuri și costuri, precum și aplicarea acestor concepte la sinteza structurii biologic importante a derivatului bioactiv al 3,4-dihidropirimidin-2(1H)-thione, cunoscut sub denumirea sa trivială - Monastrol.

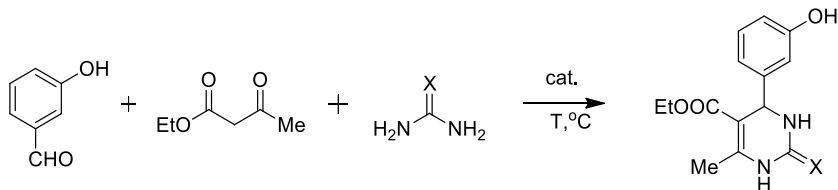


Fig. 1. Reacția Biginelli: sinteza tricomponentă monoreactivă a monastrolului pe bază de ester acetoacetic, tiouree sau uree și 3-hidroxibenzaldehidă cu formarea monastrolului și oximonastrolului (etil 6-metil-4-(3-hidroxifenil)-2-(ti)oxo-1,2,3,4-tetrahidropirimidină-5 carboxi)

Monastrol sintetizat în reacția Biginelli, multicomponentă, într-o etapă, în prezența diferiților catalizatori biodisponibili și biodegradabili, este de interes în permeabilitatea sa la celule, ca un inhibitor de moleculă mică a proteinei ce aparține familiei proteină Kinesină-5, proteină pentru motorul bipolar. Acești agenți de blocare mitotici pot fi utili în tratamentul cancerului. Monastrolul și compușii înrudiți, care leagă proteinele, altele decât tubulina, pot avea mai puțin toxicitate și prezintă mai puține efecte secundare în comparație cu substanțele care se leagă de tubulină și sunt utilizate în prezent. Proprietățile de mai sus sunt tipice pentru monastrol racemic [3].

Obiectul țintă de sinteză monastrolului este selecția reactivilor. Pentru a crește randamentul, selectivitatea, timpul de reacție redus și minimizarea surplusului de reactiv, formarea de produși secundari, temperaturi ridicate, poluare, deșeuri și costuri în sinteza catalizei Biginelli au apărut în mod neegalat în special în dezvoltarea strategiilor care permit abordarea condițiilor catalitice ecologice pentru o utilizare ulterioară a lucrărilor. Sintezele Monastrolului au fost efectuate cu diverși catalizatori și în diverse raporturi, ale căror rezultate sunt prezentate în rapoartele corespunzătoare [1]. Accesibilitatea, eficiența ridicată, condițiile de reacție ușoare, ușurința de separare a catalizatorului după încheierea sintezei, progresul reacției mai direcționat ne permite să încheiem în favoarea lor.

Prin urmare, perfecționarea sintezei asimetrice a S-monastrolului (enantiomer cu activitate biologică mai mare) reprezintă o tema actuală.

În căutarea compușilor cu greutate moleculară mică care ar putea interfera cu mitoza, a fost propus monastrol , un compus care blochează activitatea motorie a kinezinei specifice, ale cărei funcții sunt limitate la fusul mitotic. Împreună cu rolul jucat de microtubuli în patogeneza bolilor, aceste elemente citoscheletale pot fi ținte pentru noile medicamente. Acești agenți de blocare mitotici pot fi utili în tratamentul cancerului, și, anume, ce este dovedit la moment, cancerului mamar. Monastrolul și compușii înrudiți care leagă proteinele, altele decât tubulina, pot avea mai puțin toxicitate și prezintă mai puține efecte secundare în comparație cu substanțele care se leagă de tubulină și sunt utilizate în prezent. S-a dovedit, că Monastrol inhibă kinezina-5, o proteină motorie importantă pentru bipolaritatea fusului. Un inhibitor puternic al mitozei cu greutate moleculară, permeabilă la celule, care nu interacționează cu tubulina. Încetează celulele în mitoză și inhibă în mod specific mobilitatea kinezinei mitotice Eg5, proteina motorie necesară pentru formarea și menținerea fusului mitotic. Dintre dihidropirimidine, monastrolul se află într-un loc proeminent. Un interes considerabil este permeabilitatea celulară ca inhibitor al moleculelor mici ale proteinei fusului kinezina-5, ca proteină motorie pentru bipolaritatea fusului.

Monastrolul , ca medicament antiprotozoal, este utilizat pentru tratarea și prevenirea infecțiilor cauzate de paraziti protozoici aparținând genului *Leishmania*, afectează activitatea ureazelor etc.

Monastrolul și sale analogice oximonastrol diferă unul de altul prin înlocuirea atomului de sulf prezent în monastrolul cu un atom de oxigen în oximonastrol. Oximonastrol a indus leziuni AND( Adinozindinucleotid), a redus proliferarea celulelor și a crescut nivelul de mRNA al unui membru al subfamiliei Kinezin din familia a citocromului P-450. Cu toate acestea, oximonastrolul a fost citotoxic doar la cele mai mari concentrații utilizate,

fără a compromite proliferarea și viabilitatea celulară. Mai mult decât atât, nu a fost detectată nici-o deteriorare genotoxică sau modificări ale nivelului mRNA. Monastrol are o activitate antiproliferativă mai mare în comparație cu oximonastrolul și acest efect este, probabil, asociat cu deteriorarea ADN-ului cauzată de monastrol și bioactivarea sa posibilă, demonstrată prin exprimarea crescută a mRNA. În plus, aceste efecte sunt aparent asociate cu prezența unui atom de sulf în structura sa [2].

Obiectivele generale și specifice temei date sunt: elaborarea metodelor de sinteză a dihidropirimidin-5-carboxilaților substituiți și utilizarea acestora pentru obținerea compușilor organici polifuncționali biologic activi. Efectuarea sintezei dihidropirimidin-5-carboxilaților substituiți constă în variația substituenților în aldehida inițială, uree, tiouree, eterii acidului acetoacetic. Dihidropirimidin-5-carboxilații substituiți pot fi transformați în produsul dorit prin reacția cu un nucleofil potrivit. Obținerea „solvenților eutectici” pe baza componentelor nativi (acid tartric, clorura de colină, acidul dihidroabietic, urea, pectină, etc) și cercetarea proprietăților catalitice ale „solvenților eutectici” în scopul obținerii dihidropirimidin-5-carboxilaților substituiți. Obținerea și cercetarea proprietăților catalitice a materialelor confecționate prin utilizarea tehnologiei de imprimare 3D pe baza mineralelor locale (proveniți din regiunea satului Naslavcea, etc.) și polimerilor insolubili

În sinteza monastrolului, obiectivul este de a selecta reactivi și de a testa diverse catalizatori biodegradabili și biodisponibili pentru a obține randamentul maxim al produsului. Aliajele eutectice pot servi drept alternativă ecologică din punct de vedere financiar și toxicitatea a catalizatorilor în sinteza monastrolului.

**Materiale.** Pentru a confirma structura compușilor sintetizați s-au efectuat analize folosind următoarele instrumente:

1. IR-spectru înregistrat în baza de Perkin Elmer. Spectrum 100FT-IR cu deapazon  $3600-650\text{ cm}^{-1}$ .

2. Spectrele RMN s-au înregistrat în DMSO-d<sub>6</sub> cu 1% TMS pe un spectrometru Bruker-Avance III (400,13 și 100,61 MHz).

În calitate de compusi initiali s-au utilizat reactivi disponibili comercial, catalizatori biodegradabili, cu toxicitatea permisă. Solvenții au fost utilizați după distilarea prealabilă.

**Rezultate.** În timpul experimentelor, cataliza și rolul acesteia, importanța reacțiilor multicomponente și a caracteristicilor lor ecologice, biodegradabile și biodisponibile, precum și aplicarea acestor concepte la sinteza structurii biologice și importante a monastrolului (1,2,3,4-tetrahidro-4- (3-hidroxifenil) -6 metil-2-tioxo-5-pirimidincarboxilic). Pentru a crește

randamentul, selectivitatea, reducerea timpului de reacție și pentru a reduce la minimum excesul de reactanți, produse secundare, temperaturi ridicate, poluare, deșeuri și costuri în sinteza Biginelli, cataliza a apărut în mod neegalat, în special în dezvoltarea strategiilor, care favorizează la atingerea condițiilor catalitice eco-favorabile pentru utilizarea sa continuă în domeniul chimic. Au fost realizate sintezele monastrolului cu diferiți catalizatori și în diverse raporte.

**Concluzii.** S-au efectuat sintezele monastrolului cu participarea diferitor catalizatori și în rapoarte diferite. Disponibilitatea solvenților eutectici, deșeuri și produse secundare din industria alimentară ca catalizatori în reacția Biginelli, eficiență ridicată, condiții ușoare de reacție, ușurința de separare a catalizatorului după finisarea sintezei, reacție mai țintită, permite să concluzionăm în favoarea solvenților eutectici sau verzi, și produselor secundare ai industriei alimentare, ce ne permite suportă pierderi minime în industria alimentară. Ca rezultatul cercetărilor efectuate a fost prezentată natura liniară a dependențelor decurgerii reacțiilor de catalizatorii corespunzători.

**Recunoscinta.** Autorul își exprimă recunoștința față de coordonatorul științific profesorului dr.hab. d-lui Makaev F. și dr.șt.chim. Stîngaci E. pentru sprijinul și asistența în pregătirea acestui mesaj, precum și tuturor angajaților din laboratorul de sinteză organică și biofarmaceutică.

#### **Referințe bibliografice:**

1. Kappe O., Shishkin O, Uraya G., Verdinoa P., X-Ray Structure, Conformational Analysis, Enantioseparation and Determination of Absolute Configuration of the Mitotic Kinesin Eg5 Inhibitor Monastrolq, Tetrahedron 56(2000), 1859–1862.
2. Tarun M., Kapoor T., Mayer U., Coughlin M., Timothy J., Mitchison Probing Spindle Assembly Mechanisms with Monastrol, a Small Molecule Inhibitor of the Mitotic Kinesin, Eg5, JCB, 150(2000), 975–988.
3. Wojcik EJ., Buckley RS., Richard J., Liqiong L., Huckaba TM., Kinesin-5: cross-bridging mechanism to targeted clinical therapy, PMC, 2013, 133-140.

## **COMPOZIȚIA CHIMICĂ ȘI ACTIVITATEA ANTIMICROBIANĂ A ULEIULUI VOLATIL DE SALVIE TĂMÂIOASĂ (*SALVIA SCLAREA L.*) PRODUS ÎN REPUBLICA MOLDOVA**

*POPESCU VIOLETA,*

*Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir”, Republica Moldova*

Salvia tămâioasă (*Salvia sclarea* L.) este o specie eminentă din familia *Lamiaceae* care include peste 1000 de taxoni [4, 5].

Specia este cunoscută încă din Antichitate, fiind folosită în medicina populară, ca melifer și în scopuri ornamentale. În prezent salvia este utilizată în medicină, farmacologie, fitoterapie și parfumerie datorită uleiului volatil obținut din inflorescențe [3].

Pe lângă calitățile odorante excepționale, uleiul volatil de salvie manifestă activitate biologică ridicată și, din această cauză, este utilizat împotriva stresului, tensiunii, depresiei, insomniei, etc. În mod tradițional, uleiul de salvie a fost utilizat ca agent împotriva gingivitei, stomatitei și a aftelor. Studiile recente asupra uleiului au raportat efecte analgezice, antiinflamatorii, antimicrobiene, antidiabetice și citotoxice [2, 4].

În prezenta lucrare sunt descrise sumar rezultatele analizei gaz-cromatografice (GC-MS) a uleiului de Salvie tămâioasă (*Salvia sclarea* L.) produs industrial în zona de sud a Republicii Moldova (Fig. 1) și cele a testării activității antimicrobiene *in vitro* a acestuia.



**Figura 1.** Plante și ulei volatile de *Salvia sclarea* L.

Extracția industrială a uleiului volatil de salvie se bazează pe metode fizico-chimice, la care se referă distilarea cu vapori de apă și extracția cu solvenți organici. Distilarea cu vapori de apă este metoda cea mai frecvent folosită pentru obținerea uleiului volatil de salvie. Această metodă se bazează pe volatilizarea uleiului eteric cu vaporii de apă, care are loc la presiunea atmosferică normală și temperatura de 100°C. La această temperatură componentele uleiului nu suferă schimbări, deoarece temperatura de fierbere a acestora este de 150-250°C.

Esența acestei metode constă în faptul că, la prelucrarea materiei prime cu vapori de apă componentele uleiurilor volatile trec și ele în faza de vapori și împreună cu cei de apă se distilează, apoi se condensează în florentină unde prin decantare se separă în ulei volatil și apă distilată.

După decantare uleiul se filtrează pentru a înlătura unele impurități, iar urmele de apă se înlătură prin uscare.

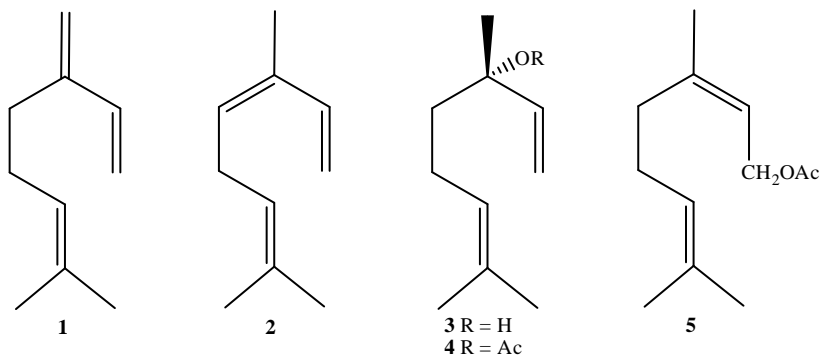
Această metodă este simplă, deoarece se folosesc temperaturi joase, este sigură din punct de vedere a securității antiincendiară, nu este dăunătoare și se deosebește printr-o productivitate înaltă.

Analizele GC-MS au fost efectuate în laboratorul ”*Chimia compușilor naturali și biologic activi*” al Institutului de Chimie, pe un cromatograf de tip Agilent 7890 A, folosind o coloană HP-5, cu lungimea și diametrele de 30 m x 25 μm x 0,25 μm, la o presiune în interiorul camerei de ionizare de 8,8 psi, temperatura de termostatare de 250°C și un debit constant al gazului purtător (He) de 1 mL/min.

Compoziția chimică a uleiului este foarte variată și constă în principal din *compuși terpenici*, care constituie 97.69% din totalul de 98.34% al componentelor detectate.

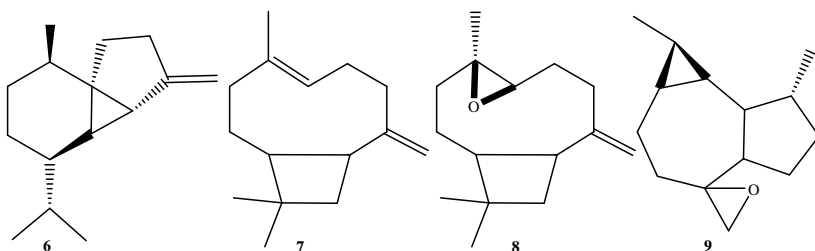
Dintre aceștea cei mai numeroși sunt *monoterpenii* (82.21%), care includ *hidrocarburile monoterpenice* (1.77%) și *derivații monoterpenici oxigenați* (80.44%). Componentele principale din acest grup sunt (%): β-mircenul **1** (0.65), (Z)-ocimenu **2** (0.42), linaloolul **3** (12.82), acetatul de linalil **4** (60.4) și acetatul de geranil **5** (2.47) (Fig. 2) [1, 5].





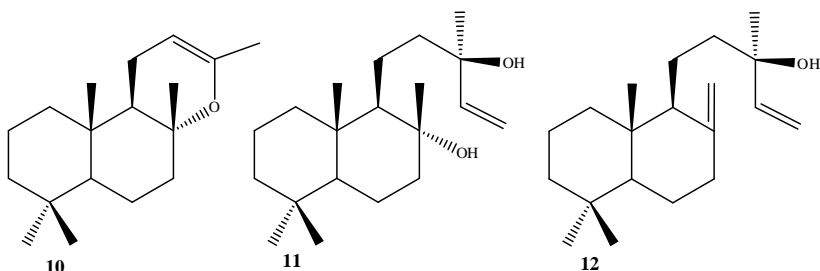
**Figura 2.** Compușii monoterprenici majoritari ai uleiului volatil de salvie.

Următorul grup îl constituie *sesquiterpenii* (11.69%), ce include *hidrocarburile sesquiterpenice* (9.64%) și *derivații sesquiterpenici oxigenați* (2.05%). Aici pot fi menționate:  $\beta$ -cubebena **6** (4.33%),  $\beta$ -cariofilena **7** (2.95%), oxidul cariofilenei **8** (0.92%) și oxidul aloaromadendrenei **9** (0.71%) (Fig. 3).



**Figura 3.** Compușii sesquiterpenici majoritari ai uleiului volatil de salvie.

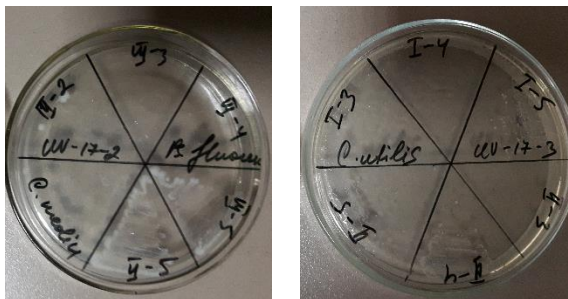
Dintre terpenoidele superioare în componența uleiului de salvie au fost identificați unii compuși diterpenici (3.79%), caracteristici speciei, precum sclareol oxidul **10** (0.64%), sclareolul **11** (2.92%) și manoolul **12** (0.23%) (Figura 4).



**Figura 4.** Compușii diterpenici majoritari ai uleiului volatil de salvie.

De asemenea au fost detectate concentrații mici de compuși din alte clase, *hidrocarburi alifaticе* (hexan - 0.37%) și *derivați oxigenați* (hidroperoxid de hexil - 0.08%; hotrienol - 0.20%).

Activitatea biologică a uleiului volatil de salvie a fost testată *in vitro* pe două specii de bacterii *Bacillus subtilis* și *Pseudomonas fluorescens*, și o specie de fungi *Candida utilis*. El a manifestat o activitate bună antibacteriană la concentrație de 0.03% și antifungală moderată la concentrația de 0.06% (Figura 5).



**Figura 5.** Testările antimicrobiene *in vitro* a uleiului de salvie.

**Concluzie:** Producerea industrială a uleiului volatil de salvie prevede o recoltă medie de 5 tone/ha de materie primă, care este supusă distilării în containere cu capacitatea de 12 m<sup>3</sup> în care aceasta se încarcă la ¼ din volum. Distilarea continuă timp de o oră, obținându-se ~3 kg de ulei, ceea ce corespunde cu standardele europene. Calitatea uleiului eteric de salvie produs în Republica Moldova corespunde standardelor europene de calitate din punct de vedere organoleptic, cât și din punct de vedere a compoziției chimice, care se încadrează în normele prevăzute de acestea.

*Autorul aduce mulțumiri Dlui Dr. Ion Dragalin și Dlui Dr. Lucian Lupașcu pentru ajutorul acordat.*

**Referințe bibliografice:**

1. Aćimović M., Kiprovski B., Rat M., Sikora V., Popović V., Koren A., Brdar-Jokanović M. (2018) *Salvia sclarea*: Chemical composition and biological activity. *Journal of Agronomy, Technology and Engineering Management*, 1(1), 18-28.
2. Cui H., Zhang X., Zhou H., Zhao C., Lin L. (2015). Antimicrobial activity and mechanisms of *Salvia sclarea* essential oil. *Botanical Studies*, 56(1), 1-8.
3. Goncariuc M., Balmuș Z., Cotelea L., Mașcovțeva S., Butnaraș V., Botnarenco P. (2018). The drought resistance of *Salvia sclarea* L. and *Lavandula angustifolia* Mill. varieties. *Hop and Medicinal Plants*, XXII(1-2), 68-76.
4. Küçük S., Soyer P., Tunalı Y. (2019). Determination of antimicrobial and biological activities of *Salvia sclarea* L. (Lamiaceae) extracts. *Journal of the Turkish Chemical Society Section A: Chemistry*, 6(1) 15-20.
5. Reza A., Zare J.S., Firuzi O., Xiao J. (2016). Bioactive phytochemicals from shoots and roots of *Salvia* species. *Phytochemistry Reviews*, 15(5), 829–867.

## COMORBIDITATEA HEPATOPATIILOR CRONICE ȘI TULBURĂRILOR MINTALE

BEREZOVSCAIA ELENA,

Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir”, Republica Moldova

**Introducere.** Problema sănătății, în special a sănătății mintale, deși are o semnificație importantă în viața fiecărui om, este cea mai puțin studiată în medicina contemporană, despre ce denotă morbiditatea înaltă a populației cu maladii psihogene și pronosticul dezvoltării ascendente a acestor maladii, îndeosebi a depresiei [23,24]. Necesită de menționat că medicina contemporană nu acordă atenția necesară particularităților manifestării dereglărilor psihogene la pacienții cu boli somatice, deși este recunoscut că orice maladie somatică după ce este conștientizată de subiect, *de facto* devine și maladie psihogenă.

Problema relației dintre sferile mentale și somatice reprezintă o problemă majoră, complexă și, în același timp, nesoluționată în medicina contemporană. HPC sunt asociate cu spectrul larg al manifestărilor extrahepatice, inclusiv TM, care ocupă un loc important în abordarea diagnostică și corectării clinice. Schimbarea sănătății mintale apare la multe tulburări medicale. Printre patologia cronică, însoțită de tulburări psihoemoționale pronunțate, un loc important ocupă bolile hepatice. TM la pacienții cu boli hepatice prima dată au fost notate în secolul V-lea î.Hr. în operele lui Hippocrates, tată al medicinei moderne, care a descris în tratatul „Epidemii” diferite tipuri de icter ca o boală independentă, care apare cu creșterea bilei sub piele, care iese din ficat, însoțită în unele cazuri de febră, precum și cu TM, sângerare. Aceasta boală, potrivit lui Hippocrates, cel mai adesea se termină cu moartea pacientului [21]. În literatura medicală antică, ficatul a avut un rol principal în menținerea sănătății mintale, iar termenele „melancolie” și „hipocondrie” care ne-au ajuns din epoca precedentă sunt o confirmare vie a interesului medicilor spre starea psihologică a pacienților [22].

HPC prezintă una dintre cele mai importante probleme ale medicinei moderne. S-a înregistrat o creștere constantă a incidenței patologiei hepatice la nivel mondial în ultima jumătate a secolului, care în ultimele decenii a luat forma pandemiei. Conform datelor OMS fiecare a 12-a persoană de pe Pământ trăiește cu hepatită virală cronică. Patologia ficatului este una dintre principalele cauze ale morții în lume: din cauza infecției acute și insuficienței hepatice, ciroza hepatică și cancer aproximativ 1,4 milioane de oameni mor în fiecare an [18].

Patologia hepatică de peste 25 de ani ocupă unul dintre locurile de frunte în ceea ce privește incidența, severitatea, frecvența cronicizării, handicapul și daunele economice în Republica Moldova. Conform datelor OMS, ultimii 5 ani Moldova ocupă poziția de lider în prevalența patologiei hepatice cronice în Europa. Mortalitatea cauzată de ciroza hepatică în țara noastră este una dintre cele mai înalte din lume, ocupând primul loc în Europa. Giroza hepatică prezintă a treia cauză de deces în reitingul mortalității dintre populația adultă în Moldova [5,11]. Astfel, HPC reprezintă una dintre cele mai grave și urgente probleme medicale și sociale ale timpului nostru.

Articolul este dedicat problemelor de viață la pacienții cu HPC. Asocierea frecventă dintre bolile cronice ale ficatului și problemele de sănătate mintală a fost remarcată în multe studii din lume.

**Scopul** acestui studiu a fost efectuat pentru a explora bazele teoretice ale comorbidității frecvente TM la pacienții cu HPC și sistematizarea datelor existente.

**Metode.** S-a efectuat o revizuire a literaturii științifice, folosind bazele de date ale site-ului Medline (PubMed) și Google Scholar dintre anii 2000-2019. Au fost folosite cuvinte cheie relevante: hepatopatii cronice / boli hepatice cronice / hepatită cronică / ciroză hepatică și tulburări mentale / depresie / anxietate / agresiune / Disforie / Sănătate Mintală / Calitatea Vieții. În total au fost găsite 156 articole pentru aceste cuvinte cheie. Analiza a inclus toate studiile empirice publicate care au avut rezumat în engleză. Numărul total a surselor selectate în conformitate cu criteriile de studiu a fost de 49. Ce reprezintă o cantitate suficientă de date pentru generalizare.

**Rezultate și discuții.** Analiza studiilor publicate relevă o comorbiditate frecventă a HPC cu tulburări emoționale, astenice și comportamentale. Majoritatea pacienților cu HPC au prezentat una sau mai multe TM.

Aproape 75% din articole au inclus studiul tulburărilor emoționale la pacienții cu HPC. Atenția principală a fost acordată depresiei și anxietății. În plus, au fost studiate tulburări astenice, abuzul de alcool, narcomanie și tulburări de comportament, precum și scăderea a calității vieții la pacienții cu boli hepatice. Multă atenție a fost acordată examinării depresiei și anxietății la pacienții cu HPC. Literatura publicată și practica clinică de rutină ne informează că depresia și anxietatea sunt tulburări comorbide frecvente la pacienții cu HPC. Prevalența depresiei este foarte variabilă, conform diferitelor studii, incidența depresia la pacienții cu HPC a fost cuprinsă între 16,5 și 85,0% [1,16]. Prevalența anxietății a fost găsită la pacienții cu HPC de la 13,4 până la 40,5% [4,20].

După unii autori, tipul virusului a influențat prevalența și severitatea depresiei: persoanele infectate cu VHC au suferit semnificativ mai des de depresie în comparație cu pacienții cu infecție cronică cu VHB [3,15,17]. Cu toate acestea, studiile efectuate de S. Alian (2013) la pacienții cu HPC de etiologie virală nu au evidențiat o diferență semnificativă între VHC și VHB infectate [2]. De menționat că prevalența înaltă a tulburărilor emoționale are o importanță clinică mare, deoarece depresia, anxietatea și distres poate limita tolerabilitatea regimurilor de tratament standart și poate reduce semnificativ calitatea vieții pacienților [3,12,13].

Relația dintre HPC și tulburările emoționale este complexă și ambiguă. Pe de o parte, pacienții cu depresie și anxietate pot avea incidența mai mare de HPC de etiologie virală și alcoolică, în special la consumatorii de droguri intravenoase și pacienții dependenți de alcool, la care anxietatea și depresia sunt adesea cauzate de tulburări comportamentale și de personalitate. [6,15,19]. Pe de altă parte, depresia poate exista ca un fenomen secundar al HPC și poate lua forma unei depresii reactive legate de suferință, urmată de informații despre diagnostic sau îngrijorări și teama de reducere a capacităților de lucru, precum și posibile probleme de sănătate pe termen lung sau invalidare; sau datorită cursului clinic al simptomelor bolii, modificări ale parametrilor biochimici cauzate de ficatul afectat [7,9,13]. Corelarea dintre depresie și anxietate în HPC este cunoscută de mult timp, precum și faptul că pacienții cu HPC au avut o incidență semnificativ mai mare a depresiei în comparație cu populația sănătoasă. Cu toate acestea, cauzele și patogeniza depresiei și a anxietății la pacienții cu HPC sunt insuficient clarificate.

Aproape jumătate dintre pacienți (47,8%) cu hepatită cronică C au considerat oboseala ca simptom inițial și cel mai grav al bolii. Scorul total de oboseală al acestor pacienți a fost semnificativ mai mare în comparație cu voluntarii sănătoși. Oboseala la pacienții cu HPC a fost semnificativ mai accentuată la femei [14]. Prevalența oboselii a fost foarte variabilă, conform diferitelor studii, incidența oboselii la pacienții cu HPC a fost cuprinsă între 7 și 87% [8,17]. Alte manifestări ale tulburărilor astenice, cum ar fi amețeli, dureri de cap, tulburări de somn, au fost luate în considerare în doar câteva articole. De exemplu, C.A. Lang (2006) a observat dureri de cap la 56% dintre pacienții cu patologie hepatică și tulburări de somn diagnosticate la 65% dintre pacienții cu HPC de etiologie virală VHC și M. Liu (2017) în 23-34% dintre pacienții cu diferite tipuri HPC [8,10].

Astfel, tulburările astenice, în special oboseala, sunt plângeri destul de frecvente ale pacienților cu HPC. În ciuda importanței majore pentru bunăstarea și calitatea vieții la pacienții cu boală hepatică cronică difuză, doar

puține studii au investigat acest simptom. Nu este clar ce cauzează oboseală la pacienții cu boală hepatică. Unul dintre obstacolele majore ale cercetării este natura extrem de nespecifică a tulburărilor astenice. În plus, toate abordările experimentale au fost împiedicate de absența unor instrumente obiective serioase pentru evaluarea experienței subiective atât a oboselei, în special, cât și a tulburărilor astenice în general.

**Concluzie.** Comorbiditatea tulburărilor emoționale și astenice cu HPC este foarte frecventă, dar patogenia comorbidității înalte rămâne totuși neclară. În același timp, specificitatea a comorbidității HPC și TM este insuficient studiată în diferite tipuri de boli hepatice cronice. În plus, sistematizarea abordărilor a fost împiedicată de o varietate de abordări metodologice în diagnosticul depresiei și anxietății, precum și în absența unor instrumente obiective serioase pentru evaluarea experienței subiective precum oboseala. Cercetări suplimentare sunt necesare pentru formarea unei abordări metodologice uniforme pentru diagnosticul și tratamentul pacienților cu HPC și prevenirea TM.

#### Referințe bibliografice:

1. Alavian, S. M. *et al.* (2007) 'Evaluation of the severity of depression and anxiety in hepatitis B and hepatitis C patients: a case control study.', *Iranian Journal of Clinical Infectious Diseases*, 2(3), pp. 113–119. Available at: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20083260502> (Accessed: 13 May 2020).
2. Alian, S. *et al.* (2013) 'Depression in Hepatitis B and C, and Its Correlation With Hepatitis Drugs Consumption (Interfron/Lamivodin/Ribaverin)', *Iran J Psychiatry Behav Sci.*, Spring-Sum(1), pp. 24–29. Available at: [www.ijpbs.mazums.ac.ir](http://www.ijpbs.mazums.ac.ir) (Accessed: 13 May 2020).
3. Carta, M. G. *et al.* (2007) 'Association of chronic hepatitis C with major depressive disorders: irrespective of interferon-alpha therapy', *Clin Pract Epidemiol Ment Health.*, Oct 23;3(22). doi: 10.1186/1745-0179-3.
4. Dj Popović, D. *et al.* (2015) 'Assessment of depression and anxiety in patients with chronic liver disease Procena depresije i anksioznosti kod bolesnika sa hroničnim bolestima jetre', *Vojnosanit Pregl.*414-20., May;72(5), pp. 414–420. doi: 10.2298/VSP130904007P.
5. Dumbrava, V.-T. *et al.* (2016) *FICATUL ȘI HORMONII : de la mecanismele esențiale până la manifes țările clinice și extrahepatice.* "Print-Caro". Chisinau.
6. Fábregas, B. C. *et al.* (2013) 'Health related quality of life among patients with chronic hepatitis C: A cross-sectional study of sociodemographic, psychopathological and psychiatric determinants', *Brazilian Journal of Infectious Diseases.* Elsevier, 17(6), pp. 633–639. doi: 10.1016/j.bjid.2013.03.008.
7. Hazaveh, M. M. *et al.* (2015) 'Prevalence and severity of depression in chronic viral hepatitis in Iran', *Gastroenterol Rep (Oxf).* , Aug; 3(3), pp. 234–237. doi:

10.1093/gastro/gou091.

8. Lang, C. A. *et al.* (2006) 'Symptom Prevalence and Clustering of Symptoms in People Living with Chronic Hepatitis C Infection', *Journal of Pain and Symptom Management*, 31(4), pp. 335–344. doi: 10.1016/j.jpainsymman.2005.08.016.

9. Lin, X.-H. *et al.* (2017) 'Fatigue and its associated factors in liver transplant recipients in Beijing: a cross-sectional study', *BMJ Open.*, 7(2), p. e011840. doi: 10.1136/bmjopen-2016-011840.

10. Liu, M. *et al.* (2017) 'Prevalence of Major Depression and Its Associations With Demographic and Clinical Characteristics and Quality of Life in Chinese Patients With HBV-related Liver Diseases', *Archives of Psychiatric Nursing*. W.B. Saunders, 31(3), pp. 287–290. doi: 10.1016/j.apnu.2017.02.004.

11. Lupașco, I. (2014) *Hepatitele cronice și alte forme ale bolilor cronice difuze ale ficatului.*

12. Özkan, M. *et al.* (2006) 'Psychiatric Morbidity and its Effect on the Quality of Life of Patients with Chronic Hepatitis B and Hepatitis C', *The International Journal of Psychiatry in Medicine*. Baywood Publishing Co. Inc., 36(3), pp. 283–297. doi: 10.2190/D37Y-X0JY-39MJ-PVXQ.

13. Pavlović, Z. *et al.* (2011) 'Depressive symptoms in patients with hepatitis C treated with pegylated interferon alpha therapy: a 24-week prospective study', *Psychiatria Danubina*, 23(4), pp. 370–377.

14. Piche, T. *et al.* (2002) 'Fatigue is associated with high circulating leptin levels in chronic hepatitis C', *Gut*. 2002 Sep; 51(3): 434–439., Sep; 51(3), pp. 434–439. doi: 10.1136/gut.51.3.434.

15. Qureshi, M. O., Khokhar, N. and Shafqat, F. (2012) 'Severity of Depression in Hepatitis B and Hepatitis C Patients', *Journal of the College of Physicians and Surgeons Pakistan*, 22(10), pp. 632–634. doi: 10.2012/JCPSP.632634.

16. Romanciuc, I., Lupașco, I. and Dumbrava, V.-T. (2012) 'De ce depinde calitatea vieții pacienților cu hepatite cronice virale?', *J Curierul Medical*, 3 (328), pp. 286–288.

17. Weinstein, A. A. *et al.* (2011) 'Depression in Patients with Nonalcoholic Fatty Liver Disease and Chronic Viral Hepatitis B and C', *Psychosomatics*, 52(2), pp. 127–132. doi: 10.1016/j.psym.2010.12.019.

18. World Health Organization (2016) *Global health sector strategy on viral hepatitis 2016-2021.*

19. Yilmaz, A. *et al.* (2016) 'Somatosensory Amplification, Anxiety, and Depression in Patients With Hepatitis B: Impact on Functionality', *Medicine (Baltimore)*, May; 95(21), p. e3779. doi: 10.1097/MD.0000000000003779.

20. Zhang, A.-Z. *et al.* (2016) 'Prevalence of depression and anxiety in patients with chronic digestive system diseases: A multicenter epidemiological study Observational Study', *World J Gastroenterol.*, Nov 14; 22(42), pp. 9437–9444. doi: 10.3748/wjg.v22.i42.9437.

21. Гиппократ. Перевод с греческого: проф. В. И. Руднев (1936) *Гиппократ. Избранные книги.*, Москва: ОГИЗ БИОМЕДИЦИЗ. Available at: <https://sheba.spb.ru/vuz/gippokrat-1936.htm> (Accessed: 13 May 2020).



22. Кемпинский А. (2002) *Меланхолия. (Шедевры психологии)*, Изд-во: Наука. Available at: [https://vk.com/doc-123708210\\_441191103](https://vk.com/doc-123708210_441191103) (Accessed: 13 May 2020).

23. Фурдуй, Ф. И. *et al.* (2016) *Трактат о научных и практических основах санокреатологии. Том I. Проблема здоровья. Санокреатология. Потребность общества в ее развитии.* Tipografia AȘM. Chișinău. Available at: [https://library.usmf.md/sites/default/files/inline-files/19\\_1.pdf](https://library.usmf.md/sites/default/files/inline-files/19_1.pdf).

24. Фурдуй, Ф. И. *et al.* (2018) *Трактат о научных и практических основах санокреатологии. Том II. Психическое здоровье. Психосанокреатология. Необходимость общества в ее развитии.* Tipografia AȘM. Chișinău.

## **ЭПИГЕНЕТИЧЕСКОЕ ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА СПЕРМАТОГЕНЕЗА У МЛЕКОПИТАЮЩИХ**

*БЛЫНДУ ИРИНА,*

*Государственный университет «Дмитрие Кантемир»*

В настоящее время выделяют особый класс эпигенетических изменений, приносящих заметный вклад в нарушение процесса сперматогенеза. Эпигенетика это наука о митотически и/или мейотически наследуемых изменениях экспрессии клеточного фенотипа, которые происходят без изменения последовательности нуклеотидов в цепочке ДНК [26].

Мужские репродуктивные клетки обладают особой возможностью передавать следующим поколениям информацию о генетической программе развития их самих и развивающегося после оплодотворения нового организма эпигенетическим путем [16].

Принципы передачи эпигенетической информации мужскими гаметами реализуются механизмами, включающимися в онтогенезе функциями, происходящими непосредственно с ДНК хроматином, протейновыми комплексами, ассоциированными с ДНК и с другими соединениями. При этом, не затрагивается нуклеотидная последовательность. Механизм эпигенетической регуляции сперматогенеза, играет ключевую роль в процессе развития нового организма. и длительного, многостадийного процесса, как сперматогенез. Исходя из этого, в настоящее время особую значимость и целесообразность имеет обсуждение современных представлений о механизмах эпигенетической регуляции в последовательности развития сперматогенеза. Механизмы эпигенетической регуляции процесса развития организма в биологии и медицине начали разрабатывать и обсуждать в 70-80 годы прошлого века [2, 4]. Термин «эпигенетика» предложил С.Н. Waddington [24] для обозначения всех феноменов развития, от первичных половых клетках, сперматозоидах, оплодотворенной зиготы до зрелого организма, а также для обозначения процессов регулирующих формирование конечного продукта сложного плана развития. Другие авторы отмечают, что эпигенетика как определение, это наука исследования механизмов временного и пространственного контроля генной активности в сложных организмах [17]. Таким образом, в современном научном мире продолжаются дискуссии в уточнение и определения эпигенетики.

Эпигенетическая наследованность предусматривает способность различных состояний генетического материала мужских половых клетках, имеющих разные фенотипические отображения, быть переданными по наследству без каких-либо изменений в последовательности ДНК [9]. Под эпигенетической изменчивостью подразумевают наследуемые изменения генной активности. От мутаций они отличаются тем, что меняется активность, а не структура генетического материала, а от модификаций – тем, что вновь возникшее изменение генной активности наследуется в ряду поколений [4]. Основным ведущим эпигенетическим механизмом является метилирование цитозиновых остатков в молекуле ДНК [22]. Цитозинное метилирование ДНК контролирует все биологические процессы: рост развитие животных [18]. Начинает накапливаться информация об особенностях эпигенетических механизмов регуляции в половых клетках. Данные механизмы регуляции направлены на изменение структурно-функциональных особенностей хроматина [7, 13].

В последнее время активно изучаются процессы метилирования мужской половой клетки и промежуточные соединения, возникающее в процессе деметилирования ДНК. Показано, что характер метилирования ДНК сперматозоида отличается от такового в соматических клетках, однако сходен с метилированием ДНК в эмбриональных стволовых клетках [14]. Данная эпигенетическая модификация играет важную роль в дифференцировке сперматогенных клеток. Нарушение метилирования ДНК сперматозоида приводит к снижению фертильности [19]. Изменение общего уровня метилирования ДНК сперматозоида приводит к нарушению оплодотворения и раннего эмбрионального развития [20].

В современной литературе, посвященной эпигенетическим событиям в мужских репродуктивных клетках, внимание исследователей в основном сконцентрировано на уникальности изменений, касающихся ремоделирования хроматина с заменой гистонов на протамины при трансформации сперматид в сперматозоиды. Какие-либо иные изменения хроматина, гистонов и прочих компонентов эпигенетической регуляции на других стадиях сперматогенеза практически не рассматривают. В то же время в длительной и многостадийной дифференцировке развития мужских гамет четко различают ряд этапов по модификации морфологии клетки, ядра, хромосом и других компонентов, а также по экспрессии определенных генов на разных стадиях сперматогенеза. Такие

изменения позволяют предполагать их связь с эпигенетической регуляцией этих процессов и стадий. Ранние предшественники половых клеток – примордиальные половые клетки возникают и обосновываются (изолируются) в результате получения сигнальных молекул из клеток экстраэмбриональных линий. Основной особенностью специализации первичных половых клетках является репрессия в них соматической программы развития. Вопросы эпигенетической регуляции развития репродуктивных клеток у млекопитающих изучают на модельных объектах [1].

Сперматогенез у человека и млекопитающих животных протекает по универсальной схеме [8]: гонциты – примордиальные половые клетки, формируются вне гонад и мигрируют из области эпибласта в энтодерму желточного мешка и затем в зачатки гонад (половые валики). Первая волна деметилирования ДНК проходит во время миграции примордиальных половых клеток к гонадным валикам [25]. Реметилирование ДНК мужских половых клеток происходит в разные временные интервалы [5]. Механизмы эпигенетической регуляции данных процессов исследователи изучены на модельных объектах.

Таким образом, у человека и некоторых видов млекопитающих животных примордиальные половые клетки формируются при гастрюляции, из клеток проксимального участка эпибласта [8]. Значимость проблемы происхождения примордиальных половых клеток заключается в том, что это единственный тип клеток у многоклеточных организмов, через которые сохраняется и передается последующим поколениям эпигенетическая информация, обеспечивающая их развитие и функционирование [19]. Определены маркеры примордиальных половых клеток на разных этапах их дифференцировки, при миграции к половым валикам. Например, по наличию в гаметах тканеспецифичной щелочной фосфатазы и высокого уровня ее активности идентифицируют примордиальные половые клетки у эмбрионов разных видов [21, 15].

Как выявлено на мышах, начальные моменты развития пре-примордиальных половых клеток из полипотентных клеток проксимального участка эпибласта эмбрионов индуцированы и контролируются экстраклеточными сигнальными молекулами – белками BMP4, BMP8b и BMP2 [6, 15]. Выявлено, что чувствительность примордиальных половых клеток к действию сигнальных молекул BMP длится короткое время [23]. Подобный эффект сигнальных молекул при дифференцировке пре-примордиальных половых клеток у человека и обезьян оказывают факторы BMP [6].

Контроль репродуктивной функции исследован для некодирующих регионов, продуцирующих молекулы РНК различной длины (эпигенетические факторы) [12].

Эпигенетические явления включают в себя трансгенерационные эффекты индуцированного действия (токсинов и других факторов) на репродуктивных клетках и следующие поколения [20, 2]. Так, у крыс эндокринный фон влияет на мужскую фертильность через поколения [11]. Механизм такого наследования описывают в том числе через действие некодирующих РНК [20], которое вызывает наследственные колебания генной активности, происходящие без изменений в последовательности ДНК при передаче сценария регуляции работы генов дочерним организмам.

С накоплением информации о результатах исследования эпигенетических событий в гаметогенезе становится очевидным, что эпигенетические механизмы регулируют многие ключевые функции, обеспечивающие стабильность генома, наследуемость изменений в генной экспрессии. Эпигенетическая пластичность хромосом при прохождении митоза и мейоза необходима для компенсации происходящих изменений нуклеотидной последовательности и хромосомных перестроек, которые связаны с видообразованием. Для некоторых этапов сперматогенеза, эмбриогенеза описаны события с влиянием или еще только предполагаемым влиянием эпигенетических факторов.

Таким образом, обзор существующих данных позволяет заключить, что реализация репродуктивной функции у самцов представляет сложный многоэтапный процесс, на который могут влиять различные экзогенные факторы. Современные исследования вносят существенный вклад в понимание взаимосвязи между морфологическими характеристиками сперматозоидов и структурно-функциональными и эпигенетическими особенностями их генома. Всестороннее изучение процессов, связанных с реализацией процессом сперматогенеза, позволяет выявить ряд новых эпигенетических особенностей организации генома. Недостаточность данных эпигенетических особенностях генома сперматозоида делает актуальным проведение исследования в этой области.

**Библиография:**

1. Азим Сурани М., Рейк В. Зародышевая линия и плюрипотентные стволовые клетки. В кн.: Эпигенетика. Под ред. С. Д. Эллиса и др., М.: Техносфера, 2010, 368-387.
2. Ванюшин Б. Ф. Эпигенетика сегодня и завтра. Вавиловский журнал генетики и селекции, 2013, 17(4/2): 805-832.
3. Вершинин А. В. Эпигенетика специфических районов хромосом. Генетика 2006, 42(9):1200-1214.
4. Голубовский М. Д. Организация генотипа и формы наследственной изменчивости эукариот. М.: Наука, 1985, 146-162.
5. Ефимова О. А., Пендина А. А., Тихонов А. В. и др. Метилирование ДНК – основной механизм репрограммирования и регуляции генома человека. Медицинская генетика, 2012, 11(4): 10-18.
6. Кожухарь В. Г. SRY и SOX9 – главные факторы генетической детерминации пола у млекопитающих. Цитология, 2012, 5: 390-404.
7. Козаридес Т., Бергер С. Л. Модификации хроматина и механизм их действия. В кн.: Эпигенетика. Под ред. С. Д. Эллиса и др., М.: Техносфера, 2010, 191-209.
8. Курило Л. Ф. Возможности цитогенетического исследования мейоза при мужском бесплодии. Цит. и ген., 1989, 23(2): 63-70.
9. Льюин Б. Гены. М.: Бином, 2012, 896.
10. Aapola U. et al. Epigenetic modifications affect Dnmt3L expression. Biochem. J., 2004, 3(380): 705-713.
11. Anway M. et al., Epigenetic transgenerational actions of endocrine disruptors and male fertility. Science, 2005, 308(5727): 1466-1469.
12. Aravin A. A., Hannon G. J. Small RNA silencing pathways in germ and stem cells. Cold Spring Harb Symp Quant Biol, 2008, 73: 283-290.
13. Balan I. Modificări moleculare și morfologice dirijate ale celulelor spermatice în progresia spermatogenezei. Buletinul AȘM. Științele vieții, 2012, 1(316): 65-82.
14. Carrell D.T. The human sperm epigenome and its potential role in embryonic development. Mol. Hum. Reprod., 2010, 16(1): 37-47.
15. Edson M. A., Nagaraja A. K., Matzuk M. M. The mammalian ovary from genesis to revelation. Endocr Rev, 2009, 30(6): 624-712.
16. Goldberg A.D., Allis C.D., Bernstein E. Epigenetics: a landscape takes shape. Cell., 2007, 128(4): 635-638.
17. Holliday R. Epigenetics: a historical overview. Epigenetics, 2006, 1: 76-80.
18. Holliday R., Pugh J. E. DNA modification mechanisms and gene activity during development. Science, 1975, 187(4173): 226-232.
19. Kumar S. et al. Roles, and establishment, maintenance and erasing of the epigenetic cytosine methylation marks in plants J. Genet., 2013, 92(3): 629-666.
20. Liebers R., Rassoulzadegan M., Lyko F. Epigenetic regulation by heritable RNA. PLoS Genet, 2014, 10(4): e1004296.

21. McLaren A. Mammalian germ cells: birth, sex, and immortality. *Cell Struct Funct*, 2001, 26(3): 119-122.
22. Nakao M. Epigenetics: interaction of DNA methylation and chromatin. *Gene*, 2001, 278(1-2): 25-31.
23. Ohinata Y., Ohta H., Shigeta M. et al. A signaling principle for the specification of the germ cell lineage in mice. *Cell*, 2009, 137(3): 571-584.
24. Waddington C. H. Canalization of development and the inheritance of acquired characters. *Nature*, 1992, 150: 563-565.
25. Yamazaki Y., Mann M. R., Lee S. S. et al. Reprogramming of primordial germ cells begins before migration into the genital ridge, making these cells inadequate donors for reproductive cloning. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2003, 100(21): 12207-12212.
26. Zamudio N.M., Chong S., O'Bryan M.K. Epigenetic regulation in male germ cells. *Reproduction*, 2008, 136(2): 131-146.

## **STREPTOCOCII INTESTINALI SEMNIFICATIVI PENTRU SĂNĂTATEA ORGANISMULUI**

*BOGDAN VICTORIA, TIMOȘCO MARIA,  
Institutul de Fiziologie și Sanocreatologie,  
Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir”, Republica Moldova*

Studierea informației existente a permis depistarea faptului că majoritatea lucrărilor științifice, despre rolul microbiocenozei intestinale în sănătatea organismului gazdă, publicate în ultimii 15-20 ani, aparțin Institutului de Fiziologie și Sanocreatologie al AȘM (în prezent al Ministerului Educației, Culturii și Cercetării a RM) [1 - 11]. În cadrul acestui Institut a fost inițiată și crearea unei noi direcții în biomedicină cu denumirea “Sanocreatologia”, iar în 2016 a fost publicat și primul volum al tratatului despre bazele acestei direcții [12].

Realizarea scopului trasat a argumentat desfășurarea cercetărilor științifice în câteva etape. Prima etapă a inclus lucrări de determinare a potențialului sanocreatogen al unor monotulpini de streptococi intestinali, izolate din tubul digestiv al copiilor și animalelor tinere agricole. Etapa a doua a prevăzut utilizarea monoulpinilor de streptococi intestinali, selectate în etapa precedentă, la crearea unor asociații microbiene destinate menținerii sănătății organismului la nivel optim. Etapa a treia a fost hotărâtoare în determinarea priorității asociației, selectate experimental în etapa a doua, comparativ cu unele preparate probiotice existente. Deci pentru realizarea procesului investigațional s-au efectuat trei serii de experimente. Dintre care prima în condiții “in vitro”, a doua și a treia - în condiții “in vivo” (pe animale de laborator – cobia, și copii cu dismicrobism intestinal).

Datele tabelului 1 dovedesc că toate monotulpinile de streptococi intestinali au reflectat capacități sporite de inhibare a procesului de multiplicare a microbilor-test utilizați (din genurile *Escherichia* și *Salmonella*). Aceasta este confirmat de către indicele inhibării care constituia peste 50 %. Însă acesta era specific apartenenței de gen a tulpinilor testate. Dacă la monotulpinile de streptococi ai genului *Enterococcus* către *escherichii* astfel de indice atingea nivelul de  $72,99 \pm 4,35$ ; apoi la cele din genul *Lactococcus* - el era mai mic, constituind  $69,99 \pm 2,24$  %. Asemenea specific a fost observat și în experimentele cu microbii-test din genul *Salmonella*. În acest caz streptococii genului *Enterococcus* au contribuit la inhibarea procesului de multiplicare a  $71,78 \pm 6,81$  % de salmonelele, iar cei din genul *Lactococcus* -  $68,75 \pm 4,13$  %.



**Tabelul 1.** Capacitatea monotulpinilor de streptococi intestinali de a inhiba procesul de multiplicare ai provocatorilor cauzali ai dereglărilor funcționale intestinale diareice

Genul de streptococi	Numărul de tulpini testate	Cantitatea celulelor de microbi-test la 1 ml de suspensie la inocularea în comun cu monotulpinile de streptococi în logaritmi zecimali (log)				Indicele inhibării, %	
		Microbii-test din genurile:				Microbii-test din genurile:	
		Escherichia		Salmonella		Escherichia	Salmonella
		I	F	I	F		
Enterococcus	31	3,85± 0,08	1,04± 0,21	3,54± 0,08	0,47± 0,12	72,99 ± 4,35	71,78± 6,81
Lactococcus.	24	4,27± 0,13	0,94± 0,05	3,74± 0,09	0,72± 0,04	69,99± 2,24	68,75± 4,13

**Notă:** I – la inițialul și F – la finalul experimentelor

Așadar, s-a dovedit că la inocularea în comun a tuturor tulpinilor de streptococi cu test-microbii din genurile Escherichia și Salmonella indicele inhibării acestora a fost mare, atingând nivelul în limitele de 72,99 ±4,35 și 68,75±4,13 %.

În continuare cercetările au fost dedicate studiului capacității a aceluiași tulpini de streptococi de a adera la suprafața eritrocitelor umane și animale pentru a determina indicele adeziunii lor, iar rezultatele acestor investigații sunt indicate în tabelul 2.

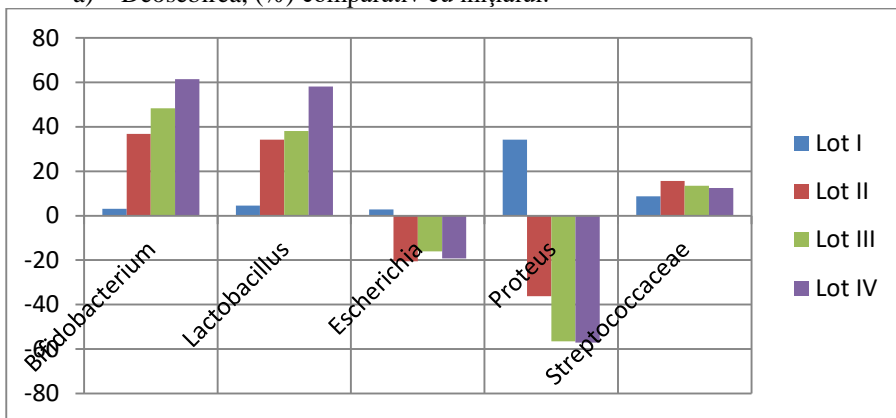
**Tabelul 2.** Capacitatea adezivă a monotulpinilor de streptococi intestinali, izolate în premieră din tubul digestiv uman și animal

Genul de streptococi	Numărul de tulpini testate	Cantitatea celulelor de streptococi intestinali aderate pe suprafața a 25 de eritrocite sanguine specifice (umane, porcine și bovine).	Indicele capacității adezive, u.c.
Enterococcus	31	125,36±2,14	5,01±0,14
Lactococcus	24	119,84±1,87	4,79±0,12

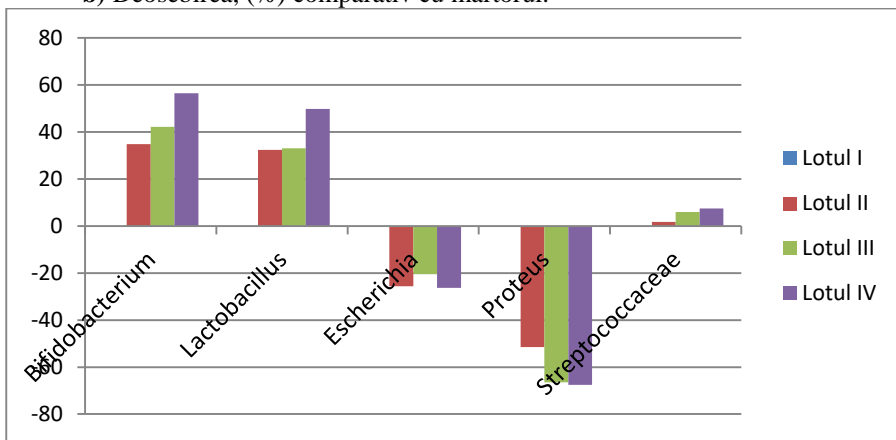
Datele tabelului 2, confirmă că indicele capacității adezive la toate tulpinile de streptococi testate era înalt, găsindu-se la nivel de 4,79±0,12 - 5,01±0,14 u.c. Prin urmare, toate datele obținute în prima serie de experimente „*in vitro*” au confirmat că streptococii intestinali ai genurilor testate totdeauna erau prezente în perioada postnatală timpurie, în conținutul intestinal al copiilor, porcinelor și bovinelor. Nivelul sporit al capacităților lor antagoniste și adezive au confirmat faptul că ei dispun de anumite proprietăți protective care și constituie baza potențialului sanocreatogen al tulpinilor de streptococi, izolate, testate și selectate pentru utilizarea ulterioară. Deci ei dispun de potențial sanocreatogen și sunt semnificativi în asigurarea sănătății organismului. Pentru confirmarea a acestei concluzii experimentele ulterioare s-au realizat în condiții „*in vivo*” pe animale de laborator (cobai).

De aceea, monotulpinile de streptococi selectate, conform nivelului capacităților lor antagoniste și adezive au fost utilizate la completarea a trei asociații microbiene, căror li s-au dat numerele 1, 2 și 3 (respectiv cu conținutul de 2, 3 și 4 componente microbiene). Aceste asociații s-au supus testării în seria a doua de experimente, fiind utilizate peroral înainte de alimentarea de dimineață în formă de suspensie microbială. Doza constituia 2 mld de celule microbiene suspendate în 1ml de soluție fiziologică. Durata primirii a fost de 12 zile peste o zi, odată în zi.

a) Deosebirea, (%) comparativ cu inițialul.



b) Deosebirea, (%) comparativ cu martorul.

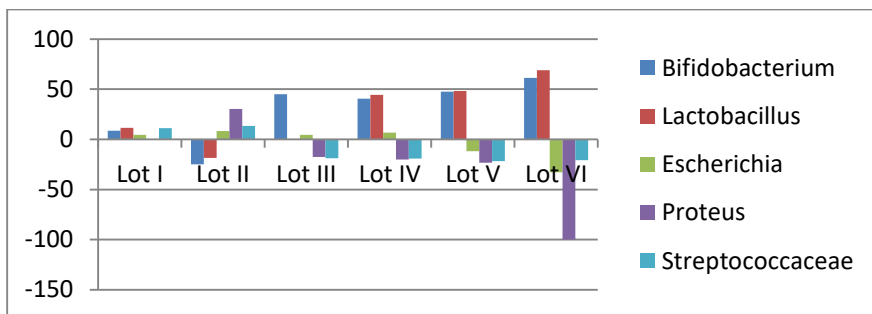


**Fig. 1.** Indicii cantitativi ai reprezentanților genurilor de bază a microbiocenozei intestinale la cobai ce au primit diverse asociații microbiene (pregătite în premieră). **Notă:** Lotul animalelor: I – martor (n-a primit asociații microbiene) ; II-IV – experimentale (au primit asociații microbiene cu numerele 1, 2 și 3 (respectiv loturile II, III și IV). Inițial – începutul experimentelor; Final – sfârșitul experimentelor. Genul bacteriilor determinate: 1- Bifidobacterium; 2- Lactobacillus; 3- Escherichia; 4- Proteus, 5- familia Streptococcaceae.

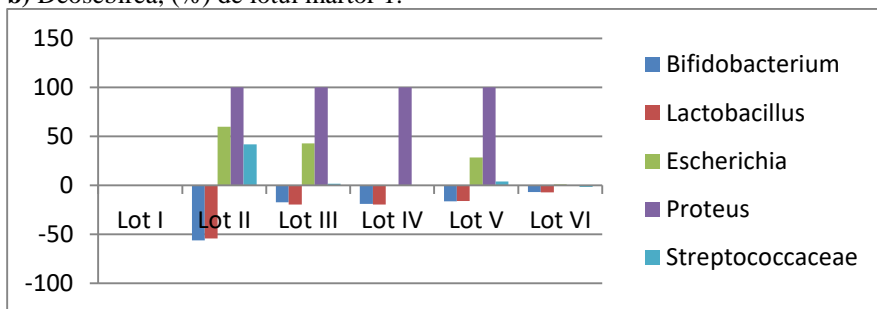
Comparativ cu datele inițiale și cu cele din lotul martor rezultatele obținute în seria a doua demonstrează că toate asociațiile microbiene (testate în loturile II, III și IV) au reflectat capacitate sanocreatogenă înaltă exprimată prin intensitatea colonizării a intestinului cu microorganismele. Dar totuși cea mai performantă s-a dovedit a fi cea cu Nr. 3, testată în lotul IV, pentru că a contribuit la sporirea indicilor microbieni cantitativi ai reprezentanților genurilor *Bifidobacterium* și *Lactobacillus*, dar și familiei Streptococcaceae (respectiv cu 61,43; 58,11 și 12,45 %, comparativ cu inițialul, precum și cu 56,52, 49,77 și 7,48 %, comparativ cu lotul martor).

Așadar, a fost selectată asociația microbială cu Nr. 3 care în continuare s-a testat comparativ cu unele preparate probiotice existente (seria 3 de experimente). S-au investigat copiii la vârsta de 2 ani, iar rezultatele obținute sunt incluse în fig.2.

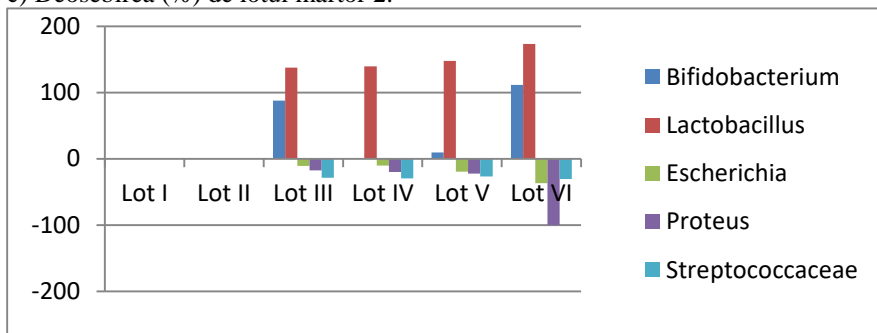
a) Deosebirea, (%) de inițial



b) Deosebirea, (%) de lotul martor 1.



c) Deosebirea (%) de lotul martor 2.



**Fig. 2.** Indicii cantitativi ai reprezentanților genurilor de bază a microbiocenozei intestinale la copiii de vârstă prematură ce au primit asociație microbiană (selectată experimental în seria 2) și preparte probiotice existente.

**Notă:** Lotul copiilor: I și II – martore; III- VI – experimentale. Lotul I - copii sănătoși (martor 1); lotul II – copii cu patologie gastrointestinală – dismicrobism (martor 2); III – copii cu dismicrobism intestinal ce au primit preparatul microbial probiotic „Bifidumbacterin”; IV - copii cu dismicrobism intestinal ce au primit preparatul microbial probiotic „Subtil”; V - copii cu dismicrobism intestinal ce au primit preparatul microbial probiotic „Linex”; VI - copii cu dismicrobism intestinal ce au primit asociația microbiană cu destinație probiotică cu nr. 3, (pregătită în premieră, testată și selectată în seria a doua de experimente).

Datele din fig. 2 demonstrează că rezultatele obținute în experimente pe animale de laborator s-au confirmat în seria a treia. La asemenea concluzie s-a ajuns în baza deosebirii indicilor cantitativi ai microflorei intestinale a copiilor ce au primit asociația microbiană selectată în precedent și preparatele probiotice existente, comparativ cu cele inițiale și cu cele din loturile martore (I și 2). S-a constatat că în toate loturile experimentale au fost obținute rezultate pozitive, însă trebuie de menționat că cele mai performante s-a dovedit a fi în lotul VI, în care s-a experimentat asociația microbiană obținută în premieră. La copiii acestui lot s-a constatat mărirea valorii numerice al bifido- și lactobacteriilor în mediu cu 61,32 și 68,81 %, comparativ cu inițialul, precum și cu 111,38 și 173,51 % - comparativ cu martorul 2. Această asociație a contribuit de asemenea la micșorarea nivelului bacteriilor condiționat patogene din genurile *Escherichia*, *Proteus* și familia *Streptococcaceae*. Cantitatea acestor bacterii, comparativ cu inițialul, a diminuat respectiv cu 32,83; 100,00 și 20,76 %, iar cu martorul 2 – cu 36,72; 100,00 și 30,71 % .

Așadar, rezultatele seriei 3 de experimente au confirmat oportunitatea de a recomanda asociația microbială selectată experimental, numerotată Nr 3 pentru utilizare în scopul optimizării componenței microflorei intestinale în caz de dereglare sau în caz de dismicrobism intestinal. Asemenea propunere poate fi realizată în calitate de măsură eficientă pentru prevenirea patologiei finale gastroenterologice ce prezintă risc major pentru sănătatea organismului. Aceasta se datorează faptului că reprezentanții microbieni dispun de potențial sanocreatogen înalt.

#### **Referințe bibliografice:**

1. Strutinschi T., Timoșco Maria, Velciu Aliona ș.a. Impactul rațiilor alimentare cu diversă structura calorică în optimizarea nivelului cantitativ al unor reprezentanți ai bacteriocenozei intestinale. In: Mater. Cong.VII al fiziologilor din Moldova, 2012, p. 349-355.
2. Timoșco M., Velciu A., Bogdan V. Nivelul cantitativ al unor genuri de microorganisme obligative tubului digestiv ca factor determinant al stării funcționale intestinale. În: Biotehnologia microbiologică – domeniu scientointensiv al științei contemporane. În: Materialele conferinței internaționale 6-8 iulie 2011.CEI, IMB AȘM Chișinău - 2011. – P.111
3. Timoșco Maria, Florea Natalia, Velciu Aliona, Bogdan Victoria. Starea de dismicrobism intestinal - factor amenințător în sănătate. În: Sănătate Publică, Economie și Management în Medicină, 2012, nr. 5, p. 141-144.
4. Timoșco Maria, Velciu Aliona, Bogdan Victoria. Starea sănătății tubului digestiv în funcție de apariția simptoamelor de disfuncții intestinale. In: Mater. Cong.VII al fiziologilor din Moldova, 2012, p. 384-391.
5. Timoșco Maria, Velciu Aliona, Bogdan Victoria. Starea bacteriocenozei intestinale ca factor de semnalizare a dereglarilor în sănătate. În: Buletin de perinatologie, 2015, nr 3, p. 54-59.
6. Velciu Aliona. Constituirea bacteriocenozei tubului digestiv la copii în dinamica de vârstă și menținerea ei la nivel sanogen. Autoreferat al tezei de doctor în biologie. Chișinău, 2010, 29 p.
7. Velciu Aliona, Timoșco Maria, Ciochină Valentina ș.a. Diferențierea dismicrobismului și disfuncțiilor intestinale diareice. Recomandare metodică. Tipogr. AȘM. ISBN 978-9975-62-298-1. Chișinău, 2011, 40 p.
8. Velciu Aliona, Timoșco Maria, Strutinschi Tudor. Intensitatea procesului de multiplicare a escherichiilor în tubul digestiv sub acțiunea factorului alimentar. În: Bul. de perinatologie, 2017, nr.4, p.47-51
9. Струтинский Ф.А.,Тимошко М.А.,Велчу А.И. и др. Воздействие пищевого фактора на процесс размножения и развития некоторых родов бактерий в кишечнике модельных животных. В: SCINCE TIME, 2017, № 9, с. 21-28.

10. Тимошко М.А., Велчу А.И., Богдан В.К. Микрофлора кишечника – зеркало состояния здоровья организма человека и животных. В: SCINCE TIME, 2017, 8(44), с. 24-31.

11. Тимошко М.А., Велчу А.И., Богдан В.К. Зависимость состояния здоровья от микробного фактора. В: SCINCE TIME, 2017, 10(46), с.52-60.

12. Фурдуй Ф.И., Чокинэ В.К., Фурдуй В.Ф. и др. Трактат о научных и практических основах санокреатологии. Том 1. Проблема здоровья. Санокреатология. Потребность общества в ее развитии. Кишинэу, 2016, 228 с.

## **FLOAREA-SOARELUI: EVOLUȚIA DINAMICĂ A PRODUCTIVITĂȚII, RECOLTEI ȘI SUPRAFATELOR CULTIVATE, ÎN REPUBLICA MOLDOVA**

*BURCOVSCHI ION,*

*Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir”*

**Introducere.** Pe teritoriul actual al Republicii Moldova, cultivarea industrială a florii-soarelui, și extracția uleiului, a început la mijlocul sec. XIX [1]. De-a lungul timpului importanța acestei culturi și respectiv suprafețele ocupate de ea au crescut continuu. Valori maxime pentru perioada sovietică au fost atinse în anii 80' ai sec. XX, când suprafețele însămânțate cu floarea-soarelui practic nu depășeau normele recomandate de specialiști (circa 170 mii ha) [4]. Începând cu anii 90' suprafețele cultivate manifestă o tendință continuă de creștere [3]. În prezent floarea-soarelui este una dintre principalele culturi de câmp, fiind depășită după suprafețele cultivate doar de porumb și grâu.

În 2019 în Republica Moldova au fost recoltate 811 mii tone de semințe de floarea-soarelui, țara noastră situându-se în primele 10 țări producătoare de semințe de floarea-soarelui din Europa [6].

Această sporire spectaculoasă a suprafețelor este condiționată de creșterea cererii de semințe și ulei de floarea-soarelui pe piața internațională, dar și de eficiența economică a acestei culturi în agricultura Republicii Moldova. Însă, aceasta aduce nu doar beneficii dar și unele riscuri pentru dezvoltarea durabilă a ramurii.

**Scopul** prezentului studiu a fost de a analiza dinamica activităților de cultivarea a florii-soarelui în ultimul deceniu (2010-2019), în Republica Moldova prin prisma distribuției suprafețelor cultivate la nivel de țară, zone geografice și raioane, precum și evoluția în timp a producției globale și roadei medii la hectar.

În calitate de **material** de studiu au servit bazele de date ale Biroului Național de Statistică (BNS), în baza cărora s-au construit hărți, tabele și grafice pentru analiză. Este de menționat că datele la nivel regional și raional nu includ gospodăriile de fermieri și sectorul individual cu suprafețe agricole mai mici de 10 ha. Pentru elaborarea hărților s-a utilizat softul special QGIS.



**Suprafețe cultivate la nivel de țară.** În Republica Moldova suprafețele însămânțate cu floarea-soarelui pe parcursul ultimului deceniu au crescut continuu. Acest fenomen este specific atât la nivel regional, cât și global. Suprafața însămânțată cu floarea-soarelui la nivel global a crescut cu circa 16%, în ultimii 10 ani [5]. Astfel conform Biroului Național de Statistică (BNS) suprafețele însămânțate cu floarea-soarelui au crescut de la 252 mii ha în anul 2010 până la 359 mii ha în 2019, ceea ce constituie o creștere de peste 42 %. Cele mai mari suprafețe însămânțate cu floarea-soarelui au fost în 2017 când s-au cultivat 385 mii ha de floarea-soarelui, ceea ce constituia circa 23,7 % din totalul suprafețelor agricole însămânțate în acel an. Putem constata o creștere continuă a suprafețelor însămânțate cu floarea-soarelui de la 3 la 10% pe an. Creșterea a fost puțin stagnată în 2013 când după seceta severă din 2012, care a provocat o scădere a productivității la floarea-soarelui, puțini agricultori au riscat să extindă suprafețele cu această cultură. În fig. 1 se observă o mica scădere a suprafețelor însămânțate cu floarea-soarelui, cu menținerea producției globale din cauza creșterii productivității atestată în ultimii ani (Fig.1).

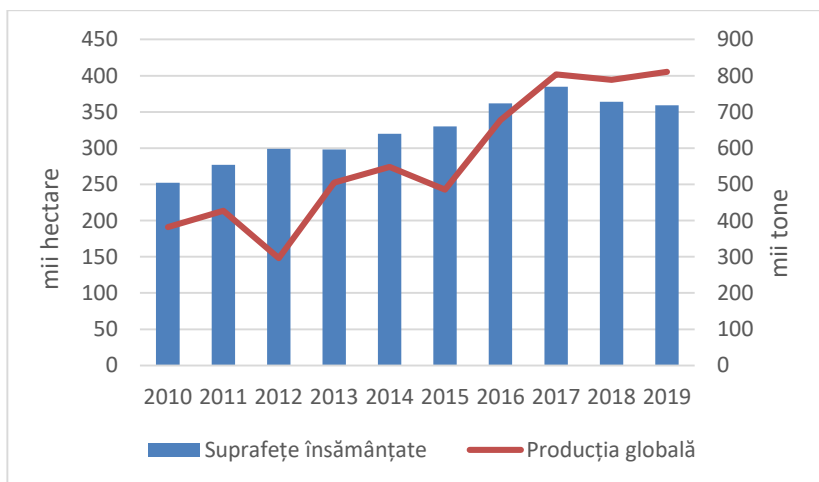


Fig.1 Dinamica suprafețelor însămânțate cu floarea-soarelui și producția globală de semințe de floarea-soarelui în Republica Moldova

**Suprafețe cultivate la nivel regional.** În aspect teritorial floarea-soarelui ocupă cele mai mari suprafețe în zona de Nord (raioanele: Drochia, Florești,

Sîngerei, Rîșcani, Soroca, Glodeni ) și Sud (raioanele: Ștefan-Vodă, Căușeni, Cahul și UTA Găgăuzia). Cel mai mult au crescut suprafețele din regiunea de Sud cu 110% (de la 44010ha în 2010 la 92828 ha în 2019), și cu circa 33,5% și 39% au crescut suprafețele de floarea-soarelui în nordul și respectiv centrul republicii (Fig.2). În același timp, dacă analizăm ponderea suprafețelor însămânțate cu floarea-soarelui în aspect teritorial observăm o distribuție mai uniformă. De exemplu în anul 2017 din totalul suprafețelor

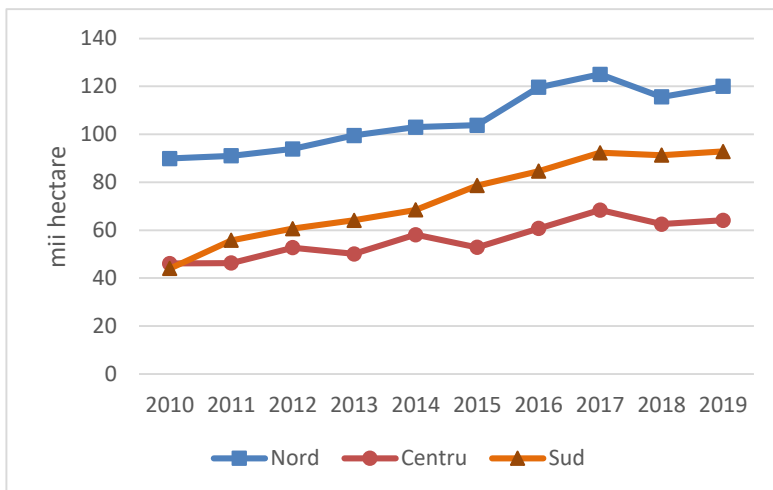


Fig. 2 Distribuția teritorială a suprafețelor însămânțate cu floarea-soarelui pe regiuni geografice.

însămânțate, floarea-soarelui ocupa 34%, dintre care în regiunea de Nord – 32,1% în regiunea de Sud – 34,8%, în UTAG – 35,3% iar în regiunea de Centru 36%.

Cu toate că suprafețele însămânțate cu floarea-soarelui au variat în perioada analizată de la an la an, tradițional raioanele cu cele mai mari suprafețe de floarea-soarelui sunt Drochia, Florești, Cahul, iar liderul permanent este UTAG. În decada analizată în UTAG suprafețele însămânțate cu floarea-soarelui nu au fost niciodată sub 12,5 mii hectare, iar suprafețele maxime au fost însămânțate în 2018 cu 32,5 mii hectare, ceea ce depășea 36% din totalul suprafețelor însamânțate în întreprinderi agricole și gospodării țărănești din UTAG în acel an, și constituie circa 9% din suprafețele de floarea-soarelui cultivate la nivel de republică. Raioanele cu cele mai mici

suprafețe de floarea-soarelui tradițional sunt: Călăraș, Nisporeni, Strășeni, unde în perioada examinată suprafețele de floarea-soarelui nu au depășit 500 ha.

**Productia globală** cu cele mai mici valori pentru perioada analizată a fost înregistrată în 2012 cu 290 mii tone. Și dacă în 2010 și 2011, producția globală a crescut la circa 382 și respectiv 427 mii tone, mai mult datorită creșterii suprafețelor însămânțate atunci începând din 2016, producția globală crește vertiginos atât din cauza creșterii suprafețelor însămânțate cât și din cauza creșterii productivității. Producția globală de semințe de floarea-soarelui, în anul 2019 a crescut cu 112% față de anul 2010 și a constituit 811 mii tone. Comparativ cu anul 2018 producția globală de floarea-soarelui a crescut cu doar 2,8%, iar față de anul 2017 cu doar 0,8%. Putem presupune o tendință de stabilizare a producției globale în jurul valorii de 800 mii tone.

În profil teritorial cel mai mare spor al producției globale de semințe de floarea-soarelui, a fost înregistrată în regiunea de Nord – 319,3 mii tone, cu 169,2 mii tone mai mult decât în 2010 și cu 35,4 mii tone mai mult față de anul 2018. În raport procentual cel mai mult în ultimii 10 ani a sporit producția globală de floarea-soarelui în U.T.A.G unde acest indice s-a marit cu circa 214% de la 17,2 mii tone (în 2010) la 54 mii tone (în 2019) sau cu o recoltă totală de 36,8 mii tone.

**Productivitatea pe țară.** Desigur că roada medie pe țară înregistrează o variație mai accentuată decât variația suprafețelor pentru această cultură, fenomen datorat în primul rând fluctuațiilor condițiilor meteorologice atât în aspect spațial cât și în aspect temporar. Totuși, acest indice prezintă un trend

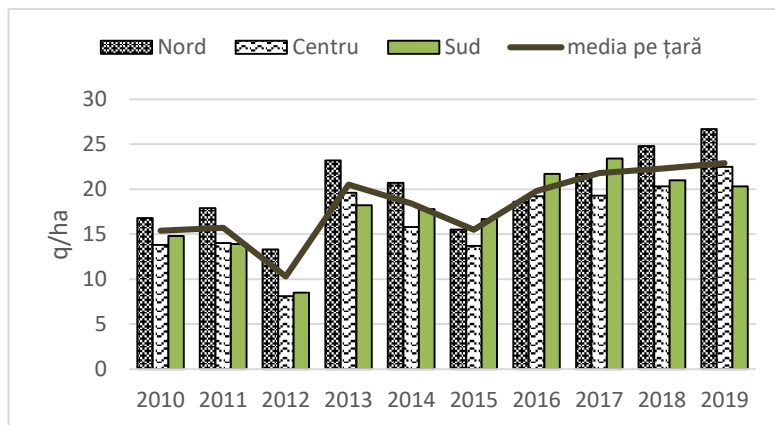


Fig. 3 Dinamica roadei medii la hectar pe regiuni

de creștere, care se explică probabil prin utilizarea hibrizilor mai performanți, precum și creșterea cantității de fertilizanți aplicați. Rooda medie pe țară pentru perioada 2010-2019 a constituit 17,3 q/ha, iar pentru ultimii 3 ani - 22 q/ha. În perioada analizată cea mai roadă medie pe țară, a fost obținută în 2012 (10,3 q/ha).

De obicei roada medie este mai mică cu 2-3 q/ha în sectorul individual decât la întreprinderi agricole și gospodării de fermier (cu suprafața peste 10 ha) ceea ce demonstrează influența tehnologiile agricole utilizate.

**La nivel regional roada medie** este de obicei mai mare în regiunea de Nord, datorită condițiilor de climă și relief (fig.3). Dar în unii ani în dependență de distribuția precipitațiilor s-a obținut o roadă medie la hectar mai mare în zona de Sud. De exemplu în 2016 roada medie pentru zona de Nord a republicii a constituit 18,6 q/ha, în zona Centru – 19,2q/ha, iar în Sud 21,7 q/ha. Totuși zona de Nord are o roadă medie pentru ultimii 10 ani de 19,9 q/ha, zona de Sud 17,6 q/ha, iar zona centrală doar 16,6 q/ha. În decada analizată cele mai mici valori ale roadei medii de floarea-soarelui au fost înregistrate în raioanele Călărași (10,8 q/ha) și Nisporeni (13,6 q/ha), iar cele mai mari valori ale acestui indice au fost atestate în raionul Edineți – 20,83q/ha

### **Discuții**

Conform modelelor teoretice dezvoltate de Ulinici și Savga,[3] suprafețele însămânțate cu floarea-soarelui vor continua să crească în următorii 2-3 ani. Această tendință de creștere are un efect negativ, deoarece nu se respectă recomandările specialiștilor care presupun obligativitatea unor asolamente de lungă durată, adică revenirea pe același teren cel puțin după șase ani[2]. Nerespectarea asolamentelor nu permite realizarea potențialului genetic și poate duce la scăderea randamentului hibrizilor folosiți. Autorii nominalizați afirmă că creșterea în continuare a suprafețelor însămânțate cu floarea-soarelui (fără includerea în calcul al altor factori) pot cauza pierderi de productivitate de circa 0,07q/ha. Estimarea pierderilor de recoltă din cauza nerespectării asolamentelor necesită studii suplimentare din cauza complexității relațiilor dintre factorii care intervin în această situație

Mai putem menționa fenomenul dublării suprafețelor însămânțate cu floarea-soarelui în regiunea de Sud a republicii, cu toate că productivitatea acestei culturi rămâne să fie mai mică decât în alte regiuni. Conform datelor Serviciului Hidrometeorologic de Stat în perioada analizată au fost mai mulți ani secetoși (2012, 2015, 2018), urmările cărora sau manifestat mai accentuat în sudul republicii și care au dus la diminuarea recoltei la majoritatea culturilor agricole. Din analiza efectuată, am constatat că în toți anii secetoși din deceniul analizat, floarea-soarelui a înregistrat cele mai mici pierderi în

comparație cu alte culturi de câmp. Deci probabil fermierii din sudul țării au dublat suprafețele de floarea-soarelui, deoarece alte culturi suferă mai mult de aridizarea climei din această zonă.

În anii 90' ai secolului trecut datorită condițiilor social-economice și meteorologice, roada medie de semințe de floarea-soarelui la hectar a căzut brusc de la 18,6 q/ha (cât era în decada anterioară) la circa 11q/ha [3]. În prezent putem constata o creștere a acestui indice la 17,3q/ha (media pe ultimii 10 ani) ceea ce este în continuare mai puțin decât media pe 10 ani a acestui indice în România (20,6 q/ha) sau Ucraina (19,7 q/ha) [6]. Creșterea productivității floării-soarelui observată în ultimul deceniu în țara noastră se explică probabil prin utilizarea hibrizilor mai performanți, precum și creșterea cantității de fertilizanți aplicați.

În **Concluzie** putem constata că în deceniu precedent se atestă o creștere atât a suprafețelor cultivate cu floarea-soarelui cât și a productivității acestei culturi. Putem menționa mai mulți factori care condiționează creșterea continuă a suprafețelor însămânțate cu floarea-soarelui, atât de ordin social-economic cât și de ordin agroclimatic, dar un lucru este cert, în lipsa unor reglementări din partea statului a suprafețelor însămânțate cu floarea-soarelui, ne putem aștepta la mai multe consecințe nefaste pentru durabilitatea agriculturii în Republica Moldova.

### Referințe bibliografice:

1. DUCA, M., MANOLACHE, C., CHILARI, R. Cultura floării- soarelui ( *Helianthus annuus*). Repere istorice. In: *Rev. Știință, Inovare, Cultură și Artă „Akademos”*, 2011, vol. 3, no. 22, pp. 68–76. ISSN 1857-0461
2. DUCA, M., CLAPCO, S., MARTEA, R., Floarea-soarelui în vizorul cercetătorilor din Republica Moldova. In: *Rev. Știință, Inovare, Cultură și Artă „Akademos”*, 2019, vol. 52, nr. 1, pp. 37–44. ISSN 1857-0461
3. ULINICI, L., SAVGA, A. Analysis of the sunflower production dynamics in the Republic of Moldova based on econometric models. In: *Journal of Research on Trade, Management and Economic Development*, 2019, vol. 6, no. 1, pp. 57–69, ISSN 2345-1424
4. ВРОНСКИХ, М. Д., Прогрессивная технология возделывания подсолнечника. Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1988. - 276 с.
5. Biroul National de Statistica. database. [online] Disponibil: <https://statistica.gov.md/>
6. FAOSTAT database. [online] Disponibil: <http://www.fao.org/faostat/en/>

**ECOLOGIA COMUNITĂȚILOR MAMIFERELOR MICI  
(RODENTIA, INSECTIVORA) ÎN FOCARELE DE LEPTOSPIROZĂ  
DIN RAIONUL GLODENI, REPUBLICA MOLDOVA**

VICTORIA BURLACU<sup>1,2,3</sup>, VICTORIA NISTREANU<sup>3</sup>,  
ALINA LARION<sup>3</sup>, NATALIA CATERINCIUC<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir”, Republica Moldova

<sup>2</sup>Agenția Națională pentru Sănătate Publică

<sup>3</sup>Institutul de Zoologie

**Introducere.** Mamiferele mici, în special rozătoarele, sunt grupul cel mai numeros de mamifere din republică. Ele sunt răspândite în toate ecosistemele, inclusiv în cele puternic antropizate, iar speciile euritope sunt, de obicei, și cele mai abundente în diverse tipuri de biotopuri. Pe parcursul multor ani s-au efectuat cercetări ale faunei de mamifere mici pe teritoriul republicii, inclusiv și date pe unele raioane ale zonei de nord [1, 2, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13]. Totuși, lucrări dedicate exclusiv faunei de mamifere mici din zona de nord sunt foarte puține și majoritatea reflectă date generale de faunistică și/sau ecologie [2, 13].

Mamiferele mici reprezintă rezervoari ai unui șir de agenți patogeni care pot provoca maladii grave (ex. tularemia, leptospiroza, febra hemoragică cu sindrom renal etc.) și chiar și decese la om. Gradul mai mare sau mai mic de antropizare a tuturor ecosistemelor republicii favorizează contactul direct sau indirect a faunei de mamifere mici cu omul, creând astfel situații de pericol pentru sănătatea umană [1, 3, 4, 5].

Leptospiroza este una din maladiile zoonoze cu focalitate naturală având o răspândire largă la nivel mondial, iar persistența agentului cauzal depinde de interacțiunile om-animal-ecosistem. Activitățile agricole, de creșterea a animalelor, turismul, activitățile recreaționale și factorii abiotici contribuie la apariția cazurilor de boală la om cu înregistrarea epizootiilor în populațiile de animale [1, 3, 4, 5]. În Republica Moldova rezervorul natural de leptospire îl constituie animalele sălbatice, în special rozătoarele, cărora li se atribuie un rol primordial în menținerea și circulația agentului cauzal în focarele naturale și antropogene pentru perioade lungi de timp [1, 4].

Scopul lucrării a fost monitorizarea comunităților de mamifere mici în diverse ecosisteme ale raionului Glodeni, din zona de nord a republicii, de a elucida unele particularități ecologice ale mamiferelor mici și evaluarea circulației leptospirelor în populațiile acestora cu identificarea focarelor de leptospiroză.

**Materiale și metode.** Cercetările au fost realizate în anii 2015-2019 în diverse ecosisteme din raionul Glodeni în apropierea localităților Hîjdieni, Dușmani, Cuhnești, Clococeni, Balatina, Moara Domnească și în rezervația naturală „Pădurea Domnească.

Capturările mamiferelor mici au fost efectuate în diverse tipuri de ecosisteme și ecotonul lor: interiorul pădurii, lizieră, perdele forestiere, biotopuri umede, agrocenoze. Datele sunt prezentate pentru perioada de mai-august, când animalele sunt active reproductiv.

Mamiferele mici au fost colectate cu capcane pocnitoare conform metodelor standard [4]. Toți indivizii capturați au fost determinați până la specie, cu excepția speciilor sible ale genului *Microtus* (*M. arvalis* și *M. rossiaemerdonalis*), numite în lucrare *Microtus* sp. În total au fost procesate 3694 capcane/zi și capturate 760 mamifere mici. Pentru determinarea anticorpilor specifici către leptospire indivizii au fost investigați prin metode microbiologice în laboratorul de referință din cadrul Centrului Național de Sănătate Publică.

Materialul obținut a fost prelucrat statistic cu ajutorul indicilor de capturare (Cc), abundență (A), frecvență (F), diversitate (Shannon, H'), dominantă (Naughton-Wolf, D).

**Rezultate și discuții.** În total au fost colectate 760 mamifere mici din 18 specii, 4 familii și 2 ordine: *Apodemus sylvaticus*, *A. uralensis*, *A. agrarius*, *A. flavicollis*, *Mus spicilegus*, *M. musculus*, *Micromys minutus*, *Rattus norvegicus*, *Microtus* sp., *M. subterraneus*, *Clethrionomys glareolus*, *Cricetulus migratorius*, *Sorex minutus*, *S. araneus*, *Crocidura leucodon*, *C. suaveolens* (tab.1). Majoritatea speciilor sunt larg răspândite în ecosistemele studiate, fapt semnalat și în cercetările anterioare în zona de nord [1, 2].

Indicele de capturare a mamiferelor mici au variat în dependență de biotop și de an. În 2015 acest indice a constituit 21,81% și a variat între 4% în agrocenoză și 28% în habitate palustre. În 2016 a constituit 33,25% și a variat între 8% la ecotonul pădure-agrocenoză și 38,38% în biotopuri palustre. În 2017 a constituit 12,5% și a variat între 5,8% la ecotonul pădure-agrocenoză și 23,71% în pădure. În 2018 a constituit 18,5% și a variat între 5,8% în perdea forestieră și 29,41% la ecotonul pădure-palustru din rezervația Pădurea Domnească. În 2019 a constituit 11,9% și a variat între 8,9% în interiorul pădurii și 17,5% la lizieră. Cei mai scăzuți indici medii au fost înregistrați în mai 2015 și iunie 2017 din cauza condițiilor climatice nefavorabile.

Cele mai răspândite și euritope sunt speciile *Apodemus sylvaticus*, *A. flavicollis* și *A. agrarius*, semnalate în toate tipurile de ecosisteme studiate.

Specia silvicolă *Clethrionomys glareolus* a fost înregistrată în biotopurile arbusticole, iar *M.subterraneus* și pârșul comun doar în interiorul pădurii. Șoarecele pitic și șobolanul cenușiu au fost semnalate în ecosisteme palustre, iar șoarecele de câmp și grivanul cenușiu doar în agrocezoze. Soricidele au constituit un procent scăzut din totalul mamiferelor mici (cca 5%), majoritatea fiind semnalate în ecosistemele palustre, iar chițcanul de grădină în perdele forestiere și cel mai răspândit și abundent fiind chițcanul comun (*Sorex araneus*). Menționăm prezența speciilor *Crocidura leucodon* și *Neomys anomalus* incluse în Cartea Roșie a Moldovei. Aceste specii preferă habitatele naturale umede și au fost semnalate doar în ecosisteme palustre ale rezervației Pădurea Domnească.

**Tablelul 1.** Abundența (%) și diversitatea speciilor de mamifere mici în ecosistemele raionului Glodeni în perioada 2015-2019

Nr.	Specie	Ecosistem					Total
		Pădure	Lizieră	Perdea	Palustru	Agroc.	
<b>Ord. Soricomorpha</b>							
<i>Fam. Soricidae</i>							
1.	<i>S.araneus</i>	0.49	0	0	5.58	0	1.77
2.	<i>S. minutus</i>	0	0	0	0.93	0	0.27
3.	<i>C. leucodon</i>	0	0	0	0.47	0	0.14
4.	<i>C. suaveolens</i>	0	0	2.13	0	0	0.14
5.	<i>N. anomalus</i>	0	0	0	0.47	0	0.14
<b>Ord. Rodentia</b>							
<i>Fam. Myoxidae</i>							
6.	<i>Myoxus glis</i>	0.49	0	0	0	0	0.14
<i>Fam. Muridae</i>							
7.	<i>A. sylvaticus</i>	16.75	26.42	17.02	17.21	24.55	20.15
8.	<i>A.flavicollis</i>	64.04	43.39	40.42	20	10	37.01
9.	<i>A.uralensis</i>	1.48	1.26	0	6.98	7.27	3.81
10.	<i>A.agrarius</i>	3.94	12.56	31.91	34.89	24.55	19.75
12.	<i>M.spicilegus</i>	0	3.14	4.26	0.93	11.82	2.99
13.	<i>M.musculus</i>	0	0	0	4.65	5.45	2.18
14.	<i>R.norvegicus</i>	0	0	0	1.39	0	0.41
11.	<i>M. minutus</i>	0	0	0	0.46	0	0.14
<i>Fam. Cricetidae</i>							
15.	<i>M.arvalis</i>	0	0	0	0	12.73	1.91
	<i>M.rossiaemeridionalis</i>	0	1.26	4.25	4.19	2.73	2.18
16.	<i>M.subterraneus</i>	4.93	0	0	0	0	1.36
17.	<i>C.glareolus</i>	7.88	11.95	0	1.86	0	5.31
18.	<i>C.migratorius</i>	0	0	0	0	0.91	0.14
	Ind. Shanon	0.903	0.845	0.778	1.146	0.903	1.255



Diversitatea totală a speciilor de mamifere mici este destul de mare, indicele Shannon constituie 1,25. Diversitatea și preferințele biotopice ale speciilor diferă de la un biotop la altul. Astfel, cea mai mare diversitate s-a înregistrat în biotopurile palustre cu vegetație de subarboret și ierboasă abundentă (1,146), cu speciile dominante *A. sylvaticus* și *A. agrarius*, care au constituit mai mult de jumătate din comunitatea de mamifere mici. Indicele mare a diversității se datorează prezenței speciilor de chițcani și a unor specii înregistrate doar în biotopuri palustre (șoarecele pitic, șobolanul cenușiu). Pădurea și agrocenoza au aceleași valori ale diversității (0,903), însă componența specifică și dominanța speciilor este diferită – în pădure dominant este *A. falvicollis* cu peste 60%, iar în agrocenoze *A. sylvaticus* și *A. agrarius* cu cca 50%. La lizieră indicele de diversitate a constituit 0,88 cu speciile dominante *A. sylvaticus* și *A. falvicollis* cu cca 70%, iar cea mai mică diversitate s-a stabilit pentru perdelele forestiere (0,778) cu predominarea speciilor gen. *Apodemus* (tab. 1).

Indicele de dominanță total a fost cel mai mare la *A. falvicollis* (0,57), urmat de *A. sylvaticus* (0,4) și *A. agrarius* (0,24). Celelalte specii au avut indicele de dominanță mult mai scăzut. Aceste specii au avut și cea mai mare frecvență (100%), fiind înregistrate în toate tipurile de biotopuri. O frecvență de 80% s-a stabilit pentru speciile *A. uralensis*, *M. spicilegus* și *M. rossiaemerifdionalis*, 60% la specia *C. glareolus*, iar la alte specii frecvența a fost mai mică de 40%.

Specia *A. sylvaticus*, *A. falvicollis* și *A. agrarius* au limitele largi ale valenței ecologice și capacitatea de a se adapta rapid la modificările mediului. Astfel, în ultimii ani în ciuda condițiilor climatice mai aride, aceste specii sunt cele mai prospere printre rozătoare, fiind dominante și frecvente în ecosistemele republicii [6, 9, 11]. Ele populează atât ecosistemele forestiere, biotopurile umede, cât și agrocenozele. *A. sylvaticus* este larg răspândită în cele mai diverse tipuri de ecosisteme și are o abundență mare la lizieră și în agrocenoze. *A. falvicollis* este o specie dominantă în ecosistemele forestiere, iar în ultimii ani, deși este o specie de pădure, are o abundență ridicată și în diverse tipuri de agrocenoze. *A. agrarius* este larg răspândită în diverse tipuri de ecosisteme agricole și este dominantă în habitate umede, perdele forestiere și la liziera pădurii, unde contactul omului cu animalele sălbatice este deosebit de intens.

În perioada menționată mamifere mici în număr de 511 exemplare capturate din ecosistemele r-nului Glodeni au fost investigate la prezența anticorpilor specifici către *Leptospira* spp. în laboratorul de referință al Agenției Naționale pentru Sănătate Publică. Anticorpi specifici față de serotipul *Leptospira grippotyphosa* și *L. pomona* au fost determinate la

*A.sylvaticus*, *A. agrarius*, *Rattus norvegicus*, *M.musculus* și *M.spicilegus* constituind 2,2% din numărul total investigate.

Rezultatele de laborator denotă, că în r-nul Glodeni se manifestă activizarea unor focare de leptospiroză în limitele arealului taberei de odihnă amplasat în pădure din loc. Hîjdieni și în apropierea iazului din loc. Dușmani – focar natural-antropizat și supravegheat din anul 2006.

În pofida faptului că în ultimele decenii suprafețele naturale s-au supus unor transformări antropice semnificative, acest mediul biocenotic păstrat mozaic în cadrul ecosistemelor, permite existența unor focare de leptospiroză relativ stabile, iar în procesul epizootic sunt implicate specii care au o răspândire largă în ecosistemele din zona de Nord.

Studiul a fost efectuat în cadrul proiectului doctoral și proiectului program de Stat 20.80009.7007.02.

**Concluzii.** În ecosistemele r. Glodeni au fost colectate 760 mamifere mici din 18 specii, 4 familii și 2 ordine. Indicele de capturare a mamiferelor mici au variat în dependență de biotop și de an. Cei mai scăzuți indici medii de capturare au fost înregistrați în mai 2015 și iunie 2017 din cauza condițiilor climatice nefavorabile.

Cele mai răspândite și euritope sunt speciile *A. sylvaticus*, *A. flavicollis* și *A. agrarius*, semnalate în toate tipurile de ecosisteme studiate cu frecvența de 100% și cu valori ridicate ale indicelui de dominanță.

Diversitatea și preferințele biotopice ale speciilor diferă de la un biotop la altul. Cel mai mare indice de diversitate s-a înregistrat în biotopurile palustre (1,146), în pădurea și agrocenoza (0,903), iar cea mai mică diversitate s-a stabilit pentru perdelele forestiere (0,778)

Anticorpi specifici față de serotipul *Leptospira grippotyphosa* și *L.pomona* au fost determinate la *A.sylvaticus*, *A. agrarius*, *Rattus norvegicus*, *M.musculus* și *M.spicilegus* constituind 2,2% din numărul total investigate.

#### Referințe bibliografice:

1. Burlacu V., Caterinciuc N., Nistoreanu V., Larion A., Gheorghita S., Guțu A., Melnic V., Culibacinaia E. Particularitățile ecologice și epizootologice ale mamiferelor mici și rolul lor în formarea și menținerea focarelor naturale și antropurgice de leptospiroză în zona de nord a Republicii Moldova. *Buletinul AȘM, Științele medicale*. Nr.1(53), 2017, p. 50-54.

2. Burlacu V., Nistoreanu V., Larion A., Caterinciuc N. Particularitățile faunistice și ecologice ale micromamiferelor in zona de nord a Republicii Moldova. Academician L. Berg – 140 years: Collection of Scientific Articles. Eco-TIRAS, Bender, 2016. p. 65-68.

3. Burlacu V., Caterinciuc N., Nistoreanu V., Larion A. Pathogenic microorganisms in Small Rodent Populations and the Role of Mammalia: Rodentia in Formation of Natural and Anthropogenic Foci in the Republic of Moldova. The 8th International Symposium Euro-Aliment. Mutatis mutandis in Food., Romania, Galati, 2017, p. 62.
4. Chicu V., Marin S., Guțu A. Moraru T., Culibacinaia E., Михайленко А. Epidemiologia, clinica, supravegherea epidemiologică la leptospiroze. Instrucțiune de lucru. Chișinău, 1997, p. 3-19.
5. Gheorghijă S., Chicu V., Nistoreanu V., Burlacu V., Guțu A., Melnic V., Culibacinaea E., Beneș O. The role of micromammals in maintenance the leptospirosis foci in the Republic of Moldova. Studii și comunicări. Muz. Șt. Nat. Oltenia. Romania. 2009. Vol. XXV: 291–296.
6. Nistoreanu V. Distribution of shrews from genus *Sorex* Linnaeus, 1758 (Mammalia: Insectivora) on the territory of Republic of Moldova. Travaux du Muséum National d'Histoire Naturelle Grigore Antipa. Bucharest, 2011, Vol. LIV (2), p. 555–561.
7. Nistoreanu V., Savin A., Burlacu V., Larion A., Caraman N., Corcimaru N., Burduniuc O. Distribution of shrews from genus *Crocidura* on the territory of Republic of Moldova. Academician Leo Berg – 135: Collection of Scientific Articles. Bender. 2011, p. 350-353.
8. Nistoreanu V., Savin A., Larion A., Sîtnic V., Chihai O. Ecological aspects of rodent communities in agrarian ecosystems of Moldova. Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. 2011, Volume 68, issue 1, p. 272-276.
9. Savin A., Nistoreanu V. Structural – functional transformations of rodent communities in ecosystems of Moldova against a background of anthropogenic and climatic changes. Oltenia Journal for Studies in Natural Sciences. Craiova, 2009, Tom 25, p. 275-280.
10. Аверин Ю. В., Лозан М. Н., Мунтяну А.И., Успенский Г.А. Животный мир Молдавии. Млекопитающие. Кишинэу «Штиинца», 1979, 188 с.
11. Кику В. Ф., Успенская И. Г., Бурлаку В. И., Георгица С. Д., Бенеш О. А., Тихонов И. А., Тихонова Г. Н., Котенкова Е. В. Структура населения мелких млекопитающих Молдовы. Зоологический журнал 2011, том 90, № 2, стр. 223–231.
12. Лозан М. Н. Насекомоядные млекопитающие Молдавии (Insectivora, Mammalia). Экология птиц и млекопитающих Молдавии. 1975, стр. 96-118.
13. Михайленко А. Природный очаг туляремии в заповеднике «Пэдура Домняскэ». Simpozion jubiliar “Rezervația naturala “Codrii” - 25 ani. Realizări, probleme, perspective” 1996, p.42-44.

**ACTIVITATEA ANTIOXIDANTĂ A PREPARATELOR  
ULEIOASE PE BAZĂ DE ASTAXANTINĂ  
DIN *HAEMATOCOCCUS PLUVIALIS***

*CARP ECATERINA,*

*Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir”, Republica Moldova*

Stresul oxidativ, care generează specii reactive de oxigen, este unul din factorii patogenezei multor stări patologice ca arterioscleroza, diabetul, afecțiunile neurodegenerative, cancerul și altele. Aplicarea antioxidanților naturali în tehnologiile alimentare și cele farmaceutice, creează o alternativă metodelor existente de profilaxie și de atenuare a impactului stresului oxidativ deteriorator pentru organismul uman [2, 4]. În prezent, antioxidanții naturali de origine vegetală, spre deosebire de cei sintetici, sunt preferați în tehnologiile de procesare a alimentelor, precum și în calitate de produse nutraceutice datorită biodisponibilității superioare. În ultimii ani, în calitate de surse de substanțe antioxidante cu utilizare în industria alimentară și farmaceutică, sunt intensiv studiate microalgele [6, 12].

Pigmentul roșu astaxantina posedă o activitate antioxidantă net superioară  $\beta$ -carotenului și tocoferolului, datorită cărui fapt are o vastă perspectivă de aplicare în calitate de preparat nutraceutic și medicamentos, în industria cosmetică și cea alimentară [4]. Un studiu destinat aprecierii capacității celor mai cunoscuți antioxidanți lipofili și hidrofilii (carotenoizii, acidul ascorbic, tocoferolul, flavonoizii, acidul cafeic, acidul galic precum și unii antioxidanți sintetici, utilizați în industriile alimentare) de a înlătura efectele devastatoare ale speciilor reactive de oxigen, a demonstrat, că astaxantina este antioxidantul cel mai activ [11].

Structura polară a astaxantinei și a formelor ei esterificate îi conferă capacitatea unică de a proteja membranele celulare prin „ancorarea” structurilor polare în straturile hidrofile și menținerea lanțurilor polienice intacte în stratul lipofilic. Molecula de astaxantină ancorată în membrană participă în reacțiile antioxidante prin mecanismul transferului de electroni spre carotenoidul nepolar solubilizat în faza lipofilă a membranei. Astfel s-a confirmat capacitatea astaxantinei de a participa la reacțiile antioxidante în calitate de intermediar transportor de radicali, fără a forma radicali activi în baza structurii proprii [12].

Aprecierea proprietăților antioxidante a astaxantinei permite stabilirea capacității antioxidante și antiradicalice a acestui compus, a mecanismului de acțiune antioxidantă, precum și a eficienței tehnicilor de obținere a astaxantinei.

*Scopul* cercetărilor descrise în acest articol a constat în evaluarea activității antioxidante a extractelor etanolice de astaxantină, obținute prin tehnici diferite de extragere, din biomasa de *Haematococcus pluvialis* în calitate de materie primă pentru preparatele uleioase și a preparatelor uleioase pe bază de astaxantină [7, 8].

**Material și metode.** Cercetările au fost efectuate în baza tulpinii de colecție a algei verzi *Haematococcus pluvialis* CNMN-AV-05, depozitată în Colecția Națională de Microorganisme Nematogene. Cultivarea se efectuează pe mediul nutritiv mineral cu următoarea componență (g/l):  $\text{NaNO}_3$  – 0,3;  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  – 0,02;  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  – 0,08;  $\text{NaCl}$  – 0,02;  $\text{CaCl}_2$  – 0,05;  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  – 0,01;  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  – 0,0001;  $\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  – 0,0015;  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  – 0,00008;  $\text{H}_3\text{BO}_3$  – 0,0003;  $(\text{NH}_4)_6\text{MoO}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  – 0,0003;  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  – 0,0175;  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  – 0,0002; EDTA – 0,0075, la temperatura de 26°C, iluminare constantă de 1500 lx cu agitare periodică pentru primele zece zile de cultivare. Inducerea astaxantinogenezei se efectuează prin iluminare excesivă de 3000 lx timp de 72 ore [3]. Biomasa colectată se separă de mediul de cultivare prin centrifugare.

Obținerea extractelor de astaxantină în baza hidrolizei acide a aplanosporilor [5]. Biomasa de *Haematococcus pluvialis* (ciști roșii) se separă de lichidul cultural prin centrifugare timp de 5 min la 1500g. Sedimentul celular este supus hidrolizei acide cu soluție HCl 0,1N la temperatura de 90°C timp de 10 min. La 1 g biomasă se adaugă 50 ml alcool etilic, răcit în prealabil la temperatura de 0°C. Amestecul este agitat timp de 5 min pe un agitator orbital cu viteza de 300 rotații/min și centrifugat timp de 5 min la 2000g.

Extragerea astaxantinei cu aplicarea microundelor [10]. Biomasa de *Haematococcus pluvialis*, aplanospori, se separă de mediul de cultivare și se spală cu apă distilată. Au fost preparate probele de biomasă a câte 10 mg în cutii Petri cu diametrul de 60 mm. Extracția de astaxantină a fost efectuată cu utilizarea etanolului în calitate de solvent și în scopul utilizării ulterioare în prepararea produsului uleios. Biomasa de *H. pluvialis* se tratează cu microunde la 540W timp de 120 sec.

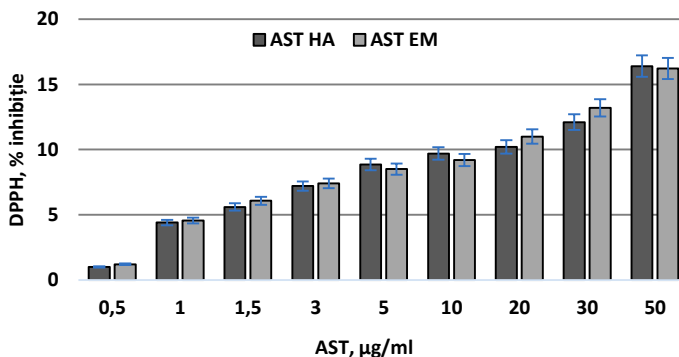
Concentrația astaxantinei se determină conform curbei de calibrare construită pentru soluții standard de astaxantină sintetică (98% SIGMA-ALDRICH) în alcool etilic, efectuată la spectrofotometrul PG Instruments UV-VIS cu utilizarea soft-ului UV WIN 5.05. Domeniul de linearitate a curbei se află în limitele de concentrații de la 0 până la 10μg/ml.

Prepararea produselor de astaxantină în ulei de măsline. 10 ml soluție etanolică astaxantină cu concentrația prestabilită se amestecat cu 4 ml ulei [9]. Pentru a facilita trecerea astaxantinei în ulei, amestecurile se agită pe

vortex timp de 2-3 min. Emulsiile obținute în așa mod se supun incubării la întuneric timp de o oră pe parcursul căreia se produce separarea fazelor.

Determinarea capacității antioxidante cu utilizarea radicalului DPPH (1,1 difenil-2-picril hidrazil) [1]. Se prepară soluția în etanol de 0,06 M DPPH. Amestecul reagent conține 0,3 ml probă astaxantină și 2,7 ml soluție DPPH. După 5 min de incubare la întuneric la temperatura camerei se măsoară absorbanta la 517 nm. În calitate de probă oarbă se aplică soluțiile în etanol de astaxantină, în concentrațiile corespunzătoare, pentru a exclude componenta color specifică. Valorile activității antioxidante (% Inhibiție) se calculează conform ecuației:  $\% \text{ Inhibiție} = (Abs_{t=0} - Abs_{t=1}) / Abs_{t=0} \times 100$ , unde  $Abs_{t=0min}$  este valoarea extincției soluției 0,06 M DPPH și  $Abs_{t=1}$  este valoarea probelor după 5 min incubare.

**Rezultate și discuții.** Din biomasa de aplanospori de *Haematococcus pluvialis* au fost obținute extractele de astaxantină în alcool etilic cu aplicarea tehnici de hidroliză acidă și a extragerii asistate cu microundelor. Au fost preparate câteva concentrații de astaxantină în alcool și determinată activitatea lor antioxidantă (Figura 1).



**Figura 1.** Activitatea antioxidantă a extractelor etanolice de astaxantină, obținute prin hidroliza acidă (AST HA) și cu microunde (AST EM)

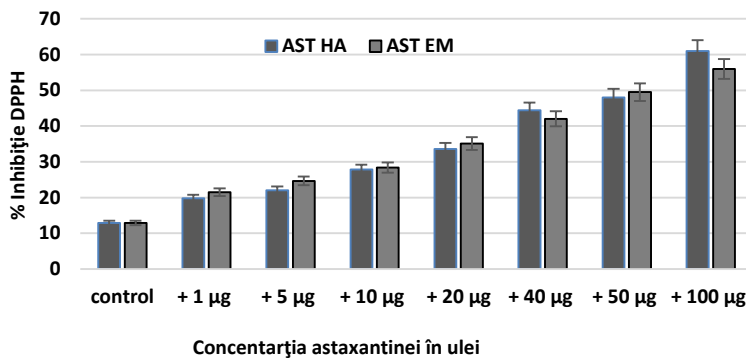
Analiza rezultatelor testului DPPH pentru extractele alcoolice, obținute cu aplicarea microundelor a stabilit valori similare celor determinate pentru extractele de astaxantină, obținute prin hidroliza acidă. Cantitatea minimală de astaxantină de 0,5 µg/ml, pentru ambele variante de extracte, reduce 1,0-1,2% radical DPPH. Pentru conținutul de 1,0 µg/ml astaxantină, activitatea antioxidantă a extractelor crește de 4 ori. Valoarea testului antioxidant se

dublează pentru concentrația astaxantinei de 5  $\mu\text{g/ml}$  și este de 8,5-8,85% inhibiție. Creșterea în continuare a concentrației astaxantinei în extractul etanolic este însoțită de o sporire lentă a activității antioxidante, care este de 16% pentru concentrațiile de 50  $\mu\text{g/ml}$ .

Astfel a fost demonstrat că modul de deteriorare a peretelui celular al ciștilor roșii prin hidroliza acidă sau cu ajutorul microundelor nu a influențat activitatea antioxidantă a astaxantinei solubilizate în alcool etilic.

În continuare, extractele etanolice au fost utilizate în prepararea de produse uleioase de astaxantină. A fost utilizat uleiul de măsline, care se caracterizează printr-un conținut superior de acid linolic.

A fost introdusă proba control pentru uleiul nativ. Prin testul de reducere a radicalului DPPH a fost verificată activitatea antioxidantă a preparatelor cu astaxantină, obținute prin aplicarea tehnicii de hidroliză acidă și a extragerii asistate de microunde. Uleiul vegetal native a înregistrat 8-12% inhibiție DPPH (Figura 2). Probele de ulei suplimentat cu astaxantină în concentrația de 1  $\mu\text{g/ml}$  au demonstrat o dublare a capacității de reducere a radicalul DPPH față de uleiul simplu cu atingerea nivelului de 20,5% - 22,3% inhibiție pentru preparatele obținute prin ambele tehnici de extragere.



**Figura 2.** Activitatea antioxidantă (% Inhibiție DPPH) a preparatelor de astaxantină în ulei de măsline, obținute prin hidroliza acidă (AST HA) și cu microunde (AST EM)

Activitatea antioxidantă a preparatelor uleioase de astaxantină crește proporțional creșterii concentrației solubilizate în ulei. Pentru preparatul uleios de astaxantină, obținută în baza extragerii cu microunde și incorporată

în uleiul de măsline, coeficientul de corelare dintre procentul de inhibiție DPPH și concentrația astaxantinei este  $r^2=0,986$ , iar pentru preparatul de astaxantină, obținută, prin hidroliza acidă, coeficientul de corelare este  $r^2=0,976$ .

Pentru preparatele cu conținut de astaxantină de 1,0  $\mu\text{g/ml}$ , activitatea antioxidantă este de 19,7-21,5% inhibiție. Valoarea testului antioxidant se dublează la concentrația astaxantinei de 40  $\mu\text{g/ml}$  în ulei și este de 42-45% inhibiție. Creșterea concentrației astaxantinei în ulei de la 40  $\mu\text{g/ml}$  la 100  $\mu\text{g/ml}$  a sporit activitatea antioxidantă a preparatelor uleioase cu peste 30%.

În concluzie se poate afirma că, modul de prelucrare a aplanosporilor, prin hidroliza acidă sau cu aplicarea microundelor, în scopul obținerii extractelor alcoolice de astaxantină, nu a influențat activitatea antioxidantă a preparatelor uleioase.

#### Referințe bibliografice:

1. Brand-Williams W., Cuvelier M., Berset C. Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. In: Food Science and Technology, 1995, 28:25-30.

2. Brown DR., Gough LA., Deb SK., Sparks SA and McNaughton LR. Astaxanthin in Exercise Metabolism, Performance and Recovery: A Review. Front. Nutr. 2018, 4:76. doi: 10.3389/fnut.2017.00076

3. Dudnicenco T. Particularitățile morfo-fiziologice, biochimice și biotehnologice ale microalgei verzi *Haematococcus pluvialis* Flotow-CNM-AV-05. Autoref. tezei de dr. în biologie, Chisinau, 2001, 20 p.

4. Francesco Visioli and Christian Artaria. Astaxanthin in cardiovascular health and disease: mechanisms of action, therapeutic merits, and knowledge gaps. Food Funct. 2017, 8:39–63.

5. Miscu V. et al. Procedeu de extragere a astaxantinei din biomasa de *Haematococcus pluvialis*. Hotărâre de acordare a brevetului de invenție nr. 6295 din 2009.12.12.

6. Miscu V. et al. Studiul activității antioxidante și antiradicalice a extractului etanolic de astaxantină. Buletinul AȘM. Științele vieții, 2009, 3(309):127-136.

7. Miscu V. Solubilitatea astaxantinei în diferite tipuri de uleiuri vegetale alimentare. Buletinul Academiei de Științe, Științele Vieții, 2009, 1(307): 128-134.

8. Miscu V., Rudi L., Cepoi L., Chiriac T., Cojocari A., Rudic V. Activitatea antioxidantă și antiradicalică a extractului etanolic de astaxantină. Buletinul Academiei de științe a Moldovei, Seria Științele Vieții, 2009, 3(309):127-136.

9. Miscu V. ș.a. Procedeu de obținere a preparatului uleios de astaxantină. Hotărâre de acordare a brevetului de invenție nr. 6263 din 2009.11.12.

10. Plîngău E., Rudi L. Tehnologia asistată de microunde în extragerea astaxantinei din microalga *Haematococcus pluvialis*. Tendințe contemporane ale dezvoltării științei: viziuni ale tinerilor cercetători. Materialele Conferinței științifice a doctoranzilor Ediția a VIII-a Volumul I Chișinău, 10 iunie 2019, p.133-138.



11. Robert G. Fassett and Jeff S. Coombes. Astaxanthin: A Potential Therapeutic Agent in Cardiovascular Disease. *Marine Drugs* 2011, 9:447-465.

12. Zuluaga M., Gueguen V., Letourneur D., Pavon-Djavid G. Astaxanthin-antioxidant impact on excessive Reactive Oxygen Species generation induced by ischemia and reperfusion injury. *Chemico-Biological Interaction*, 2018, 279:145-158.

## CONTRIBUȚII LA CUNOAȘTEREA PAJIȘTIILOR DIN REZERVAȚIA „PRUTUL DE JOS”

CASSIR POLINA,

*Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir”, Republica Moldova*

**Întroducere.** Rezervația „Prutul de Jos”, fondată prin Hotărârea Guvernului nr. 209 din 23 aprilie 1991, cu suprafața totală de 1755,4 ha, se află la nord-vest de comuna Slobozia-Mare, raionul Cahul. Este amplasată în lunca inundabilă a râului Prut în următoarele coordonate geografice: extremitatea de Nord – Longitudine 28°07'00", Latitudine 45°37'20"; extremitatea de Sud – Longitudine 28°07'47", Latitudine 45°35'02"; Altitudine – 3 m. Nucleul rezervației reprezintă lacul Beleu cu o suprafață de 628 ha, pădurile de luncă (zăvoaiele) și pajiștile cu specii de plante ierboase specifice florei palustre [1, 2].

Scopul rezervației este conservarea și protecția biodiversității floristice și faunistice a ecosistemelor acvatice, palustre, praticole și forestiere din lacul Beleu și luncile din împrejurimile lui. În prezenta lucrare sunt expuse rezultatele observațiilor asupra vegetației praticole din rezervație în anii 2018-2019.

**Material și metode.** Pentru realizarea studiului dat au fost utilizate două trasee: traseul acvatic și traseul terestru. Folosind traseul terestru, s-au analizat detaliat modul de răspândire a speciilor în zona de studiu, au fost realizate fotografii.

Cercetările s-au efectuat în perimetrul rezervației. Metoda de cercetare constă în studiul în dinamică a florei și vegetației ierboase din ecosistemele de baltă și luncă inundabilă, identificarea și prezentarea asociațiilor vegetale din teritoriul rezervației.

Itinerarele au fost planificate în așa fel, încât să fie posibil studiul diversității unui număr cât mai mare de stațiuni. Colectarea și herborizarea plantelor s-a efectuat în corespundere cu metoda clasică de studiu pe teren, elaborată de către Scvorțov [3]. Analiza critică a materialului herborizat și determinarea apartenenței taxonomice a speciilor s-a realizat în conformitate cu metoda clasică comparativ-morfologică [4, 5]. Caracterele morfologice ale plantelor au fost studiate vizual și la microscopul binocular MBS-10.

**Rezultate și discuții** În Rezervația „Prutul de Jos” pajiștile ocupă o suprafață de 124 ha. Vegetația praticolă de-a lungul timpului s-a format în partea de vest a rezervației în apropiere de albia Prutului, parcela 1, 2 și 6 (gârla Popovca) și în partea de sud-vest a lacului Beleu în parcela 8 și 9. În rezervație au fost identificate următoarele tipuri de pajiști dominante: pajiști

mezofile, mezohigrofile și higrofile. Vegetația pajiștilor din luncă este formată din mai multe asociații vegetale alcătuite din diverse specii adaptate la condiții de umiditate sporită.

Starea vegetației de luncă din rezervație depinde de nivelul hidrologic al lacului Belevu. Aspectul specific al lacului Belevu este determinat de volumul de apă, iar suprafața oglinzii căruia se modifică semnificativ în funcție de oscilațiile sezoniere ale nivelului fluviului Dunăre și râului Prut. Acestea duc la mari modificări ale suprafeței acvatice a lacului Belevu și a gârlilor principale și secundare. Un fenomen caracteristic al luncii inudabile este revărsarea periodică a apelor, în perioada de iarnă-primăvară, datorită precipitațiilor sau topirii zăpezii.

În perimetrul rezervației, unul din cele mai mari sectoare de vegetație de luncă inundabilă se află în partea de nord-vest, de-a lungul râului Prut, parcelele 1, 2, 6. În perioada de inundație îndelungată a anului 2019, în urma observațiilor în teren efectuate în parcelele respective s-a constatat un nivel hidrologic cu cota maximă de 2,5 metri. S-a menținut acest nivel ridicat până în a doua decadă a lunii iunie. Stratul erbaceu format din comunități de *Euphorbia palustris* L., *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv., *Agrostis stolonifera* L., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. și *Typha angustifolia* L. s-a dezvoltat sub apă, doar inflorescența acestor plante s-a observat pe suprafața apei. Malurile gârlei Popovca sunt populate de comunități dominate de *Vitis sylvestris* C.C.Gmel., *Solanum dulcamara* L., *Phragmites australis* (Fig. 1) și *Typha angustifolia*.



Fig.1. Stuf (*Phragmites australis*)

În această zonă majoritatea speciilor de plante ierboase adaptate la habitatul zonelor umede posedă potențial de extindere a arealului. Printre speciile dominante pot fi enumerate: *Phragmites australis*, *Typha latifolia* L., *Bidens tripartita* L., *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Euphorbia palustris*, *Iris pseudacoris* L., (Fig.2). *Potentilla reptans* L., *Agrostis stolonifera*.



Fig. 2. Stânjenej-galben (*Iris pseudacorus*)

Vegetația ierboasă se mărginește cu malul gârlei Popovca împădurit cu *Salix alba* L. (exemplare de vârstă înaintată) și din populații de *Rubus caesius* L. și *Vitis sylvestris*. Această zonă este un habitat favorabil pentru numeroase specii de mamifere, păsări și reptile.

Parcela 9, prezintă o suprafață interpusă între uscat și apă care se întinde între două gârle (gârla Năvodului și Rotarului) și se mărginește cu râul Prut. De regulă primăvara, această zonă este inundată, favorizând dezvoltarea speciilor mezofile de talie mare: *Phragmites australis*, *Typha angustifolia* și *T. latifolia*. Ca și specie codominantă și pionieră pe solurile umede în cadrul habitatului este *Eleocharis palustris* (L.) Roem. et Schult., alături de care s-a dezvoltat *Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla, *Potentilla reptans* L., *Juncus gerardii* Loisel., *Butomus umbellatus* L., *Mentha aquatica* L. și *Alisma plantago-aquatica* L., cât și speciile acvatice de apă stătătoare

sau lin curgătoare: *Salvinia natans* (L.) All., *Nyphoides peltata* (S.G.Gmel.) O.Kuntze, *Trapa natans* L., *Persicaria amphibia* (L.) S.F.Gray și *Lemna minor* L.

Pe parcursul lunilor de vară-toamnă din lipsa de precipitații și temperaturi ridicate, nivelul hidrologic se reduce considerabil. Astfel, o mare parte din plantele acvatice își finisează perioada de vegetație, unele însă rezistă la secetă, continuând să vegezeze pe sectoarele lipsite de apă. Pe întreaga suprafață a teritoriului rezervației, cât și pe porțiunile secete ale lacului Beleu se formează o vegetație praticolă cu o compoziție floristică caracterizată de prezența unor specii mezofile și higrofile, alcătuiind pajști bine închegate, cu o acoperire de până la 100%. Aici comunitățile dominate de *Phragmites australis* și *Typha angustifolia* se asociază cu alte specii de plante, precum *Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla, *Mentha aguatica* L., *Lythrum salicaria* L., (Fig. 3.) *Butomus umbellatus*, *Potentilla reptans*, *Bidens tripartita*, *Agrostis stolonifera*, *Solanum dulcamara* L., *Oenanthe aguatica* (L.) Poir., *Rorippa amphibia* (L.) Bess., *Persicaria lapathifolia* (L.) S.F.Gray, *Rubus caesius*, *Persicaria maculata* (Rafin.) A. et D.Love, *Potentilla reptans*, *Dichostylis micheliana* (L.) Nees. și altele.



Fig.3. Răchitan (*Lythrum salicaria*)

În preajma gârlei Năvodului, plantele ierboase au avut condiții prielnice de dezvoltare, și alcătuiesc un habitat specific al rezervației. În această parcelă sunt întâlnite speciile: *Bidens tripartita*, *Juncus gerardii*, *Polygonum hidropiper* și *Eleocharis palustris*. În această zonă, ierburile au o înălțime între 1-1,5 m. Vegetația de acest tip devine un habitat perfect pentru mai multe specii de pasări, reptile și amfibieni. Tot aici se observă înaintarea speciilor de *Phragmites australis*, *Typha angustifolia*, *Iris pseudacorus*, *Bolboschoenus maritimus*, *Scirpus lacustris* și *Eleocharis palustris*, acestea specii de plante formează asociații pe malul gârlei Năvodului și până în locurile desecate ale gârlei Rotarului. Putem menționa că nucleul floristic al plantelor ierboase din această îl constituie specia: *Eleocharis palustris* (L.) Roem. Et Schult. Din lipsa apei, în gârlă, în perioada primăvară-vară și vară-toamnă, rămân doar niște băltoace cu apă. Pe întreaga suprafață a acestora, s-au extins speciile: *Butomus umbellatus* (L.) Palla (Fig 4.), *Bolboschoenus maritimus*, *Eleocharis palustris* și *Dihostylis micheliana* (L.) Nees.



Fig.4. Crin-de-baltă (*Butomus umbellatus*)

Pe partea stângă a gârlei Năvodului, se află lacul Robu. În perioada de iarnă în ochiurile de apă sunt prezente exemplare de păsări, lebede, pescăruși, egrete și altele. Primăvara când nivelul hidrologic este ridicat, și se menține

o perioadă de 3-4 luni, începe să se dezvolte vegetația acvatică pe acvatoria acestui lac. Pentru vegetația submersă sunt specifice speciile *Ceratophyllum demersum* și *Potamogeton crispus*. Vegetația plutitoare este mai variată. Predomină, peste 20 exemplare de *Nymphaea alba*, *Nymphoides peltata*, *Persicharia amphibia*, *Lemna minor* și *Salvinia natans*. În perioada secetei, vegetația ierboasă poate fi dominantă de speciile: *Phragmites australis*, *Butomus umbellatus*, *Typha angustifolia* și *T. latifolia*, *Oenanthe aquatica*, *Agrostis stolonifera*, *Lythrum salicaria*, în exemplare disperse. Gradul înalt de stabilitate prezintă specia: *Phragmites australis*. Un grad înalt de frecvență au plantele: *Persicaria hydropiper*, *Bidens tripartita*, *Potentilla reptans* și *Trifolium repens*.

Parcela 8, se mărginește din partea stângă cu gârla Rotarului și râul Prut, în partea dreaptă cu lacul Belevu. Această zonă reprezintă o vegetație specifică zonelor umede. O mare parte a teritoriului dat este ocupat de vegetația emersă este dominată de *Phragmites australis*, care se asociază cu speciile: *Rorippa amphibia* (L.) Bess., (Fig. 5.) *Phragmites australis*, *Typha angustifolia*, *Carex riparia*, *Galium aparine*, *Persicaria hydropiper*, *Agrostis stolonifera*, *Iris pseudacorus* (L.), *Alisma pantago-aquatica* (L.) și *Alopecurus pratensis*. Suprafețele malurilor din zonă sunt ocupate de păduri de *Salix alba* cu o participare neânsemnată a altor specii de: *Populus alba*, *Frasinul* și *Dudul*, fiind periodic inundate.



Fig. 5. Ștevi aquatic (*Rorippa amphibia*)

**Referințe bibliografice:**

1. Postolache Gh., Munteanu A., Postolache D. ș.a. Rezervația „Prutul de Jos”, Chișinău: S.n., (F.E-P. „Tipografia centrală”), 2012, 152 p.
2. Postolache Gh. Vegetația Republicii Moldova, Chișinău: Știința, 1995, p.79-94.
3. Скворцов А. Гербарий. Пособие по методике и технике. Москва: Наука, 1977. 198 с.
4. Коровина О. Н. Методические указания к систематике растений. Л., 1986. 210 с.
5. Федоров А., Артюшенко З. Атлас по описательной морфологии высших растений: Соцветие. Л., 1979. 296 с.



**ASPECTELE DEZVOLTĂRII INVESTIGAȚIILOR  
HIDROCHIMICE ȘI STUDIERII MICROELEMENTELOR  
ÎN APELE NATURALE**

*CIORBA PETRU,*

*Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir”, Republica Moldova*

Hydrochimia sau chimia apelor naturale este o disciplină științifică care studiază compoziția chimică a apelor naturale și modificările acesteia în timp și spațiu într-o relație cauzală cu procesele chimice, fizice și biologice din mediul înconjurător.[8]

Hydrochimia ca știință a fost constituită în prima jumătate a secolului al XX-lea, dar rădăcinile ei sunt plasate în antichitate. Pentru prima dată concepții naturofilosofice despre apă au apărut în Grecia Antică. Thales din Milet considera că toate substanțele apăreau din apă și se întorceau din nou în apă. El primul a atras atenția asupra faptului că apa este singurul compus din natură care se află în trei stări de agregare (solid, lichid și gazos). În învățăturile lui Platon multă atenție a fost acordată apei ca unul dintre patru elemente principale: foc, aer, apă și pământ. Elevul lui Platon - Aristotel a dezvoltat ideile profesorului său și a considerat că apa este principala componentă a metalelor. [2] [13]

Un interes pentru studierea compoziției chimice a apelor naturale a apărut în Imperiul Roman datorită utilizării pe scară largă a apelor termale. În tratatele din acea perioadă s-a găsit și o clasificare a apelor minerale după compoziția chimică (au fost evidențiate apele alcaline, feroase, sărate, sulfuroase). Concepțiile naturofilosofice a romanilor și grecilor, dar mai ales a lui Aristotel, a avut ulterior o mare influență asupra savanților arabi. Avicenna în „Cartea vindecării” a scris, că „apei prin natura sa, este firesc să se transforme în pământ datorită predominării puterii pământului..., iar pământului, prin natura sa, are tendința de a se transforma în apă, datorită predominării în ea a puterii apei”. [13]

Un timp îndelungat, mai mult de un mileniu, nici în Europa, nici în Asia nu au existat lucrări științifice, ce ar explica procesele și fenomenele care se petrec în hidrosferă. Abia A. Lavoisier, biolog și chimist francez, după ce a efectuat experimente a fierberii apei într-un vas de sticlă a demonstrat că precipitatul format reprezintă substanța vasului ca urmare a corodării pereților săi, astfel fiind contrazisă concepția greșită de multe secole că apa este o substanță din care se pot forma toate corpurile solide. [4]

Lavoisier a contribuit semnificativ la clarificarea compoziției apei. Cu toate acestea, întâietatea de a descoperi compoziția apei aparține savantului

englez H. Cavendish, care în anul 1784 a stabilit că la o explozie a unui amestec de hidrogen și oxigen în raport de 2:1, pe pereții vasului se condensează ceață, care de fapt este apă obișnuită. Experimente similare cu cele desfășurate de H. Cavendish aproximativ în aceeași perioadă au fost realizate de A. Lavoisier și J. Watt. Prin urmare, meritul în determinarea compoziției apei, conform opiniei mai multor savanți, aparține acestor trei mari naturaliști.[13]

Savantul rus V.I. Vernadsky a scris despre stabilirea compoziției apei ca „o mare descoperire care a creat de fapt o chimie nouă și a transformat toate ideile noastre despre univers”.[9]

Un studiu aprofundat al apelor naturale este asociat și cu numele marelui om de știință rus M.V. Lomonosov, care pe bună dreptate poate fi considerat primul geochimist și hidrochimist rus. [13] Lomonosov a scris despre apele naturale ca o soluție complexă, care își datorează compoziția și originea - mediului înconjurător, despre migrația sărurilor dizolvate în ciclul apei, despre compoziția chimică a apei ca mijloc de cunoaștere a mineralelor. [12]

Primele date semnificative despre compoziția chimică a apelor subterane și de suprafață au fost adunate în timpul cercetărilor efectuate de Comitetul Geologic rus fondat în anul 1882, iar în prima jumătate a sec. XX datorită cunoștințelor obținute în domeniul apelor naturale, a fost posibilă dezvoltarea hidrochimiei ca o disciplină independentă. În anul 1921 în URSS a fost creat primul Institut Hidrochimic din lume condus de profesorul P. A. Kashinsky. Aici a început să fie editată și tipărită prima broșură din lume destinată materialelor studiilor hidrochimice.[13]

În studiul hidrochimic al râurilor, începutul observațiilor sistematice a fost pus în Franța prin lucrările lui G. Saint-Clair-Duville și E. M. Peligo, care au studiat compoziția chimică a râurilor din Franța (1855, 1857, 1864). Studii de lungă durată ale râurilor au fost efectuate în Cehia de către I. Hanneman. La un nivel organizațional înalt erau și studiile hidrochimice ale râurilor din SUA. Cu organizarea în anul 1879 a instituției de studii geologice a SUA, iar din 1895, în cadrul acesteia a departamentului hidrografic, care a fost ulterior transformat într-o ramură hidrografică specială cu un departament hidroeconomic, care studiau nemijlocit compoziția fizico-chimică a apelor, au fost adunate multe și valoroase date despre râurile nord-americane. [16]

Un rol deosebit a reprezentat lucrarea fundamentală a academicianului rus V.I. Vernadsky “Istoria apelor naturale” din anii 1933-1936. Această carte evidențiază legătura dintre formarea apelor naturale cu istoria scoarței terestre și prezintă o serie de idei valoroase despre natura proceselor hidrochimice care au loc în diferite geosfere. [9]

Până la V.I. Vernadsky apele naturale se studiau în mare parte separat. Pentru prima dată, el a studiat diversitatea tuturor tipurilor de apă naturală cunoscute la acel moment, a stabilit relația dintre ele, ce le este comun și diferit și a expus teoria unității apelor naturale. [10]

Un eveniment de importanță majoră l-a reprezentat publicarea a două cărți a savantului rus O.A. Alekin: „Hidrochimie generală” publicată în anul 1948 și „Bazele hidrochimiei” publicată în anul 1970, care au reprezentat și reprezintă manuale de studiu fundamentale pentru mulți cercetători hidrochimiști. Alekin a divizat compoziția chimică a apelor naturale în cinci grupe: 1) ioni principali 2) gaze dizolvate 3) elemente biogene 4) microelemente și 5) substanțe organice. În capitolul privind caracterizarea compoziției apelor naturale a monografiei, Alekin a realizat o abordare complexă și a microelementelor. [8]

Microelementele reprezintă un grup mare de elemente chimice, care joacă un rol important în viața ecosistemelor acvatice, al căror conținut optim este necesar pentru desfășurarea normală a proceselor ce au loc în ecosistemele acvatice, inclusiv a activității vitale a organismelor acvatice, iar conținutul extrem poate provoca toxicitate în apă și boli endemice. Adesea, microelementele sunt numite și „elemente ale vieții”, „biometale”, „metale grele” și „substanțe toxice”, ceea ce este explicat de un număr mare de elemente unite sub un singur termen și varietății proprietăților lor.

Principalele surse de microelemente din apele de suprafață sunt rocile, solurile, apele subterane, precipitațiile și activitățile umane. Factorii antropici: evacuarea apelor uzate, poluarea aerului în timpul arderii combustibilului, producția de metale și altele sunt acum proporționale cu factorii naturali.[11]

Până în anii '50 ai secolului XX o problemă majoră a constituit interesul scăzut al savanților în studierea microelementelor din apele naturale. Însă odată cu dezvoltarea în această perioadă a cromatografiei, extracției, spectrometriei și a altor metode, au început să apară mai multe date despre microelemente. [8]

Cu toate că existau un șir de lucrări ale savanților despre conținutul microelementelor, aceste lucrări se axau în mare parte pe studiul conținutului microelementelor din soluri, roci, plante, animale, studiul formelor de compuși, modului de migrare și acumulare a acestora, influenței excesului sau deficienței oligoelementelor asupra dezvoltării plantelor[14], însă mai puțin la conținutul microelementelor în apele naturale.

În anii '80 a apărut un interes sporit în studierea microelementelor, datorită creșterii conștientizării rolului apei pentru o dezvoltare prosperă[1], datorită descifrării proceselor biochimice, determinării rolului

microelementelor în funcționarea organismelor vii, importanței acestora în funcționarea ecosistemelor[8], cât și prin progresele tehnice realizate în determinarea acestora elemente. În deosebi, dezvoltarea spectrometriei adsorbției și emisiei atomice [5] care a sporit considerabil cunoașterea nivelurilor de oligoelemente în mediul de trai și organisme. Un mare interes științific reprezintă lucrările savantului sovietic G.S. Konovalov și a colaboratorilor săi (1976, 1979, 1982). Fiind publicat un rezumat extins al dinamicii microelementelor din râurile URSS, relației dintre formele de migrare cu proprietățile elementelor și caracteristicile fizice și geografice ale bazinelor fluviale. Savantul rus Ch. M. Strahov este unul dintre fondatorii studiului formelor de migrare a microelementelor în apele de suprafață. Paralel, poluarea mediului a fost impulsul pentru o nouă direcție în studiul microelementelor - toxicologice. O serie de recenzii au apărut cu privire la poluarea obiectelor de apă cu microelemente – metale.[11]

La nivel național descrieri privind calitatea apelor se întâlnesc la Dimitrie Cantemir în “Descrierea Moldovei”, unde scria că: “Din toate apele cunoscute, apa din Prut are apa cea mai ușoară și mai sănătoasă, cu toate că este puțin tulbure din pricina nisipului, însă când o lași să stea într-un pahar, nisipul cade la fund și ai o apă cea mai limpede. Pe când ședeam în Moldova am făcut o încercare și am găsit că o cantitate de o sută de dramuri este mai ușoară cu treizeci de dramuri decât aceeași măsură de apă, luată din alte râuri.” Despre apele Nistrului el spunea: “Are o apă foarte limpede dar foarte grea și vătămătoare sănătății omului”. [13]

Primele lucrări științifice despre starea ecologică a Nistrului sunt descrise în monografia lui Alekin (1948). În 1945-1951, sub conducerea academicianului Mihail Iaroșenco, director al Institutului de Zoologie până în 1972, au fost efectuate cercetări complexe a stării hidrochimice, hidrobiologice și ihtiologice a fluviului Nistru pe întregul său curs, de la izvor până la revărsare în liman. [14]

Din 1947 cercetările hidrochimice au fost efectuate în cadrul Bazei de Cercetare din Moldova a Academiei de Științe a URSS, din 1955 – în cadrul Institutului de Biologie al Filialei Moldovenești a Academiei de Științe a URSS, iar din 1961 – în cadrul Institutului de Zoologie al Academiei de Științe a Moldovei. În această perioadă școala hidrobiologică din republică a fost condusă de discipolii acad. M. Iaroșenco - doctorul habilitat în biologie Teodor Cioric (1991-1992), iar din anul 1992 și până în anul 2018 – de doctorul habilitat în biologie, academician Ion Toderaș, 2018 – prezent – de doctorul habilitat, Laurenția Ungureanu.[3]

Studiile sistematice privind dinamica distribuției și migrației nemijlocit a microelementelor din apele de suprafață ale Moldovei au început din anul

1976, având în vedere importanța microelementelor pentru funcționarea ecosistemelor acvatice, precum și lipsa unui studiu complet al acestora în apele de suprafață ale Moldovei. [11]

Ca rezultat al acestor studii până în prezent colaboratorii Institutului de Zoologie, Laboratorului de Hidrobiologie și Ecotoxicologie din cadrul institutului, au stabilit legitățile migrației și dinamicii elementelor chimice în ecosistemele acvatice sub influența factorilor naturali și antropici. În baza analizei polifactoriale, pentru prima dată au fost calculați parametrii cantitativi și apreciată influența factorilor naturali și antropici asupra dinamicii conținutului și distribuției elementelor nutritive, microelementelor, componenței ionice, substanței organice în apă, substanțelor în suspensie, depunerilor nămoase ale râurilor și lacurilor de acumulare. Au revelat legitățile acumulării microelementelor în plantele acvatice, animalele nevertebrate și quantificat rolul funcțional al principalelor grupe de hidrobionți în migrația biogenă a elementelor chimice și estimați indicii cantitativi ai aportului acestora, apreciată posibilitatea utilizării speciilor dominante de hidrobionți în calitate de organisme-monitoare în cadrul desfășurării biomonitoringului ecosistemelor acvatice. Au stabilit legitățile acumulării microelementelor în organele și țesuturile peștilor la diferite etape ale ontogenezei și demonstrată dependența acestui proces de dinamica conținutului de microelemente în mediul acvatic, nutriție și procesele metabolice în organismul peștilor. Pentru prima dată au interpretat și specificat influența elementelor nutritive și microelementelor asupra proceselor producțional-destrucționale, evaluată calitatea apei și conturată capacitatea de suport a ecosistemelor acvatice. Ca rezultat, a fost propusă o nouă metodologie de evaluare a stării ecosistemelor acvatice.[3]

Un rol deosebit în aceste realizări i-a revenit Elenei Zubcov, membru corespondent al AȘM, doctor habilitat în biologie, profesor cercetător, șef al laboratorului de Hidrobiologie și Ecotoxicologie al Institutului de Zoologie. Fiind și prima cercetătoare în Republica Moldova care a studiat metalele grele în lanțul trofic ale ecosistemelor acvatice, efectul lor pozitiv și negativ, legitățile și procesele de migrație a acestor microelemente inclusiv ale metalelor toxice și dedicând o mare parte din activitatea științifică studierii microelementelor din râurile Republicii Moldova.

În prezent cercetările privind migrația microelementelor sunt considerate unele dintre cele mai actuale în domeniul hidrobiologiei, ecologiei și hidrochimiei moderne și au o mare semnificație teoretică și practică. Dezvoltarea teoriei privind funcționarea ecosistemului de apă dulce este imposibilă fără o înțelegere adecvată a proceselor de migrație a elementelor chimice în sisteme multilaterale “apa-suspensii-mîluri-

hidrobionți” ”apa-fitoplancton-zooplancton...pești”. Poluarea ecologică din ultimii ani a stimulat o mulțime de cercetări ecotoxicologice direcționate spre a stabili rolul biologic al microelementelor și a evalua impactul asupra dinamicii conținutului de microelemente în ecosistemele de apă dulce. Este deosebit de importantă cercetarea efectuată pe monitorizarea biologică - un sistem complex de investigare, estimare și predicție a stării ecosistemului de apă dulce și evaluarea rolului hidrobionților în migrația și circulația elementelor chimice. [6][7]

#### **Referințe bibliografice:**

1. ERIKSSON, ERIK: Principles and Applications of Hydrochemistry : Springer Netherlands, 1985
2. GIODA, ALAIN: A Short history of water. In: Nature Resources Bd. 35 (1999), S. 42–44
3. TODERAȘ, ION ; UNGUREANU, LAURENȚIA CALESTRU, LIVIA: Buletinul Academiei de Științe a Moldovei ȘTIINȚILE VIEȚII. In: INSTITUTUL DE ZOOLOGIE AL ACADEMIEI DE ȘTIINȚE A MOLDOVEI. ISTORIE ȘI CONTEMPORANITATE Bd. 1(328) (2016)
4. WEST, JOHN B.: Henry Cavendish (1731-1810): Hydrogen, carbon dioxide, water, and weighing the world. In: American Journal of Physiology - Lung Cellular and Molecular Physiology Bd. 307, American Physiological Society (2014), Nr. 1, S. L1–L6
5. WILLIE, SCOTT N.: The determination of trace elements in water. In: Comprehensive Analytical Chemistry Bd. 41 (2003) — ISBN 9780444511010
6. ZUBCOV, ELENA ; ZUBCOV, NATALIA ; ENE, ANTOANETA ; BAGRIN, NINA ; BILETCHI, LUCIA: The dynamics of trace elements in Dniester river ecosystems Follow-up: Cross-border interdisciplinary cooperation for the prevention of natural disasters and mitigation of environmental pollution in Lower Danube Euroregion View project THE DYNAMICS OF TRA. Bd. 10, 2010
7. ZUBCOV, E. ; ZUBCOV, N.: The dynamics of the content and migration of trace metals in aquatic ecosystems of Moldova. In: E3S Web of Conferences Bd. 1, EDP Sciences (2013), S. 32009
8. АЛЕКИН, О.А.: Основы гидрохимии. Гидрометео. Ленинград, 1970
9. ВЕРНАДСКИЙ, В.И.: История минералов земной коры. Том II. История природных вод. Часть первая. In: История минералов земной коры. Том II. I. : Госхимтехиздат, Ленинград, 1933, S. 202
10. ГОРДЕЕВ, Д.И.: Учение.В. И. Вернадского о природных водах и его значение для гидрогеологии. In: А.Л.ЯНШИНА (Hrsg.): В.И. Вернадский: pro et contra: Антология литературы о В.И.Вернадском за сто лет (1898-1998), 2000, S. 486–490

11. ЗУБКОВА, Е.: Микроэлементы в воде. In: Экосистема Нижнего Днестра в условиях усиленного антропогенного воздействия : Кишинёв, 1990, S. 88–99
12. ЛОМОНОСОВ, М.В.: О слоях земных : Госгеолыздат, Москва-Ленинград, 1949
13. НИКАНОРОВ, А.М.: Гидрохимия. Второе изд., 2001
14. ОРЛОВ, Д.С.: Микроэлементы в почвах и живых организмах Текст. In: Соросовский образовательный журнал Vd. 1 (1998), S. 61–68
15. ЧОРИК, Ф.: Вклад академика АН МССР М.Ф. Ярошенко в изучение биологических ресурсов водоемов бассейна Днестра. In: Биогидроресурсы бассейна Днестра, их охрана и рациональное использование Vd. Кишинев, Ш (1980), S. 3–8
16. ШИРОКОВА, В.А.: Гидрохимия в России, Очерки истории, Монография, 2010

## **UTILIZAREA BIOMASEI REZIDUALE DE *NOSTOC LINCKIA* ÎN CALITATE DE BIOSORBENT**

*CODREANU LIVIU,*

*Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir”, Republica Moldova*

Biosorbția este un proces de recuperare a metalelor din soluții, care se petrece la o rată destul de înaltă, este reversibil și are multe elemente în comun cu adsorbția. Elementul distinctiv al procesului de biosorbție este implicarea în calitate de sorbent a materialului biologic. Acesta poate fi atât biomasa vie, cât și cea moartă, precum și diferite fracții de biomasă [10].

Este cunoscut, că diferite tipuri de biomasă, inclusiv cea a cianobacteriilor, pot lega cantități considerabile de metale, uneori comparabile cu masa sorbentului în sine. De asemenea, afinitatea biomasei cianobacteriene este la un nivel înalt pentru mai multe substanțe și elemente chimice, inclusiv metale grele [4], [5], [16], [17].

Legarea ionilor metalici de biomasa cianobacteriană are loc prin mai multe mecanisme: adsorbție, schimbul de ioni; complexarea ionilor cu diferiți compuși organici din biomasă, atracția electrostatică, microprecipitarea ș.a. [13]

În dependență de tipul de biomasă care acționează ca biosorbent în procesul de biosorbție poate fi inclus oricare din mecanismele menționate independent ori în paralel. Toate mecanismele descrise mai sus pot avea loc simultan, completându-se reciproc și asigurând eficiența procesului de acumulare a ionilor metalici din soluții. Printre metalele toxice pentru organismele vii se numără cromul hexavalent și nichelul. Cromul și nichelul nimeresc în mediul înconjurător din mai multe procese tehnologice, așa ca mineritul, industriile de rafinare, industria de galvanizare, industria de prelucrare a pielii, conservarea lemnului, producerea de oțel inoxidabil, aliaje și catalizatori [1], [9]. Cromul este un poluant metalic care persistă în mediul acvatic în cea mai mare parte în formă hexavalentă [Cr (VI)] foarte solubil în apă și cancerigen pentru om. Nichelul, cu toate că în concentrații mici este necesar desfășurării diferitor procese metabolice în celulele vii, în cantități mari acesta de asemenea, devine toxic și cancerigen [6], [15].

În contextul bioeconomiei, care devine o necesitate stringentă și unica direcție de dezvoltare durabilă a societății în general, devine tot mai actuală utilizarea rezidului de biomasă, care rămâne în calitate de deșeu după realizarea altor procese biotehnologice. O cantitate mare de deșeuri de acest tip este generată în producerea ficologică, în special când speciile de



cianobacterii și microalge sunt utilizate pentru extragerea produselor cu valoare economică înaltă (antioxidanți, pigmenți, proteine ș.a.) [7].

*Nostoc linckia* – specie de cianobacterii cu capacitate de fixare a azotului atmosferic este produsă la nivel industrial de mai multe companii în special pentru utilizare în calitate de biofertilizator. O altă utilizare a biomasei de nostoc este obținerea polizaharidelor cu valoare terapeutică, a pigmentilor ficobilinici și a antioxidantilor. Din tehnologiile respective rezultă o masă biologică cu potențial de utilizare în diferite domenii, de exemplu pentru înlăturarea ionilor de crom (VI) și nichelul (II) din mediul acvatic, în care acestea nimeresc din diferite fenomene, preferențial de natură antropică.

Scopul acestei investigații a constat în stabilirea capacității de biosorbție a biomasei reziduale de *Nostoc linckia*, care rămâne după extragerea polizaharidelor și a pigmentilor ficobilinici, față de cromul hexavalent și nichel.

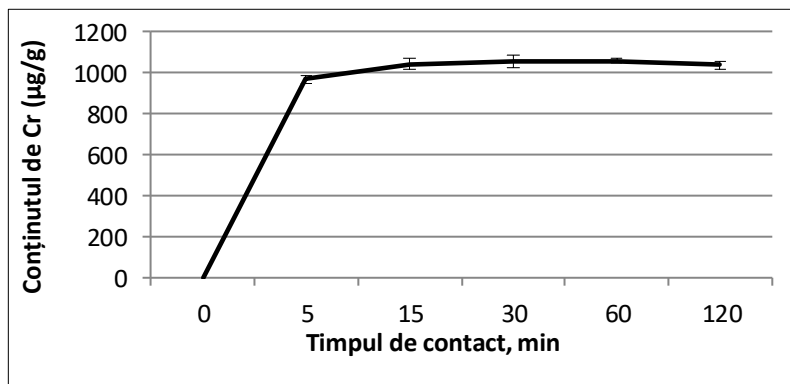
**Materiale și metode.** În calitate de obiect de studiu a fost utilizată biomasa de *Nostoc linckia*, supusă extracțiilor succesive ale polizaharidelor și pigmentilor hidrosolubili. În calitate de surse de ioni metalici au servit sărurile  $K_2Cr_2O_7$  și  $NiCl_2$  (Sigma-Aldrich).

Designul experimental: În baloane de sticlă cu volumul de 250 ml s-a introdus câte 100 ml soluție de  $100\mu M$  (după metal) a sărurilor respective și 150 mg biomasă reziduală uscată de nostoc rămasă ca deșeu după extragere succesivă a componentelor active. Baloanele s-au plasat pe agitator orbital setat la 100 rotații per minut. Probele au fost colectate la 5, 15, 30, 60 și 120 min de contact. Biomasa a fost centrifugată, după care a fost determinat nivelul de metale în ea.

Determinarea metalelor în biomasă a fost efectuată cu aplicarea metodei de analiză multielementală cu activarea neutronilor [11]. Determinările au fost realizate la Institutul Comun de Cercetări Nucleare (ICCN) din Dubna, Rusia, în cadrul contractului de colaborare între Institutul de Microbiologie și Biotehnologie și ICCN

**Rezultate și discuții.** Conținutul cromului acumulat în biomasa reziduală de nostoc în dependență de timpul de contact poate fi urmărit în figura 1. Astfel, biomasa reziduală de nostoc, care conține în mod normal doar urme de crom, la un contact cu durata de 5 min cu soluția apoasă de  $K_2Cr_2O_7$  acumulează  $968\pm 18\ \mu g/g$  de metal. La 15 min de contact a biomasei reziduale cu soluția ce conține crom cantitatea de metal acumulată atinge valoarea de  $1044\pm 25\ \mu g/g$ , ceea ce este veridic mai mare, comparativ cu valoarea obținută pentru timpul de contact de 5 min. Cu toate acestea diferența aceasta este destul de mică din punct de vedere al unei eventuale aplicații practice. Creșterea timpului de contact al biomasei cu soluția contaminată cu crom

până la 120 min nu a produs modificări semnificative ale cantității de crom acumulate.

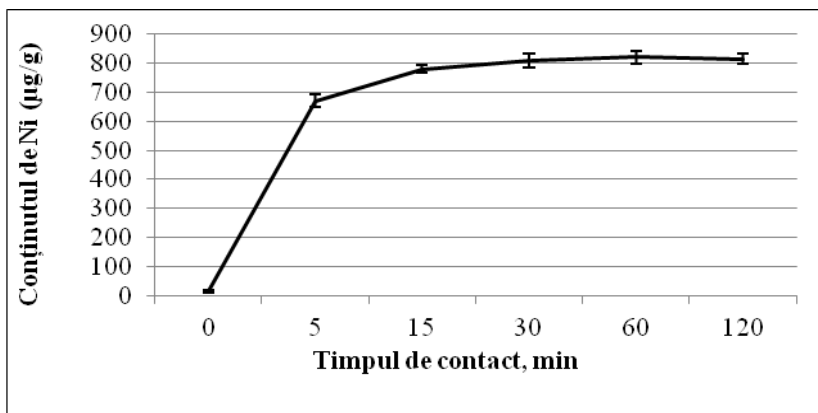


**Figura 1.** Bioacumularea cromului în biomasa reziduală de nostoc din soluție apoasă în dependență de timpul de contact.

Datele obținute sunt comparabile cu cele, care au fost raportate pentru biomasa integrală de nostoc [18]. Astfel, în cercetarea indicată, pe durata unui contact de 30 min biomasa nativă de nostoc acumulează cromul din ape reziduale în cantitate de până la 800  $\mu\text{g/g}$ . În cazul biomasei integrale, de asemenea, principala masă de metal este acumulată în primele 5 min contact. Despre bioacumularea preferențială a cromului în primele 5-30 minute de contact au raportat și alți cercetători [1], [2], [8], [9], [14]. Din datele bibliografice putem concluziona, că timpul optim de contact pentru o biosorbție eficientă a cromului hexavalent depinde de starea biomasei implicate în proces. Biomasa vie, în special în cazul când aceasta formează biofilmuri, începe bioacumularea cromului cu o reținere de 15-30 min, pe când biomasa moartă produce sorbția metalului imediat. Astfel, putem presupune, că biomasa nativă, în special în mediul său natural de viață, include inițial mecanismele de protecție prin evitare de acțiunea toxică a cromului. Acest rol în special, îl au canalele ionice specifice și proteinele chelatoare, care sunt eliminate în nemijlocita apropiere de suprafața externă a aceluilor. În cazul biomasei utilizate în experiențele noastre biomasa moartă este incapabilă de a realiza mecanismele de protecție celulară, ceea ce permite fixarea practic imediată a metalului.

Capacitatea de biosorbție înaltă a biomasei reziduale de nostoc poate fi explicată prin faptul, că principalele componente care rămân după extragerea polizaharidelor și pigmentilor hidrosolubili sunt componentele peretelui celular și fracțiile alcalo- și acido- solubile de proteine. Acestea conțin în structura lor conține o serie de grupuri funcționale, cum ar fi: grupul hidroxil (OH), grupul fosforil ( $\text{PO}_3\text{O}_2$ ), grupurile aminice ( $\text{NH}_2$ ), carboxil ( $\text{COOH}$ ), sulfiril (SH), care conform datelor din literatura de specialitate sunt capabile de a realiza sorbția cromului [1], [12].

Conținutul nichelului acumulat în biomasa reziduală de nostoc în dependență de timpul de contact poate fi urmărit în figura 2. La un contact cu durata de 5 min cu soluția apoasă de  $\text{NiCl}_2$  biomasa reziduală de nostoc acumulează  $670 \pm 21$   $\mu\text{g/g}$  de metal. La 15 min de contact a biomasei reziduale cu soluția ce conține nichel cantitatea de metal acumulată atinge valoarea de  $780 \pm 13$   $\mu\text{g/g}$ , ceea ce cu 16,4% mai mult, comparativ cu valoarea obținută pentru timpul de contact de 5 min. Creșterea timpului de contact în continuare nu duce la o creștere veridică a conținutului de nichel acumulat. Astfel, starea de echilibru în acest sistem de biosorbție a nichelului este atinsă la aproximativ 15 min de contact a biomasei cu soluția ce conține ionii de nichel.



**Figura 2.** Bioacumularea nichelului în biomasa reziduală de nostoc din soluție apoasă în dependență de timpul de contact.

Capacitatea cianobacteriilor și microalgelor de a recupera nichelul din soluții diluate ori medii contaminate cu cantități mici de metal a fost remarcată de mai mulți autori [3], [6], [15].

Ca și în cazul cromului, capacitatea de biosorbție a biomasei depinde de starea acesteia. Astfel, celulele vii imobilizate realizează sorbția metalului eficient în intervalul de timp 15-45 minute [3], iar biomasa autoclavată de cianobacterii este mai eficientă în acest proces comparativ cu biomasa nativă [6].

În concluzie putem menționa, că biomasa reziduală de nostoc, care rămâne după extragerea componentelor bioactive, poate fi utilizată în calitate de biosorbent eficient pentru crom și nichel. Potențialul biosorbtiv al acestui tip de biomasă se realizează în primele 5 minute de contact cu soluția contaminată cu metale.

### **Referințe bibliografice:**

1. AHALYA, N. ; KANAMADI, R. D. ; RAMACHANDRA, T. V.: Biosorption of chromium (VI) from aqueous solutions by the husk of Bengal gram (*Cicer arietinum*). In: *Electronic Journal of Biotechnology* Bd. 8 (2005), Nr. 3, S. 258–264
2. ANJANA, KAMRA ; KAUSHIK, ANUBHA ; KIRAN, BALA ; NISHA, RANI: Biosorption of Cr(VI) by immobilized biomass of two indigenous strains of cyanobacteria isolated from metal contaminated soil. In: *Journal of Hazardous Materials* Bd. 148, Elsevier (2007), Nr. 1–2, S. 383–386
3. AWASTHI, MAMTA ; RAI, LAL CHAND: Adsorption of nickel, zinc and cadmium by immobilized green algae and cyanobacteria: A comparative study. In: *Annals of Microbiology* Bd. 54 (2004), Nr. 3, S. 257–267
4. CEPOI, LILIANA ; ZINICOVSCAIA, INGA: Spirulina platensis as a model object for the environment bioremediation studies. In: *Handbook of Algal Science, Technology and Medicine* : Elsevier, 2020, S. 629–640
5. CEPOI, LILIANA ; ZINICOVSCAIA, INGA ; RUDI, LUDMILA ; CHIRIAC, TATIANA ; MISCU, VERA ; DJUR, SVETLANA ; STRELKOVA, LUDMILA ; VERGEL, KONSTANTIN ; U. A.: Growth and heavy metals accumulation by Spirulina platensis biomass from multicomponent copper containing synthetic effluents during repeated cultivation cycles. In: *Ecological Engineering* Bd. 142, Elsevier B.V. (2020), S. 105637
6. CORDER, SUSAN LORA ; REEVES, MARK: Biosorption of nickel in complex aqueous waste streams by cyanobacteria. In: *Applied Biochemistry and Biotechnology* Bd. 45–46, Humana Press (1994), Nr. 1, S. 847–859
7. EL-ENANY, A. E. ; ISSA, A. A.: Cyanobacteria as a biosorbent of heavy metals in sewage water. In: *Environmental Toxicology and Pharmacology* Bd. 8, Elsevier (2000), Nr. 2
8. LI, YING XIA ; WANG, YUN ; ZHAO, FENG JUAN: Kinetic and equilibrium studies of chromium (VI) biosorption by spent macroalgae *Polysiphonia urceolata* and *Chondrus ocellatus*. In: *Biotechnology and Biotechnological Equipment* Bd. 29, Diagnosis Press Limited. (2015), Nr. 3, S. 498–505
9. PAKADE, VUSUMZI EMMANUEL ; NTULI, THEMBA DOMINIC ; OFOMAJA, AUGUSTINE ENAKPODIA: Biosorption of hexavalent chromium from aqueous solutions

by Macadamia nutshell powder. In: *Applied Water Science* Bd. 7, Springer Nature (2017), Nr. 6, S. 3015–3030

10. PARK, DONGHEE ; YUN, YEOUNG SANG ; PARK, JONG MOON: The past, present, and future trends of biosorption. In: *Biotechnology and Bioprocess Engineering* Bd. 15, Springer (2010), Nr. 1, S. 86–102

11. PAVLOV, SERGEY S. ; DMITRIEV, ANDREY YU. ; FRONTASYEVA, MARINA V.: Automation system for neutron activation analysis at the reactor IBR-2, Frank Laboratory of Neutron Physics, Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Russia. In: *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* Bd. 309, Springer Netherlands (2016), Nr. 1, S. 27–38

12. REZAEI, HASSAN: Biosorption of chromium by using *Spirulina* sp. In: *Arabian Journal of Chemistry* Bd. 9, Elsevier B.V. (2016), Nr. 6, S. 846–853

13. ROBALDS, ARTIS ; NAJA, GHINWA MELODIE ; KLAVINS, MARIS: Highlighting inconsistencies regarding metal biosorption. In: *Journal of Hazardous Materials* Bd. 304, Elsevier (2016)

14. SHUKLA, DHARA ; VANKAR, PADMA S. ; SRIVASTAVA, SARVESH KUMAR: Bioremediation of hexavalent chromium by a cyanobacterial mat. In: *Applied Water Science* Bd. 2, Springer Nature (2012), Nr. 4, S. 245–251

15. WANG, HONG KANG ; WOOD, JOHN M.: Bioaccumulation of Nickel by Algae. In: *Environmental Science and Technology* Bd. 18, American Chemical Society (1984), Nr. 2, S. 106–109

16. ZINICOVSCAIA, I. ; SAFONOV, A. ; TREGUBOVA, V. ; ILIN, V. ; CEPOI, L. ; CHIRIAC, T. ; RUDI, L. ; FRONTASYEVA, M.V.: Uptake of metals from single and multi-component systems by *spirulina platensis* biomass. In: *Ecological Chemistry and Engineering S* Bd. 23 (2016), Nr. 3

17. ZINICOVSCAIA, INGA ; CEPOI, LILIANA ; POVAR, IGOR ; CHIRIAC, TATIANA ; RODLOVSKAYA, ELENA ; CULICOV, OTILIA ANA: Metal Uptake from Complex Industrial Effluent by Cyanobacteria *Arthrospira platensis*. In: *Water, Air, and Soil Pollution* Bd. 229, Springer International Publishing (2018), Nr. 7, S. 1–10

18. ZINICOVSCAIA, INGA ; CEPOI, LILIANA ; VALUTA, ANA ; RUDI, LIUDMILA ; CULICOV, OTILIA ANA ; VLADIMIROVNA, MARINA ; KIRKESALI, ELENA IVANOVNA ; PAVLOV, SERGEY SERGHEVICH ; U. A.: Nostoc Linckia as Biosorbent of Chromium and Nickel from Electroplating Industry Wastewaters. In: *Journal of Materials Science and Engineering B* Bd. 4 (2014), Nr. 8, S. 242–247

## **PHYSIOLOGICAL SIGNIFICANCE IN THE EVOLUTION OF MAMMALIAN SPERMATOGENESIS**

*CREȚU ROMAN,*

*The State University "Dimitrie Cantemir", Republic of Moldova*

Perhaps, two of the most important discoveries in the past century in the field of spermatogenesis were the identification of the seminiferous epithelial cycle in mammals [2], as well as the hypothalamic–pituitary–testicular axis that regulates spermatogenesis [28, 29].

Spermatogenesis is the process by which precursor germ cells termed spermatogonia undergo a complex series of divisions to give rise to spermatozoa [5]. This process takes place within the seminiferous epithelium, a complex structure composed of germ cells and radially-oriented supporting somatic cells called Sertoli cells. The latter cells extend from the basement membrane of the seminiferous tubules to reach the lumen. The cytoplasmic profiles of the Sertoli cells are extremely complex as this cell extends a series of processes that surround the adjacent germ cells in an arboreal pattern [28].

Spermatogenesis can be divided into three major phases (I) proliferation and differentiation of spermatogonia, (II) meiosis, and (III) spermiogenesis which represents a complex metamorphosis of round haploid germ cells into the highly specialized structure of the spermatozoon. It is important to note that, as germ cells divide and differentiate through these phases, they do not separate completely after mitosis but remain joined by intercellular bridges [10]. These intercellular bridges persist throughout all stages of spermatogenesis and are thought to facilitate biochemical interactions allowing synchrony of germ cell maturation.

Spermatogonia are precursor male germ cells that reside near the basement membrane of the seminiferous epithelium. Spermatogonial stem cells (SSC) divide to renew the stem cell population and to provide spermatogonia that are committed to the spermatogenic differentiation pathway [1, 3].

In general, two main types of spermatogonia, known as Type A and B, can be identified in mammalian testes on the basis of nuclear morphology [5]. Type A spermatogonia exhibit fine pale-staining nuclear chromatin and are considered to include the SSC pool, the undifferentiated spermatogonia ( $A_{\text{undiff}}$ ) pool, and spermatogonia which have become committed to differentiation ( $A_{\text{diff}}$ ). Once per cycle (see section below), the  $A_{\text{undiff}}$  cells transform into  $A_{\text{diff}}$  cells, which are then designated  $A_1$ ,  $A_2$ , etc.  $A_{\text{diff}}$  spermatogonia ultimately divide to produce type B spermatogonia. Type

B spermatogonia show coarse chromatin collections close to the nuclear membrane [18] and represent the more differentiated spermatogonia that are committed to entry into meiosis [13].

The current, widely-accepted model of Type A spermatogonial division and differentiation includes the concept of  $A_s$  representing the least differentiated spermatogonial population. Within this population, some  $A_s$  cells express the ID4 protein and have both regenerative and self-renewal properties, suggesting these are the true stem cells of the adult testis [1, 22].  $A_s$  can divide completely to renew their population, or divide incompletely to produce  $A_{pr}$  cells, which represents an initial step towards differentiation. The  $A_{pr}$  cells subsequently divide to produce  $A_{al}$  cells which then divide to produce chains (or cysts) of more differentiated spermatogonia, termed  $A_{al4-16}$ . As the A spermatogonia subtypes progress through these steps, there are changes in their molecular signature and the expression of cell surface markers, likely reflecting their differentiation state and functional capabilities, see [20].

*In vivo* imaging and pulse labeling studies suggest that fragmentation of spermatogonial cysts (e.g fragmentation of  $A_{pr}$  or  $A_{al}$  clones) to produce  $A_s$  is a commonly observed phenomenon, and biophysical modeling studies suggest that fragmentation of  $A_{pr}$  and  $A_{al}$  clones may be an important source of  $A_s$  that can then exhibit SSC behavior [11].

Meiosis is the process by which gametes undergo reductive division to provide a haploid spermatid, and in which genetic diversity of the gamete is assured via the exchange of genetic material. During meiosis I, DNA synthesis is initiated, resulting in a tetraploid gamete. The exchange of genetic information is achieved during meiotic recombination, which involves the induction of DNA double-strand breaks (DSBs) during pairing of homologous chromosomes and the subsequent repair of DSBs using homologous chromosomes as templates. Once exchange of genetic material is complete, the cells proceed through two successive reductive divisions to yield haploid spermatids. This process is governed by genetically programmed checkpoint systems [21, 26].

Meiosis commences when Type B spermatogonia lose their contact with the basement membrane and form preleptotene primary spermatocytes. The preleptotene primary spermatocytes commence DNA synthesis and the condensation of individual chromosomes begins, resulting in the appearance of thin filaments in the nucleus which identify the leptotene stage [8]. At this stage, each chromosome consists of a pair of chromatids. As the cells move into the zygotene stage, there is further thickening of these chromatids and the pairing of homologous chromosomes. The further enlargement of the

nucleus and condensation of the pairs of homologous chromosomes, termed bivalents, provides the nuclear characteristics of the pachytene stage primary spermatocyte. During this stage, there is exchange of genetic material between homologous chromosomes derived from maternal and paternal sources, thus ensuring genetic diversity of the gametes. The sites of exchange of genetic material are marked by the appearance of chiasmata and these become visible when the homologous chromosomes separate slightly during diplotene [25, 30].

The diplotene stage is recognized by partial separation of the homologous pairs of chromosomes that still remain joined at their chiasmata and each is still composed of a pair of chromatids. With dissolution of the nuclear membrane, the chromosomes align on a spindle and each member of the homologous pair moves to opposite poles of the spindle during anaphase. The resultant daughter cells are called secondary spermatocytes and contain the haploid number of chromosomes but, since each chromosome is composed of a pair of chromatids, the DNA content is still diploid. After a short interphase, which in the human represents approximately six hours, the secondary spermatocytes commence a second meiotic division during which the chromatids of each chromosome move to opposite poles of the spindle forming daughter cells that are known as round spermatids [11] Meiotic maturation in the takes about 24 days to proceed from the preleptotene stage to the formation of round spermatids [33].

The transformation of a round spermatid into a spermatozoon represents a complex sequence of events that constitute the process of spermiogenesis. No cell division occurs, but a conventional round cell becomes converted into a spermatozoon with the capacity for motility. The basic steps in this process are consistent between all species and consist of (a) the formation of the acrosome (b) nuclear changes (c) the development of the flagellum or sperm tail (d) the reorganisation of the cytoplasm and cell organelles and (e) the process of release from the Sertoli cell termed spermiation [5, 12, 23].

The formation of the acrosome commences by the coalescence of a series of granules from the Golgi complex. These migrate to come into contact with the nuclear membrane where they form a cap-like structure which becomes applied over approximately 30-50% of the nuclear surface [23]. Acrosome biogenesis begins early in round spermatid development, and progressively extends as a “cap” over the nucleus as round spermatids differentiate further.

Once the acrosome is fully extended, round spermatids begin what is known as the elongation phase of spermiogenesis. As spermatid elongation commences, the nucleus polarizes to one side of the cell and comes into close



apposition with the cell membrane in a region where it is covered by the acrosomal cap. Soon after this polarization, the spermatid's chromatin starts to visibly condense, forming progressively larger and more electron dense granules together with a change in the shape of the condensed nucleus. This change in nuclear shape varies significantly between species [1, 6, 31].

At the commencement of spermatid elongation, a complex, microtubule-based structure known as the manchette is formed. The microtubule network emanates from a perinuclear ring at the base of the acrosome and extends outwards into the cytoplasm. The manchette is closely opposed to the nuclear membrane, and is thought to participate in nuclear head shaping, perhaps by exerting a force on the nucleus as it progressively moves distally towards the posterior portion of the nucleus [14, 22].

The formation of the tail commences early in spermiogenesis in the round spermatid phase, when a filamentous structure emerges from one of the pair of centrioles which lie close to the Golgi complex. Associated with the changing nuclear-cytoplasmic relationships, the developing flagellum and the pair of centrioles become lodged in a fossa in the nucleus at the opposite pole to the acrosome. This basic structure is modified at the region of its articulation with the nucleus through the formation of a complex structure known as the connecting piece [7, 19].

Metamorphosis of the flagella proceeds during the elongation phase, as it acquires its characteristic neck region, mid-, principal- and end-pieces [12]. The middle and principal pieces contain the mitochondrial and fibrous sheath components, respectively, and include the outer dense fibers. The biochemical characteristics of these components of the sperm tail are emerging [15, 17, 33], reviewed in [12]. While these components provide some structural stability to the tail, evidence suggests that they may serve as a molecular scaffold to position key enzymes critical to successful sperm motility.

The formation of the mitochondrial sheath occurs at the time of the final reorganization of the cytoplasm and organelles of the spermatid [5, 32]. The mitochondria that had remained around the periphery of the spermatid aggregate around the proximal part of the flagellum to form a complex helical structure [16].

The mature elongated spermatids undergo a further complex remodeling during spermiation, the process by which the mature spermatids are remodeled and then released from the Sertoli cells prior to their passage to the epididymis [15]. This remodeling includes the removal of specialized adhesion junctions that have ensured tight adhesion of the spermatid to the Sertoli cell during its elongation process, further remodeling of the spermatid

head and acrosome and removal of the extensive cytoplasm to produce the streamlined spermatozoon. The cytoplasm of the spermatid migrates to a caudal position around the tail and is markedly reduced in volume [4]. The remnants of the spermatid cytoplasm form what is termed the residual body. The residual bodies contain mitochondria, lipid and ribosomal particles, and are phagocytosed and moved to the base of the Sertoli cell where they are broken down by lysosomal mechanisms. The final release of sperm at the end of spermiation is an instantaneous event, and likely involves phosphorylation-dependent signaling cascades within the Sertoli cell resulting in changes in the adhesive nature of cell adhesion molecules [15], culminating in the Sertoli cell “letting go” of the mature spermatid [9]. The morphological features of spermiation are relatively conserved between species, particularly among mammals [27]. Failure of spermiation can be recognized by the presence of mature elongated spermatid nuclei being phagocytosed by the Sertoli cells [24].

#### References:

1. Balan I. Modificări ale funcției de barieră a membranei spermatozoidelor de cocoș în procesul de croconservare. *Revista Română de Medicină Veterinară*, 2013, 23(1): 97-107.
2. Clermont, Y. et al. Cell biology of mammalian spermatogenesis. In *Cell and molecular biology of the testis* (eds C. Desjardins & L. Ewing). New York, 1993, NY: Oxford University Press, 332-376.
3. Conrad S. et al. Generation of pluripotent stem cells from adult human testis. *Nature*, 2008, 456(7220): 344-9.
4. De Kretser D.M. Ultrastructural features of human spermiogenesis. *Z Zellforsch Mikrosk Anat.*, 1969, 98(4): 477-505.
5. De Kretser D., Kerr J. The cytology of the testis, in *The Physiology of Reproduction*, Knobil, E. and Neill, J.D., Editors. Raven Press: New York., 1994, p. 1177-1290.
6. Eddy E.M. Regulation of gene expression during spermatogenesis. *Semin Cell Dev Biol.*, 1998, 9(4): 451-7.
7. Fawcett D.W. The mammalian spermatozoon. *Dev Biol.*, 1975, 44(2): 394-436.
8. Gassei K. et al. Magnetic activated cell sorting allows isolation of spermatogonia from adult primate testes and reveals distinct GFRa1-positive subpopulations in men. *J Med Primatol.*, 2010, 39(2): 83-91.
9. Gibbs G.M. et al. The cysteine-rich secretory protein domain of Tpx-1 is related to ion channel toxins and regulates ryanodine receptor Ca<sup>2+</sup> signaling. *J Biol Chem.*, 2006, 281(7): 4156-63.
10. Guan K. et al. Pluripotency of spermatogonial stem cells from adult mouse testis. *Nature*, 2006, 440(7088): 1199-203.

11. Hara K. et al. Mouse spermatogenic stem cells continually interconvert between equipotent singly isolated and syncytial states. *Cell Stem Cell.*, 2014, 14(5): 658-72.
12. Hermo L. et al. Surfing the wave, cycle, life history, and genes/proteins expressed by testicular germ cells. *Microsc Res Tech.*, 2010, 73(4): 279-319.
13. Kanatsu-Shinohara M. et al. Long-term proliferation in culture and germline transmission of mouse male germline stem cells. *Biol Reprod.*, 2003, 69(2): 612-6.
14. Kierszenbaum A.L., Tres L.L. The acrosome-acroplaxome-manchette complex and the shaping of the spermatid head. *Arch Histol Cytol.*, 2004, 67(4): 271-84.
15. Kirichok Y. et al. Whole-cell patch-clamp measurements of spermatozoa reveal an alkaline-activated Ca<sup>2+</sup> channel. *Nature*, 2006, 439(7077): 737-40.
16. Lishko P.V. et al. Progesterone activates the principal Ca<sup>2+</sup> channel of human sperm. *Nature*, 2011, 471(7338): 387-91
17. Mandal A. et al. FSP95, a testis-specific 95-kilodalton fibrous sheath antigen that undergoes tyrosine phosphorylation in capacitated human spermatozoa. *Biol Reprod.*, 1999, 61(5): 1184-97.
18. Meistrich M.L., van Beek M. Spermatogonial stem cells. *Cell and Molecular Biology of the Testis.*, 1993, 266-295.
19. Miki K., Eddy E.M. Identification of tethering domains for protein kinase A type Ialpha regulatory subunits on sperm fibrous sheath protein FSC1. *J Biol Chem.*, 1998, 273(51): 34384-90.
20. Nagano M.C., Yeh J.R. The identity and fate decision control of spermatogonial stem cells: where is the point of no return? *Curr Top Dev Biol.*, 2013, 102: 61-95.
21. Nakagawa T. et al. Functional hierarchy and reversibility within the spermatogenic stem cell compartment. *Science*, 2010, 328(5974): 62-7.
22. Oatley M.J. et al Inhibitor of DNA binding 4 is expressed selectively by single spermatogonia in the male germline and regulates the self-renewal of spermatogonial stem cells in mice. *Biol Reprod.*, 2011, 85(2): 347-56.
23. O'Donnell L. et al. Spermiation: The process of sperm release. *Spermatogenesis*, 2011, 1(1): 14-35.
24. O'Donnell L., O'Bryan M.K. Microtubules and spermatogenesis. *Semin Cell Dev Biol.*, 2014, 30: 45-54.
25. Plant T.M. Undifferentiated primate spermatogonia and their endocrine control. *Trends Endocrinol Metab.*, 2010, 21(8): 488-95.
26. Ramaswamy S. et al. Spermatogonial SOHLH1 nucleocytoplasmic shuttling associates with initiation of spermatogenesis in the rhesus monkey (*Macaca mulatta*). *Mol Hum Reprod.*, 2014, 20(4): 350-7.
27. Russell L. Role in spermiation, in *The Sertoli cell*. Editors. Cache River Press: Clearwater, FL., 1993, p. 269-302.
28. Sharpe R. Regulation of spermatogenesis, in *The Physiology of Reproduction*. Editors. Raven Press: New York., 1994, p. 1363-1434.

29. Sharpe R. M. Environmental/lifestyle effects on spermatogenesis. *Phil. Trans. R. Soc.*, 2010, B 365, 1697–1712.
30. Shinohara T. et al. Spermatogonial stem cell enrichment by multiparameter selection of mouse testis cells. *Proc Natl Acad Sci U S A.*, 2000, 97(15): 8346-51.
31. Steger K. et al. Expression of mRNA and protein of nucleoproteins during human spermiogenesis. *Mol Hum Reprod.*, 1998, 4(10): 939-45.
32. Strunker T. et al. The CatSper channel mediates progesterone-induced Ca<sup>2+</sup> influx in human sperm. *Nature*, 2011, 471(7338): 382-6.
33. Vrooman L. et al. Evidence for paternal age-related alterations in meiotic chromosome dynamics. *Genetics*, 2014, 196(2): 385-96.

## **STRUCTURA COMUNITĂȚILOR DE LILIECI (MAMMALIA, CHIROPTERA) ÎN CARIERELE DE LA BÎCIOAC SUB INFLUENȚA SCHIMBARILOR ANTROPICE ȘI CLIMATICE**

*DIBOLSCAIA N., CALDARI V., LARION A., NISTREANU V.  
Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir”, Institutul de Zoologie*

**Introducere.** Ordinul Chiroptera este unul din cele mai numeroase din fauna de mamifere a Republicii Moldova și cuprinde 21 specii. Multe specii de lilieci atât de peșteră, cât și de pădure, hibernează în adăposturi subterane de origine antropogenă, cum sunt carierele de piatră, unde găsesc condiții favorabile de hibernare datorită condițiilor abiotice favorabile – temperatură și umiditate constantă, suprafețelor mari și prezenței unui mare număr de ascunzișuri specifice, rămase în urma lucrărilor în cariere, precum și deranșului antropic redus. Cercetările comunităților de lilieci în adăposturile subterane de la Bîcioc au început în anii 60'-70' ai secolului trecut [7, 10], după care au fost practic abandonate timp de câteva decenii. Studiile în această zonă au fost reluate în anii 90 și oglindite în câteva lucrări dedicate faunei de lilieci din carierele de la Bîcioc (Andreev, Vasiliev, 1997), cât și unor adăposturi din lunca Nistrului, unde se menționează și zona Bîcioc [6, 9]. După 2000 pot fi găsite date generale despre răspândirea speciilor de lilieci, precum și cercetări mai detaliate efectuate pe unele specii din carierele de la Bîcioc (Bondarenco, 2005). Începând cu 2013 au demarat studii aprofundate ale speciilor de lilieci, care hibernează în adăposturile subterane de la Bîcioc [1, 4, 11].

Începând cu anii 70' carierele abandonate de la Bîcioc au fost menționate ca sit important de hibernare a sute de indivizi, aparținând mai multor specii de lilieci [4, 7, 9, 10]. În lucrări sunt prezentate date despre diversitatea comunităților, efectivul speciilor, unele particularități ecologice. Astfel, cercetările lilieciilor în această arie sunt de mare importanță în aspect comparativ cu studiile precedente, cât și pentru evaluarea rolului sitului de la Bîcioc în hibernarea, supraviețuirea și conservarea speciilor de lilieci în zona centrală a republicii. În ultimii ani a crescut semnificativ impactul factorilor antropici și climatici. Scopul lucrării este elucidarea stării actuale și evaluarea influenței factorilor antropici și climatici asupra comunităților de lilieci din carierele de piatră de la Bîcioc.

**Materiale și metode.** Cercetările au fost efectuate în perioada de hibernare – decembrie 2013, la sfârșitul perioadei de hibernare – martie 2014, 2019 și în perioada de hibernare – februarie 2020 în carierele abandonate de lângă localitatea Bîcioc, raionul Grigoriopol (46<sup>0</sup>55.3 N, 29<sup>0</sup>28.3 E,

altitudinea – 19-20 m). Carierele sunt amplasate pe malul stâng al Nistrului, pe o lungime de cca 3,5 km între satele Bîcioc și Crasnogorka. În carieră sunt peste 60 de intrări cu înălțimea cuprinsă între 0,4 – 1,5 m, dintre care 12 au fost utilizate pentru cercetări, celelalte fiind inaccesibile sau surpate. Carierele au fost săpate cu mașini speciale, tavanul și pereții constau din crăpături perpendiculare de 5-20 cm adâncime și până la 5-7 cm lățime, situate de-a lungul sau pe lățimea tavanului. Înălțimea tavanului variază între 1,5 m și 5 m, lățimea încăperilor – între 3 m și 10 m, iar adâncimea maximă este de 5 km. În perioadele studiate temperatura aerului a variat între -5 și +5°C, la 2 m după intrarea în carieră temperatura era de 4-5°C, la 10 m de la intrare era de 7-8°C, după care rămâne constantă până la cca 100 m adâncime, unde se și întâlnesc majoritatea indivizilor.

Liliecii au fost studiați prin observații vizuale directe, toți indivizii au fost identificați. În majoritatea cazurilor indivizii nu au fost deranjați, doar **cazul**, când apartenența taxonomică era incertă liliecii au fost extrași cu atenție, iar după toate manipulările necesare au fost introduși la loc.

**Rezultate și discuții.** Pe parcursul perioadelor de studiu în carierele de piatră de la Bîcioc au fost identificați 518 indivizi din 6 specii: *Rhinolophus hipposideros* (Schreber, 1774) – liliacul mic cu potcoavă, *Myotis daubentoni* (Kuhl, 1817) – liliacul de apă, *M. dasycneme* (Boie, 1825) – liliacul de iaz, *M. mystacinus* (Kuhl, 1817) – liliacul mustăcios, *Eptesicus serotinus* Schreber, 1774 – liliacul cu aripi late, *Plecotus austriacus* Fischer, 1829 – liliacul urecheat cenușiu.

În prima jumătate a lunii decembrie 2013 au fost identificați 163 indivizi din toate cele 6 specii: *R. hipposideros*, *M. daubentoni*, *M. dasycneme*, *M. mystacinus*, *E. serotinus* și *P. austriacus*. Cei mai numeroși au fost indivizii de *E. serotinus* (42,94%), urmați de *M. daubentoni* (38,65%) și *M. mystacinus* (10,43%). Celelalte specii au acumulat 1-5%.

În prima jumătate a lunii martie 2014 au fost identificați 150 indivizi din 5 specii: *Rh. hipposideros*, *M. daubentoni*, *M. mystacinus*, *E. serotinus* și *P. austriacus*. Specia dominantă a fost *M. daubentoni* cu 63,33%, urmată de *E. serotinus* cu 30,68%, *Rh. hipposideros* cu 4,67%, iar *M. mystacinus* și *P. austriacus* au avut o pondere de 0,66% fiecare (tab. 1).

În prima jumătate a lunii martie 2019 au fost identificați 81 indivizi din 4 specii: *Rhinolophus hipposideros*, *Myotis daubentoni*, *M. dasycneme* și *Eptesicus serotinus*. Specia dominantă a fost *M. daubentoni* cu 83,95%, urmată de *E. serotinus* cu 12,35%, *M. dasycneme* cu 2,47% și *Rh. hipposideros* cu 1,23%.

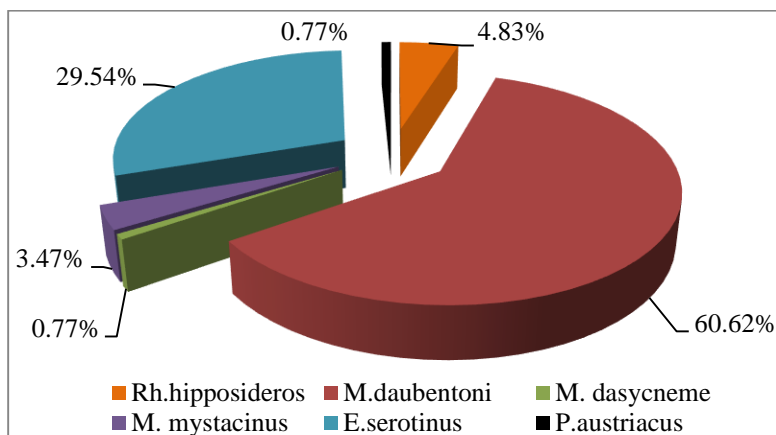
În a doua jumătate a lunii februarie 2020 au fost identificați 124 indivizi din 4 specii: *Rh. hipposideros*, *M. daubentoni*, *E. serotinus* și *P. austriacus*.

Dominant a fost liliacul de apă cu 70,97%, urmat de *E.serotinus* cu 21,77%, *Rh. hipposideros* cu 6,45% și liliacul urecheat brun cu doar 0,81% (tab. 1).

**Tabelul 1.** Abundența (%) speciilor de lilieci în carierele de la Bicicoc în perioadele de studiu

Nr	Specie	12.2013	03.2014	03.2019	02.2020	Total ind.
1.	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	5,52	4,67	1,23	6,45	25
2.	<i>Myotis daubentoni</i>	38,65	63,33	83,95	70,97	314
3.	<i>Myotis dasycneme</i>	1,23	-	2,47	-	4
4.	<i>Myotis mystacinus</i>	10,43	0,66	-	-	18
5.	<i>Eptesicus serotinus</i>	42,94	30,68	12,35	21,77	153
6.	<i>Plecotus austriacus</i>	1,23	0,66	-	0,81	4
	Total indivizi	163	150	81	124	518

Pentru toți anii de studiu specia dominantă a fost liliacul de apă cu peste 60%, urmat de liliacul cu aripi late cu cca 30%, iar celelalte specii au acumulat mai puțin de 5% fiecare (fig. 1). Unele specii nu au fost observate în toți anii de studiu, spre exemplu liliacul mustăcios nu a fost semnalat în 2019 și 2020, iar liliacul de iaz în 2014 și 2020.



**Figura 1.** Abundența totală a speciilor de lilieci în carierele de la Bicicoc

Majoritatea indivizilor au fost găsiți în mod solitar, cu excepția liliacului cu aripi late, care a fost semnalat atât solitar, cât și în grupuri a câte 2-4 indivizi (fig. 2a). Liliacul mic cu potcoavă nu au fost găsit în crăpături, ci doar la muchii, în nișe sau atârna pe porțiuni netede ale tavanului (fig. 2b). În aspect spațial speciile erau localizate diferit. Cel mai aproape de intrare, la 2 m, a fost înregistrat *E. serotinus*, iar la cea mai mare distanță de la intrare, până la 150-180 m, era localizat *Rh. hipposideros*. În general, intervalul spațial în care au fost semnalate majoritatea indivizilor din diverse specii a fost cuprins între 7 m și 30 m.



Figura 2. Indivizi de *E. serotinus* localizați în crăpăturile din tavan (stânga) și *Rh. hipposideros* suspendat de tavanul neted (dreapta)

Toate speciile înregistrate sunt rare, protejate la nivel național și internațional (tab. 1). În Cartea Roșie a Republicii Moldova [2] sunt listate 5 din cele 6 specii înregistrate. În țările vecine – în Cartea Roșie a Vertebratelor din România [3] și în Cartea Roșie a Ucrainei [12] sunt incluse toate speciile de lilieci înregistrate cu diferit statut de raritate. Toate speciile sunt incluse în Anexa II a Convenției de la Berna (specii de animale strict protejate) [13], în Anexa II a Convenției pentru Conservarea Speciilor Migratoare [14] și în Acordul pentru Conservarea Populațiilor de Lilieci din Europa (EUROBATS) [15].



Tabelul 2. Statutul de protecție a speciilor de lilieci din carierele Bîcioc

Nr.	Specie	CRM	CRVR	CRU	CB An. II	CS M An. II
1.	Rhinolophus hipposideros	EN	VU	vulnerabil	+	+
2.	Myotis daubentoni	VU	CR	vulnerabil	+	+
3.	Myotis dasycneme	EN	CR	pe cale de dispariție	+	+
4.	Myotis mystacinus	EN	EN	vulnerabil	+	+
5.	Eptesicus serotinus	-	VU	vulnerabil	+	+
6.	Plecotus austriacus	VU	EN	rar	+	+

**Notă:** CRM – Cartea Roșie a Moldovei; CRVC – Cartea Roșie a Vertebratelor din România; CRU – Cartea Roșie a Ucrainei; CB – Convenția de la Berna, CSM - Convenția pentru Conservarea Speciilor Migratoare; VU –vulnerabilă; EN – periclitată, CR – critic periclitată

În cercetările efectuate în anii precedenți în carierele de la Bîcioc au fost semnalate 8 specii, dintre care liliacul mare cu potcoavă a fost găsit doar un singur exemplar în 1962 [10] și liliacul urecheat brun în anii 1996-97 [9].

Urmărind dinamica anuală a structurii comunității de lilieci, se poate vedea că efectivul și diversitatea sunt în descreștere în ultimii doi ani de studiu (tab. 1). Lilieci sunt animale susceptibile la impactul factorilor antropici și climatici. Începând cu anul 2016 la intrările în cariere pe o distanță de 20-30 m populația locală a început să depoziteze deșeuri menajere și să frecventeze mai des carierele, ceea ce a influențat asupra distribuției indivizilor, care, probabil, au migrat în partea din amonte a carierelor. Această parte este situată la distanță mai mare față de localități, intrările sunt greu accesibile sau inaccesibile, fapt benefic pentru supraviețuirea liliecilor.

Schimbările climatice, de asemenea, influențează unele aspecte ale ecologiei și comportamentului liliecilor. La sfârșitul perioadei de hibernare în martie 2014 se mai înregistrau temperaturi scăzute în timpul nopții, iar insectele, care constituie baza trofică a chiropterelor, erau puțin active. Pe când în martie 2019 temperatura medie a fost mai mare, iar mulți indivizi erau de-acum activi și zburau prin tuneluri. La sfârșitul lunii februarie anul 2020, după o iarnă călduroasă și fără zăpadă, s-a semnalat o vreme foarte caldă pentru această perioadă, cu temperaturi ale aerului cuprinse între 10-15°C, fapt care a perturbat procesul de hibernare a liliecilor. Au fost

observați indivizi activi în zbor atât în tunelurile din carieră, cât și în afara lor, datorită apariției sursei trofice – insectele. În general majoritatea indivizilor se trezeau ușor și deveneau activi, dacă erau deranjați. Pe când în cercetările din trecut lilieci deveneau activi la sfârșitul lunii martie sau chiar în aprilie [8].

Vremea caldă de la sfârșitul iernii din anul curent a fost urmată de perioade cu temperaturi scăzute, urmate de lipsa bazei trofice, lilieci fiind nevoiți să reintre în hibernare. Trezirile frecvente și alternările perioadelor de activitate cu cele de hibernare pot rezulta în pierderi drastice ale greutateii corpului, lăsând rezerve insuficiente pentru termoreglare [5]. În consecință, crește riscul mortalității indivizilor la sfârșitul perioadei de hibernare.

Carierele abandonate de la Bîcioc constituie un sit important pentru conservarea diversității liliecilor din zona centrală a republicii, iar monitorizarea faunei de lilieci în această arie va continua. Studiul a fost efectuat în cadrul proiectului doctoral și proiectului program de Stat 20.80009.7007.02.

**Concluzii.** Pe parcursul perioadelor de studiu în carierele de piatră de la Bîcioc au fost identificați 518 indivizi din 6 specii de chiroptere. Specia dominantă a fost liliacul de apă cu peste 60%, urmat de liliacul cu aripi late cu cca 30%, iar celelalte specii au acumulat mai puțin de 5% fiecare. Diversitatea și efectivul speciilor a scăzut în ultimii doi ani de studiu. Toate speciile înregistrate sunt rare, protejate la nivel național și internațional.

Impactul factorilor antropici și climatici este evident în cazul comunităților de lilieci din carierele de la Bîcioc și se manifestă prin modificări ale structurii comunităților în dinamica multianuală, prin schimbarea distribuției indivizilor, prin perturbarea procesului de hibernare.

#### **Referințe bibliografice:**

1. Caldari V., Nistoreanu V., Dibolscaia N., Larion A. Actual status of bats (Mammalia: Chiroptera) in abandoned limestone quarries from Bycioc. National Conference with Intern. Part. October 21-22, 2019, p.124-125.
2. Cartea Roșie a Republicii Moldova, ediția a III-a. Chișinău „Știința”, 2015, p. 239-254.
3. Cartea Roșie a Vertebratelor din Romania. Bucuresti, 2005, p. 16-41.
4. Nistoreanu V., Andreev S., Larion A., Postolachi V., Caldari V., Ursachi A. Particularitățile hibernării liliecilor (Mammalia: Chiroptera) în carierele abandonate din apropierea localității Bîcioc. Mat. Conferinței Internaționale „Mediul și schimbarea climei: de la viziune la acțiune” Chișinău, 5-6 iunie 2015. P. 227- 230.

5. Park K. J., Jones G., Ransome R. D. Torpor, arousal and activity of hibernating greater horseshoe bats (*Rhinolophus ferrumequinum*). *Functional Ecology*, 2000, 14: 580–588.
6. Vasiliev A., Corcimaru N. New data about bats of R.Moldova. *Materialele Conf. a III-a a Zoologilor din Moldova*, 1995, p. 22
7. Аверин Ю. В., Лозан М.Н. Рукокрылые Молдавии. In: Вопросы экологии и практического значения птиц и млекопитающих. Кишинев, 1965, № 2, с. 25-33.
8. Аверин Ю. В., Лозан М.Н., Мунтяну А.И., Успенский Г.А. Животный Мир Молдавии. Млекопитающие. Кишинев: Штиинца, 1979, 188 с.
9. Андреев С.П., Васильев А.Г. Летучие мыши (Chiroptera, Mammalia) комплекса искусственных подземелий с. Бычок. In: Памяти проф. А.А. Браунера (1857-1941). Одесса, Астропринт 1997, с. 100-103.
10. Дорошенко А.В. *Места обитания и численность летучих мышей Молдавии*. In: Экология птиц и млекопитающих Молдавии. Кишинев: Штиинца, 1975, с. 82-96.
11. Нистрянэ В., Андреев С., Калдари В., Ларион А., Постолаки В. Сравнительный анализ зимующих сообществ летучих мышей (Mammalia: Chiroptera) в искусственных подземельях Бычок и Сахарна долины Днестра, Республика Молдова. *Экологический мониторинг и биоразнообразие*, 2016, 2 (12), 34-37.
12. <http://redbook-ua.org/>
13. <https://www.coe.int/en/web/bern-convention/appendices>
14. <https://www.cms.int/en/species/appendix-i-ii-cms>
15. [https://www.eurobats.org/about\\_eurobats/protected\\_bat\\_species](https://www.eurobats.org/about_eurobats/protected_bat_species)

## **CICLUL DEZVOLTĂRII ȘI FUNCȚIONĂRII CELULELOR SERTOLI**

*DUBALARI ALEXANDRU,*

*Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir”, Republica Moldova*

Celulele Sertoli au o relație fizică intimă cu celulele germinale în timpul procesului de spermatogeneză [3]. Extensiunile citoplasmatică care trec între populațiile de celule germinale din jurul celulei Sertoli oferă suport structural printr-o rețea microfilamentară și microtubulară prezentă în citoplasma celulei Sertoli [24]. Această arhitectonică structurală nu este una statică, dar suportă multiple modificări în tuburile seminifere, în funcție de stadiul procesului spermatogenezei.

Celulele Sertoli reglează mediul intern al tubului seminifer. Această reglementare este facilitată de joncțiunile specializate de tip ocluzant de celule inter-Sertoli care se formează în locurile de interacțiune a proceselor citoplasmei celulare Sertoli din celulele adiacente [3]. Aceste joncțiuni contribuie la bariera hematotesticulară care reglează pătrunderea unei varietăți de substanțe în tubulul seminifer [16]. Aceste joncțiuni ocluzive spre baza celulelor Sertoli împiedică difuzarea substanțelor din intersticiu în partea interioară a tubului seminifer. În urma localizării joncțiunilor, spermatogonia are acces liber la substanțele interstițiale, cu toate acestea, celulele germinale „de deasupra” superioare acestei joncțiuni, inclusiv celulele germinative meiotice și postmeiotice, au acces la factorii interstițiali restrânși de bariera testiculară. Ultima împarte eficient epiteliul seminifer într-un compartiment bazal, care conține spermatogoniile și un compartiment adluminal care conține celulele germinative meiotice și postmeiotice [16]. Pe măsură ce spermatocitele preleptotene migrează din membrana bazală a tubului seminifer în compartimentul adluminal, aceste joncțiuni închise se deschid pentru a permite producerea migrației celulare, precum și reformarea spermatocitelor preleptotene care acum au părăsit membrana bazală pentru a forma spermatocite leptotene. Formarea și evoluția acestor specializări joncționale sunt sub controlul mai multor reglatori fiziologici incluzând factori endocrini și paracrinii [17].

Conexiunile dintre celulele Sertoli și bariera hematotesticulară sunt necesare pentru fertilitate [4]. Aceste joncțiuni permit ca mediul celulelor germinale meiotice și post-meiotice să fie controlat cu precizie de celula Sertoli, permițând livrarea în timp precis a factorilor necesari unici pentru dezvoltarea celulelor germinale. De exemplu, celulele Sertoli furnizează substraturi pentru glicoliza cu celulele germinale [4, 20] lactatul preponderent

glucozei este substratul preferat pentru glicoliză în spermatoците primare, iar celulele Sertoli generează lactat din glucoză.

Bariera hematotesticulară este considerată de mult timp cu funcții de contribuție asupra mediului privilegiat imun în epiteliul seminifer. Celulele germinale meiotice și post-meiotice se dezvoltă după instituirea toleranței imune și ar putea fi astfel recunoscute ca „străine” de sistemul imunitar. Prin urmare această barieră protejează celulele germinale în dezvoltare de atacul celulelor imune [10]. Cu toate acestea, unele studii arată că tubulii seminiferi continuă să excludă celulele imune atunci când joncțiunile celulelor Sertoli sunt absente [4] sau chiar și atunci când celulele Sertoli sunt ablate [20], ridicând întrebări cu privire la rolul concret al acestor joncțiuni în privilegiul imunitar. Se pare că mulți factori, inclusiv producția de citokine antiinflamatorii, reglează mediul privilegiat imun al testiculelor.

În testicul proteina activina A sporește la momentul remodelării barierei hematotesticulare și migrarea spermatoцitelor din leptoten în compartimentul adluminal, ceea ce sugerează că activina A ar putea regla funcția de barieră hematotesticulară [7]. Mai recent s-a demonstrat că acțiunea sporită a activinei A in vivo și in vitro suprimă joncțiunile închise ale celulelor Sertoli care formează o componentă majoră a barierei hematotesticulare [18], ceea ce sugerează că activina A ar putea facilita remodelarea barierei hematotesticulare.

Celulele Sertoli sunt indispensabile pentru dezvoltarea celulelor germinale, deoarece oferă suport fizic, metabolic și nutrițional la intervale exacte de timp, așa cum este dictat de procesul spermatogenezei. Celulele Sertoli răspund necesităților de modificare ale celulelor germinale în curs de dezvoltare, după cum se dovedește prin remarcabila specificitate a stadiului în modelele de expresie ale multor gene de celule Sertoli [8].

Starea de diferențiere a celulelor Sertoli este legată de capacitatea lor de a susține spermatogeneza. De exemplu, hipotiroidismul perinatal prelungește durata proliferării celulelor Sertoli, dar reține și maturizarea acestora; acest lucru este, de asemenea, asociat cu o întârziere în debutul spermatogenezei [20]. S-a estimat că odată ce celulele Sertoli au încetat proliferarea prepubertală, au atins un așa-numit fenotip „diferențiat definitiv”. Cu toate acestea, acum este clar că celulele Sertoli se pot diferenția în anumite condiții și de deglare a spermatogenezei în [5]. De exemplu, o pierdere de claudină 11 (o proteină implicată în joncțiunile de blocare a celulelor Sertoli) face ca celulele Sertoli să rămână proliferative în timpul dezvoltării și să-și piardă fenotipul epitelial [14]. Celulele Sertoli diferențiate în ciclul celular nu sunt observate la bărbații normospermici, dar sunt prezente la masculi după 12 săptămâni de suprimare a gonadotropinei [22]. În mod intrigant, celulele

adulte Sertoli se pot chiar diferenția în celule granuloase în absența factorului de transcriere a celulelor Sertoli [13]. Prin urmare, menținerea unui fenotip cu celule Sertoli adulte este esențială pentru spermatogeneza normală.

Deși se știe de mult că este necesară o dezvoltare a celulelor Sertoli sănătoase pentru dezvoltarea celulelor germinale, acum este clar că celulele Sertoli susțin dezvoltarea și funcția altor celule testiculare. Studii recente au relevat că sunt esențiale pentru menținerea destinului și funcției celulelor mioide peritubulare și sunt necesare pentru dezvoltarea celulelor Leydig și steroidogeneza normală [20]. Prin urmare, celulele Sertoli sunt necesare atât pentru producția de spermă cât și pentru androgeni în testicul.

La rozătoare, celulele Sertoli proliferază în viața fetală și în perioada postnatală timpurie și chiar la vârsta adultă [5], în timp ce la om există două valuri de proliferare; în timpul perioadei fetale și neonatale timpurii, când concentrația crește de 5 ori și se reia din nou înainte de pubertate, când concentrația crește de două ori [5]. Studiile efectuate pe șoareci au arătat că apoptoza celulelor Sertoli în timpul vieții fetale are ca rezultat dezvoltarea anormală a cordului, testicule mai mici și dimensiuni reduse de tuburi seminifere [1], ceea ce sugerează proliferarea celulelor Sertoli în perioada fetală este un motor important al formării tubulelor seminifere. Acest număr de celule Sertoli determină producția totală de spermă a testiculelor [5]. De asemenea s-a accentuat prin studii că inducția perinatală a hipotiroidismului prelungeste durata proliferării celulelor Sertoli, ceea ce la rândul său duce la creșterea numărului de celule Sertoli și la creșterea producției de spermă a testiculelor adulte [26]. Alte celule Sertoli mitogene, cum ar fi hormonal foliculostimulator și activină [5], împreună cu tiroxina, pot, de asemenea, să producă modificări semnificative ale numărului de celule Sertoli în testicul, în funcție de modelul temporal al secreției lor. Acesta din urmă trebuie să apară înainte de încetarea proliferării celulelor Sertoli. La șobolan, acest lucru apare la aproximativ 20 de zile, în timp ce la om, celulele Sertoli încetează să se mai despartă în timpul procesului pubertal [8]. Este posibil ca eșecul multor masculi cu hipogonadism hipogonadotrop în obținerea dimensiunilor testiculare normale și a numărului normal de spermatozoizi, atunci când este stimulat prin gonadotropine, să rezulte din proliferarea anormală a celulelor Sertoli în timpul vieții fetale și prepubertare, ceea ce duce la o diminuare a complementului celulelor Sertoli [5, 26].

Complexitatea structurii și funcției celulelor Sertoli se reflectă în complexitatea reglementării sale și este necesară o revizuire detaliată a multor factori care reglementează funcția celulelor Sertoli [10].

Populația de celule Sertoli este specificată în testiculele embrionare, sub influența factorilor de determinare a sexului masculine [12, 26]. Celulele

Sertoli embrionare specificate recent înglobează și formează structuri de cordon seminifer în jurul celulelor germinale primordiale. Celulele Sertoli proliferază și produc alungirea cordonului seminifer secundar în dezvoltarea embrionară; acest proces depinde de semnalizarea activinei A de la celulele Leydig la celulele Sertoli [26].

Celulele Sertoli proliferază în perioada vitală fetală târzie și înainte de pubertate. Înainte de pubertate, înaintarea celulelor Sertoli de la o fază imatură, proliferativă la o fază de maturare neproliferativă, reprezintă un fenomen important a evoluției celulare care are ca rezultat stabilirea populației adulte de celule Sertoli. Modificările experimentale care interferează cu aceste perioade de proliferare și maturare a celulelor Sertoli pot avea impact asupra dimensiunii finale și a producției spermatogene a testiculelor adulte; perioadele prelungite de proliferare a celulelor Sertoli cresc dimensiunea testiculelor [19], în timp ce încetarea prematură a proliferării și trecerea în faza de maturizare determină testicule mai mici [6]. Câțiva factori acționează ca mitogeni pentru proliferarea celulelor Sertoli imature, incluzând hormonal foliculostimulator [15], hormonul tiroidian [23] și factori de transcripție, cum ar fi genele [2].

Deoarece celulele Sertoli ating un fenotip adult capabil să susțină producția de spermă, nucleul lor se deplasează la baza celulei, atinge caracteristicile citoscheletale specializate caracteristice acestor celule [8] și formează așa-numita „barieră a testiculelor sanguine”. joncțiuni necesare pentru intrarea celulelor germinale în meioză [17]. Pe măsură ce celulele Sertoli se dezvoltă în perioada pubertății și a primului val de spermatogeneză, acestea arată un grad extraordinar de plasticitate în ceea ce privește programul lor de expresie genică, care reflectă modificările funcționale și răspunsul lor la apariția diferitelor tipuri de celule germinale, pe măsură ce se maturizează [27]. La vârsta adultă, celulele Sertoli cresc sau scad expresia genelor în funcție de stadiul ciclului spermatogen [25]. Această expresie ciclică a genelor permite celulei Sertoli să răspundă necesităților în schimbarea celulelor germinale, deoarece acestea continuă prin spermatogeneză.

Este cunoscut, că absența vitaminei A perturbă funcția ciclică a celulelor Sertoli și spermatogeneză. Acum este clar că metabolismul vitaminei A și al acidului retinoic este esențial pentru activitatea ciclică a celulelor Sertoli [9]. Semnalizarea acidului retinoic este mediată prin receptorii nucleari ai acidului retinoic care se leagă de ADN și activează sau suprimă genele țintă.

Un șir de cercetări sugerează că există un impuls foarte specific al sintezei acidului retinoic la etapele mid-spermatogene [21], care au fost confirmate prin studii care determină acidul retinoic în testicule sincronizate [9]. Acest impuls poate fi obținut printr-o combinație de evenimente

incluzând o creștere a enzimelor de sinteză a acidului retinoic (enzime ALDH), o scădere a enzimelor care stochează sau degradează acidul retinoic și o creștere a proteinei de absorbție a acidului retinoic în celulele Sertoli. Celulele germinale avansate, cum ar fi spermatoцитеle pachitene, ar putea sintetiza acidul retinoic și pot contribui la acest vârf al ciclului mediu [9]. Studii recente sugerează că este puțin probabil ca enzimele ALDH să joace un rol major în pulsul acidului retinoic al ciclului mediu [11], dar expresia specifică în stadiu a enzimelor implicate în rata de limitare a conversiei retinolului în retinaldehidă sau a enzimelor implicate în disponibilitatea retinolului ar putea juca un rol deosebit [9,11]. Încetarea pulsului acidului retinoic în stadiul târziu ar putea fi facilitată de o creștere accentuată a expresiei enzimei de degradare RACyp26a1 [21], însă alte studii nu au susținut acest concept [9].

Acest impuls al acidului retinoic în stadiile mid-spermatogene este probabil să fie un regulator al funcției celulelor Sertoli. Nu numai că pare a fi necesar pentru intrarea spermatogoniei în meioză, dar, de asemenea, reglează alte funcții importante ale celulelor Sertoli care apar în aceste stadii, în special eliberarea de spermă, inclusiv și formarea și întreținerea a barierei hematotesticulare [9, 11, 18]. Prin urmare, vârful ciclului mediu al acidului retinoic determină probabil aceste funcții ale celulelor Sertoli în stadiu și expresia genică dependentă de ciclu, subliniind rolul său regulator al funcției ciclice a celulelor Sertoli. Mecanismele concrete care reglementează natura pulsatilă a căilor de producție a acidului retinoic și a căilor de răspuns în epiteliul seminifer rămân de elucidat.

#### **Referințe bibliografice:**

1. Bagheri-Fam S et al. Defective survival of proliferating Sertoli cells and androgen receptor function in a mouse model of the ATR-X syndrome. *Hum Mol Genet.*, 2011, 20(11): 2213-24.
2. Fahrioglu U et al. mRNA expression analysis and the molecular basis of testis defects in Dmrt1 mutant mice. *Sex Dev.*, 2007, 1(1): 42-58.
3. Fawcett D. Ultrastructure and function of the Sertoli cell. *Handbook of Physiology, Section 7, Endocrinology*, 1975, Vol 5, Male Reproductive System: 21-55.
4. Gow A et al. CNS myelin and sertoli cell tight junction strands are absent in *Osp/claudin-11* null mice. *Cell.*, 1999, 99(6): 649-59.
5. Haverfield JT et al. Adult Sertoli cell differentiation status in humans., in *Sertoli cell biology*, Griswold, M.D., Editor Elsevier: Waltham, MA, 2015, p. 81-98.
6. Hazra R et al. Temporal role of Sertoli cell androgen receptor expression in spermatogenic development. *Mol Endocrinol*, 2013, 27(1): 12-24.



7. Hedger MP, Winnall WR. Regulation of activin and inhibin in the adult testis and the evidence for functional roles in spermatogenesis and immunoregulation. *Mol Cell Endocrinol.*, 2012, 359(1-2): 30-42.
8. Hess RA, Vogl AW. Sertoli cell anatomy and cytoskeleton, in *Sertoli cell biology*, Griswold, M.D., Editor Elsevier: Waltham, MA, (2015) p. 1-56.
9. Hogarth CA. Retinoic acid metabolism, signalling and function in the adult testis, in *Sertoli cell biology*, Griswold, M.D., Editor Elsevier: Waltham, MA, 2015, p. 247-272.
10. Kaur G et al. Sertoli cells--immunological sentinels of spermatogenesis. *Semin Cell Dev Biol.*, 2014, 30: 36-44.
11. Kent T et al. ALDH Enzyme Expression Is Independent of the Spermatogenic Cycle, and Their Inhibition Causes Misregulation of Murine Spermatogenic Processes. *Biol Reprod.*, 2016, 94(1): 12.
12. Lin YT, Capel B. Cell fate commitment during mammalian sex determination. *Curr Opin Genet Dev.*, 2015, 32: 144-52.
13. Matson CK et al. DMRT1 prevents female reprogramming in the postnatal mammalian testis. *Nature*, 2011, 476(7358): 101-4.
14. Mazaud-Guittot S et al. Claudin 11 deficiency in mice results in loss of the Sertoli cell epithelial phenotype in the testis. *Biol Reprod.*, 2010, 82(1): 202-13.
15. Meachem SJ et al. Neonatal exposure of rats to recombinant follicle stimulating hormone increases adult Sertoli and spermatogenic cell numbers. *Biol Reprod.*, 1996, 54(1): 36-44.
16. Meng J et al. Sertoli cell-specific deletion of the androgen receptor compromises testicular immune privilege in mice. *Biol Reprod.*, 2011, 85(2): 254-60.
17. Mruk DD, Cheng CY. The Mammalian Blood-Testis Barrier: Its Biology and Regulation. *Endocr Rev.*, 2015, 36(5): 564-91.
18. Nicholls PK et al. Retinoic acid promotes Sertoli cell differentiation and antagonises activin-induced proliferation. *Mol Cell Endocrinol.*, 2013, 377(1-2): 33-43.
19. Ohta K et al. Male differentiation of germ cells induced by embryonic age-specific Sertoli cells in mice. *Biol Reprod*, 2012, 86(4): 112.
20. Rebouret D et al. Sertoli cells control peritubular myoid cell fate and support adult Leydig cell development in the prepubertal testis. *Development*, 2014, 141(10): 2139-49.
21. Sugimoto R et al. Retinoic acid metabolism links the periodical differentiation of germ cells with the cycle of Sertoli cells in mouse seminiferous epithelium. *Mech Dev.*, 2012, 128(11-12): 610-24.
22. Tarulli GA et al. A survey of Sertoli cell differentiation in men after gonadotropin suppression and in testicular cancer. *Spermatogenesis*, 2013, 3(1): e24014.
23. Van Haaster LH et al. The effect of hypothyroidism on Sertoli cell proliferation and differentiation and hormone levels during testicular development in the rat. *Endocrinology*, 1992) 131(3): 1574-6.

24. Vogl AW. Changes in the distribution of microtubules in rat Sertoli cells during spermatogenesis. *Anat Rec.*, 1988, 222(1): 34-41.

25. Welborn JP et al. Rhox8 Ablation in the Sertoli Cells Using a Tissue-Specific RNAi Approach Results in Impaired Male Fertility in Mice. *Biol Reprod.*, 2015, 93(1): 8.

26. Yao HH et al. Establishment of fetal Sertoli cells and their role in testis morphogenesis, in *Sertoli cell biology*, Griswold, M.D., Editor Elsevier: Waltham, MA, 2015, p. 57-80.

27. Zimmermann C et al. Research resource: the dynamic transcriptional profile of sertoli cells during the progression of spermatogenesis. *Mol Endocrinol.*, 2015, 29(4): 627-42.

**ДИНАМИКА ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ  
РЕКИ ДНЕСТР НА УЧАСТКЕ КАМЕНКА – СЛОБОДЗЕЯ  
ЗА ПЕРИОД 2013-2017 гг.**

*ЕРОШЕНКОВА ВИКТОРИЯ, БУЛЬМАГА К. П.,  
Государственный университет «Димитрие Кантемир»*

**Введение.** Река Днестр является главной рекой нашего региона, ее длина в пределах Приднестровья составляет 425 км., поэтому вопросы о рациональном использовании водных ресурсов реки Днестр и изучение гидрохимических показателей с целью анализа и оценки состояния реки являются основополагающими. Как показано авторами [1], в настоящее время происходит мощное антропогенное воздействие на экосистему Днестра, которое в дальнейшем может привести к необратимым процессам и деградации реки в целом. Анализ риска загрязнения экосистем Дубоссарского водохранилища и Нижнего Днестра описано в работах [2,3].

**Целью данной** работы является определение показателей превышающие ПДК на исследуемом участке реки Днестр за определенный промежуток времени и произвести оценку частоты встречаемости неблагоприятных случаев с последующим их описанием по районам и показать наглядно динамику загрязняющих веществ в виде гистограмм.

**Материалы и методы.** Для анализа были использованы данные створов гидрологических постов: Каменка, Рыбница, Дубоссары, Григориополь, Бендеры, Тирасполь, Слободзея. Пробы воды в реке Днестр отбирались ежемесячно с одних и тех же створов за период с 2013 – 2017гг. Анализ проб производился на определение следующих ингредиентов (загрязняющих веществ): рН, взвешенные вещества, БПК<sub>5</sub>, азот аммонийный, азот нитритный, азот нитратный, фосфаты, железо общее, хром, медь, никель, фенол, нефтепродукты, СПАВ, магний, кальций, жесткость, хлориды, сульфаты, сухой остаток, щелочность, жиры, растворенный кислород. Экспериментальные данные получены ГУ "ГС "Республиканский гидрометеорологический центр" лабораторно-аналитического отдела Управления экологического мониторинга и экспертизы Министерства сельского хозяйства и природных ресурсов ПМР.

Событие считалось неблагоприятным, если измеренная величина показателя превышала значение установленной для него предельно допустимой концентрации (ПДК).

Частота наступления неблагоприятного события определялась как отношение числа измерений с превышением ПДК к общему числу измерений данного показателя за соответствующий период наблюдений, выраженное в процентах.

Статистическую обработку данных и построение графиков проводили с помощью программы Excel.

Оценку частоты возникновения неблагоприятных событий выполняли для каждого измеренного показателя, а затем проводили анализ по следующим группам показателей:

- физические свойства (прозрачность, температура, запах, цветность, рН, плавающие вещества, мутность);
- показатели режима кислорода (растворенный кислород, ХПК, БПК<sub>5</sub>);
- биогенные вещества (аммиак по азоту, нитриты, нитраты);
- специфические показатели: нефтепродукты, железо общее.

**Результаты и их обсуждение.** Исследования проводились за период (2013-2017гг.) по районам р. Днестр от Каменки до Слободзея. Было рассмотрено и проанализировано 23 показателя из которых выявлено 6 показателей превышающие ПДК, что составляет 26% от нормы. Анализировались показатели по 4 группам: 1 группа - физические показатели – превышений не обнаружено. 2 группа – показатели режима кислорода, а именно показатель БПК<sub>5</sub>, его процент превышения составил 1,7% от всех превышений. 3 группа – биогенные вещества составили 50% от всех превышений к их числу принадлежат: азот аммонийный, азот нитритный, азот нитратный. 4 группа – специфические показатели их превышение составило 33,3%, которое приходится на нефтепродукты и общее железо.

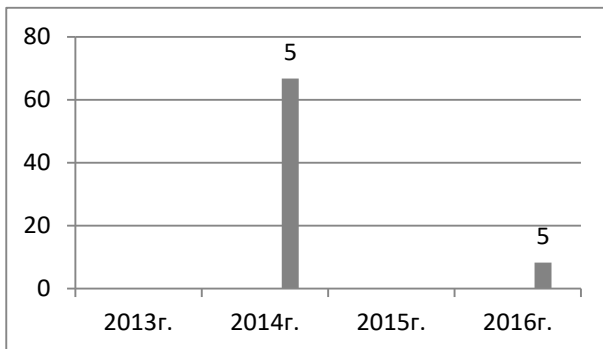
#### **Анализ отклонений от норм ПДК по населенным пунктам**

**Каменка:** в пробах воды обнаружено значительное превышение ПДК по нефтепродуктам. Максимальная частота превышения ПДК по этому показателю имела место в 2014г. и составляет 66,7%, снижение этого показателя было в 2016г и составляло 8,3%. Этот район в сравнении с другими является самым незагрязненным и благоприятным по гидрохимическим показателям (рис.1).

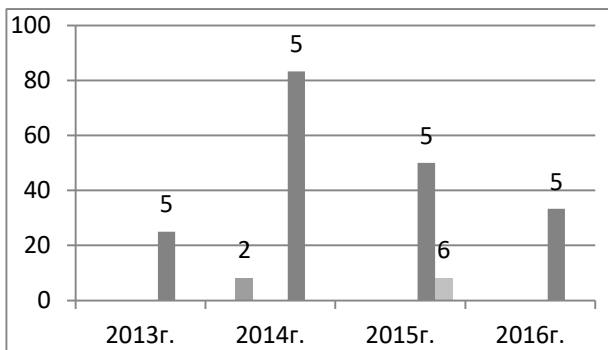
Данные которые подтверждают факт загрязнения нефтепродуктами реки Днестр в марте и в июль 2017 в Каменки, Сороках, Суклеи методом бактериопланктоном показано и авторами [5]. Ими установлено, что качество воды Днестра определяемой бактериями фенол – окислителями соответствуют II и III классу, а нефти

- окислителями, третьему классу качество (зона мезосапробо) и IV классу (зона полисапробо).

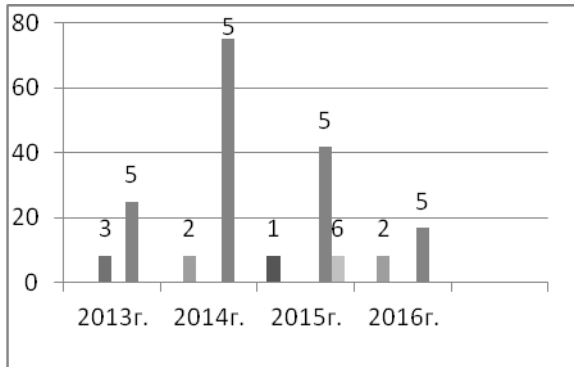
Каменка



Рыбница

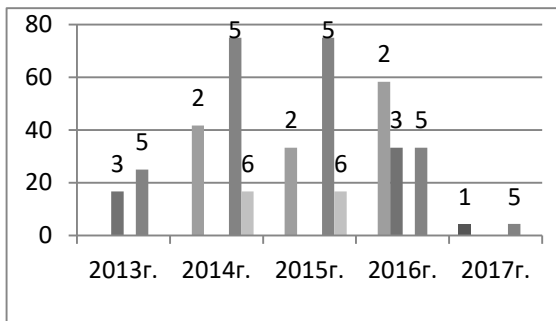


Дубоссары

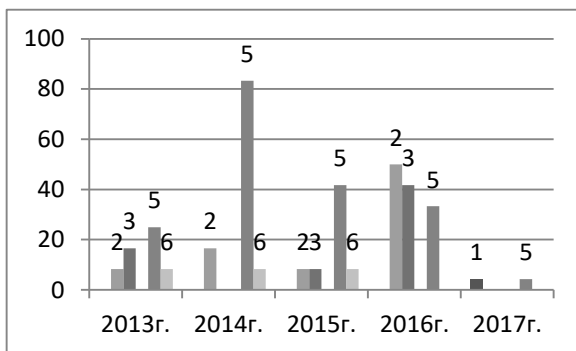


Григориополь

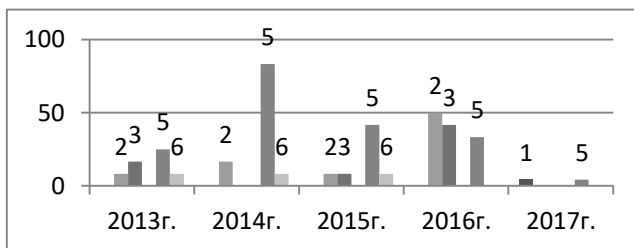
Бендеры



Тирасполь



Слободзея



**Рис.1.** – Динамика частоты превышения ПДК показателей качества воды в р. Днестр по городам Приднестровья: 1 – показатели режима кислорода; 2 – азот аммонийный; 3– азот нитритный; 4 – азот нитратный; 5– нефтепродукты; 6 – общее железо.

**Рыбница:** для этого района характерно превышение ПДК по нефтепродуктам на протяжении всего исследуемого периода с максимальной частотой в 2014г. - 83,3 % и постепенным снижением в 2015г -50% и 2016г.-33,3%. В 2015г. было превышение ПДК по железу - 8,3%. Биогенные вещества были обнаружены в 2014г. и составляло 8,3%. Превышение ПДК для этого района приходится на весенний период времени (рис.1).

**Дубоссары:** за данный период времени превышения ПДК по нефтепродуктам наблюдалось за весь период с максимальным его превышением в 2014г и составляло 75 %, и понижение этого показателя наблюдалось в последующие годы: в 2015г - 41,7%, 2016г. -16,7%. Превышение по железу обнаружено в 2015г, что составило 8,3%. По режиму кислорода неблагоприятный период зафиксирован в 2015г - 8,3%. Незначительное превышение ПДК по биогенным показателям наблюдалось в 2013г. - 8,3%, 2014г. -8,3% , 2016г. -8,3% и имеет сезонную характерность так как превышение ПДК происходило в весеннее – летний период (рис.1).

**Григориополь:** превышение ПДК по нефтепродуктам было зафиксировано на протяжении всего периода с мксимальным подъемом в 2014г - 75% и 2015г - 58,3% с минимальным его показателем в 2016г – 8,3% и в 2017г - 4,3%. Железо имеет превышение ПДК только в 2014г - 8,3% и связано это скорее всего с сезонностью и другими участками по течению реки. По биогенным показателям превышение ПДК было в 2013г - 16,7%, 2014г -16,7%, 2016г - 16,7% и имеет однозначно сезонную направленность выявлений весной и летом. В 2017г было превышение по нефтепродуктам (4,3%) и по показателям кислорода 4,3% (рис.1).

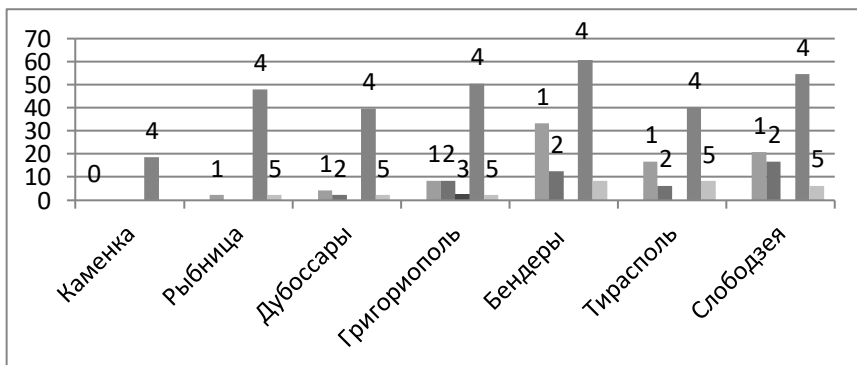
**Бендеры:** по сравнению с другими участкам максимальное превышение ПДК по нефтепродуктам было выявлено в течении двух лет - 2014г и 2015г, что составляло 75% с последующим снижением в 2016г - 3,3%, 2017г - 4,3%. Значительное превышение выявлено по биогенным показателем с максимальным превышением ПДК в 2014г - 41,7% и в 2016г- 33,3%, незначительное превышение наблюдалось в 2013г - 16,7%. Обнаружено повышение ПДК по железу с максимальным подъемом в 2014г -16,7% , 2015г - 16,7% и имеет сезонную взаимосвязь в весенний и летний период года. По результатам исследований этот участок один из самых загрязненных по биогенным показателям и нефтепродуктам (рис.1)



**Тирасполь:** как и в других районах максимальное превышение ПДК по нефтепродуктам наблюдалось в 2014г – 75%, с последующим понижением в 2016г – 25 %, в 2017г - 4,3%.

Самый неблагоприятный район по специфическому показателю - железо, превышение ПДК которого было выявлено во всех годах с максимальным его содержанием 8,3% и имеет характерную сезонность не только в летнее - осенний период, но и осенний. По биогенным показателям максимальное превышение ПДК выявлено в 2016г – 41,7% и имеет особенность в том, что в течение всего этого года наблюдалось превышение с максимальным пиком в летний период (рис.1)/

**Слободзея:** наблюдалось превышение ПДК по нефтепродуктам с максимальным значением в 2014г – 83,3% и постепенным снижением в 2015г - 41,7%, 2016г. - 33,3 % и в 2017г – 4,3%. По биогенным показателем значительное превышение наблюдалось в 2016г – 46% с пиком в летний период, в 2013г, и 2014г по 16,7% . Превышение по железу было в 2013г, 2014г, 2015г и составляло 8,3% , имеет сезонность летнего периода (рис.1)



**Рис. 2.** – Изменение средней частоты превышения ПДК показателей качества воды по течению р. Днестр за 2013-2017гг. : 1 – азот аммонийный; 2– азот нитритный; 3 – азот нитратный; 4– нефтепродукты; 5 – общее железо.

На рисунке 2 мы видим значительное превышение ПДК по нефтепродуктам с максимальным пиком на всем исследуемом участке реки, но самой неблагоприятной ситуации по этому показателю на протяжении всей реки было в районах Рыбницы, Бендер и Слободзеи. По биогенным веществам значительное превышение ПДК отмечалось в районе Бендер и немного меньшим превышением в районах

Григориополя, Тирасполя, Слободзеи. Показатель по железу начал превышать с района Григориополя и по течению реки до Слободзеи имел повышенный, стабильный процент.

Анализ полученных данных о состоянии качество воды Днестра в период 2013-2017 гг показывает, что самая чистая вода в районе Каменки (где обнаружены только нефтепродукты). В районах остальных городов качество воды сильно ухудшается, оно содержит много загрязнителей, и это можно объяснить, тем что эти города являются сильными антропогенными источниками загрязнения.

Необходимо отметить, что и другие ранее исследования [4], также показывают высокий уровень загрязнения вод р. Днестра. Так, степень загрязнения и токсичности поверхностных вод реки Днестра в регионе “Бендеры - Тирасполь” показан интегральный уровень загрязнения. Оценка загрязненности и токсичности поверхностных вод региона “Бендеры - Тирасполь” осуществлялось с помощью теста “Всхожесть семян Кресс – Салата ( *Lepidium Sativum*)”]. Авторами установлено, что слабая степень загрязнения вод характерна для следующих точек: р. Днестр (500 м выше по течению от реки Бык, у моста в г. Бендеры; на выходе из с. Суклея), ручей с. Чобручи, а также для осадков этого периода.

Средняя степень загрязненности вод характерна для точек : р. Днестр (центр г. Тирасполь, реки Бык, Ботна, Турунчук, Кучурганское водохранилище). Сильная степень загрязнения вод характерна для ручья Светлый, г. Тирасполь.

### **Выводы**

1. На исследуемом участке Днестра от г. Каменка до г. Слободзея неблагоприятные ситуации с наибольшей частотой повторения связаны с нефтепродуктами, наблюдался максимальный пик повышения ПДК по всем районам в 2014г. Установлено характерная сезонная связь между специфическим показателем железа и обнаружение его в весенний - летний период, железо превышало ПДК в 2 раза по всему участку реки с максимальным превышением по частоте встречаемости за исследуемый период в районе Тирасполя, Слободзея и Бендеры. Обнаружен интересный факт, связанный с тем, что в 2015г железо превышало ПДК по всей исследуемой территории реки, кроме Григориополя. По биогенным показателям превышение ПДК в основном приходило на весенний и летний период – это вероятно связано с тем, что таяние снега приводит к смыву удобрений сельскохозяйственных угодий и животноводческих построек, которые находятся на склонах и не имеют необходимого благоустройства.

Наличие аммонийного азота в реке, говорит о фекальном загрязнении реки.

2. При анализе гидрохимических исследований участков реки видно, что водные объекты подвергаются интенсивному антропогенному загрязнению, в результате чего может нарушиться экологическое равновесие в водоеме, приводящее к уже необратимым последствиям. Для снижения степени загрязнения окружающей среды (ОС) необходимо решать проблемы утилизации отходов животноводческой продукции, как одного из источника загрязнения реки и внедрению очистных сооружений на предприятиях которые являются загрязнителями ОС.

3. Необходим дальнейший мониторинг гидрохимических показателей с целью прогнозирования потенциальных рисков для водной экосистемы и здоровья нашего населения. Есть необходимость в проведении анализа и оценки неблагоприятных случаев превышения предельно-допустимых концентрации на всем участке реки Приднестровья.

#### **Литература:**

1. Ерошенкова В.А., Лукашева Н.В., Медведева Н.Л. К вопросу об экологических рисках загрязнения реки Днестр // Вестник студенческого научного общества естественно-географического факультета ПГУ / Ред. кол. С.И. Филипенко, В.Г. Фоменко, В.Ф. Хлебников и др. – Вып. 2. – Тирасполь: Изд-во Приднестр. ун-та, 2018. – С. 216-221. 2009-2012 гг.

2. Капитальчук И., Ерошенкова В. Сравнительный анализ риска загрязнения экосистем Дубоссарского водохранилища и Нижнего Днестра // Hydropower impact on river ecosystem functioning : Proceedings of the International Conference, Tiraspol, Moldova, October 8-9, 2019 / ed. members: Ilya Trombitsky [et al.] ; sci. com.: Elena Zubcov [et al.]. – Tiraspol : Eco-Tiras, 2019 (Tipogr. «Print-Caro»). – С. 139-142.

3. Капитальчук И., Кольвенко В., Гребенщиков В., Гавриленко Л., Гребенщикова Н., Ерошенкова В. Влияние гидротехнических сооружений на паводковый режим реки Днестр // Hydropower impact on river ecosystem functioning : Proceedings of the International Conference, Tiraspol, Moldova, October 8-9, 2019 / ed. members: Ilya Trombitsky [et al.] ; sci. com.: Elena Zubcov [et al.]. – Tiraspol : Eco-Tiras, 2019 (Tipogr. «Print-Caro»). – С. 142-147.

4. Колумбина Л.Ф. Бобейкэ В. А., Дедю И.И. Оценка загрязненности и токсичности поверхностных вод региона “Бендеры - Тирасполь” с помощью теста “Всхожесть семян Кресс – Салата (*Lepidium Sativum*)” . С. 149-150. Геоэкологические и биологические проблемы северного причерноморья.

Материалы IV Международной научно-практической конференции, г. Тирасполь, 9-10 ноября 2012 г.

5. Șubnețkii I., Jurminscaia O., Negru M., Zubcov E. Evaluarea calității apei fluviului Nistru pe baza parametrilor cantitativi și calitativi ai bacterioplanctonului, С. 230-234. Биоразнообразие и факторы, влияющие на экосистемы бассейна Днестра. Материалы научно-практической конференции (с международным участием). Тирасполь, 16-17 ноября 2018 г. Есо-ТИРАС, Тирасполь – 2018, с. 230-234 ].

## **СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЕПРОДУКТИВНЫХ КЛЕТОК РЫБ**

**ФЁДОРОВ НИКОЛАЙ,**

*Государственный университет «Дмитрий Кантемир»*

Процесс сперматогенеза и образования плазмы семени, разжижающей репродуктивных клеток, возрастает по направлению от головного отдела семенника к хвостовому, что выражается в изменении плотности расположения спермиев в этих отделах [4, 5]. У рыб концентрация спермиев в единице объема эякулята выше, чем у животных с внутренним оплодотворением, исключение составляют виды семейства осетровых (*Acipenseridae*), продуцирующие одновременно большое количество сравнительно жидких молок. А.С. Гинзбург отмечает, что в связи с этой особенностью у осетровых сперма хорошего качества имеет консистенцию цельного молока, а у лососевых и карповых похожа на густые сливки. Повышение концентрации спермиев в единице объема эякулята у рыб является, видимо, одним из приспособлений к достижению успешного оплодотворения в сложных условиях внешнего осеменения [5, 23].

Исследование строения сперматозоидов рыб представляет большой интерес, так как конкретные морфологические различия между спермиями отражают различия в филогении и функциональных возможностях [7, 14, 17]. У рыб спермии имеют те же основные отделы, что и мужские половые клетки других животных: головку, среднюю часть и хвост. Головка является вместилищем структур – носителей наследственной информации, средняя часть и хвост – комплексом, позволяющим спермию приблизиться и проникнуть в яйцеклетку [3, 7, 17, 20]. Головка спермия представляет собой преобразованное в процессе гаметогенеза ядро сперматогонимальной клетки и состоит в основном из дезоксирибонуклеопротеида. Здесь содержится материал гаплоидного набора хромосом, в силу чего абсолютное количество ДНК в головке спермия вдвое ниже, чем в ядрах соматических клеток [5, 17, 18]. Ядерная часть головки спермия одета собственной мембраной и покрыта снаружи цитоплазматической оболочкой, непрерывно продолжающейся на среднюю часть и хвостовой отдел спермия [5, 7].

Хрящевые рыбы с внешним осеменением имеют сперматозоиды с округлой головкой, слабо развитую среднюю часть, состоящую из нескольких плотно прижатых к головке митохондриальных телец, и сравнительно длинный (до 50 мкм) хвост, обычно с хорошо

выраженным концевым отделом [3, 7, 18].

Наряду с общими чертами строения спермии у хрящевых рыб очень крупные, имеют нитевидную форму. Общая длина спермия около 100 мкм, а длина головки – 30-40 мкм. Головка имеет акросому и ядро, среднюю часть и хвостовой жгут. Весь сперматозоид, от акросомы до жгутика, имеет штопорообразную форму. Спереди головка увенчана сравнительно небольшой (около 4 мкм) заостренной акросомой, имеющей несложное строение. Средняя часть содержит большое число митохондрий, расположенных рядом с продольным тяжем из электронно-плотного материала. В задней части митохондриальной муфты лежат две центриоли. От дистальной отходят аксонема с паттерном микротрубочек 9+2, окруженная двумя продольными тяжами, расположенными с боков от аксонемы и тянущимися по всей длине хвостового жгута. В средней части имеются гранулы гликогена. Спермии химеровых рыб близки по строению к спермиям акул и скатов, однако у них менее развиты ядро и средняя часть и не выявлена проксимальная центриоль. Таким образом, наиболее заметной особенностью спермиев хрящевых рыб, отличающей их от других многоклеточных животных, является расположение центриолей, которые удалены на значительное расстояние от ядра. Между ядром и центриолями расположены митохондрии, сгруппированные вокруг электронно-плотной оси. Аксонема начинается от дистальной центриоли и укреплена по бокам двумя или одним электронно-плотными периферическими тяжами [3, 7, 17]. Отсутствие проксимальной центриоли в сперматозоидах химер и наличие одного, а не двух тяжей в хвостовом отделе гамет рассматривается как апоморфные (приобретенные позднее) характерные признаки [17, 20].

Репродуктивные клетки хрящевых рыб отличаются от костистых рыб тем, что имеют акросому [2, 8, 9, 16, 18, 19, 23, 24], более длительный период подвижности [8, 10, 12] и содержат акрозин [22, 24]. Акрозин (сернивая протеаза) – это фермент, который образуется акросомным комплексом спермия, участвует в процессе проникновения спермия в яйцо через вителлиновый слой *zona pellucida* (в самом спермии акрозин находится в проэнзиматической форме и неактивен) [6, 21].

Сперматозоиды осетровых видов рыб имеют продолговатую головку с передней частью, называемой акросомной, цилиндрическую среднюю часть с центриолярным комплексом, и хвост со структурой микротрубочек (фибрилл) 9+2 [7, 9, 16, 19, 23].

Составной частью головки спермия является акросома,

способствующая преодолению оболочки яйца при оплодотворении [1, 5, 7, 9, 11, 18, 23]. У рыб, как и у других животных в образовании акросомы принимает участие аппарат Гольджи [5, 24]. У спермиев хрящевых ганоидов акросома имеет вид плоского колпачка, плотно прилегающего к передней части головки [5, 7, 19, 23].

Средняя часть спермиев состоит из комплекса митохондриальных телец и двух центриолей (проксимальной и дистальной) и вакуолей [2, 7, 13, 17, 24]. Как и в других клетках, митохондрии спермия являются генераторами энергии, обеспечивающими функционирование аппарата движения [5, 7, 9]. Количество митохондриальных компонентов может отличаться между осетровыми видами рыб [13]. Митохондрии являются источником для генерации АТФ в процессе подвижности сперматозоидов [7, 10].

У осетра, белуги и севрюги митохондриальный комплекс равномерно окружает участок осевого стержня, ограниченный спереди проксимальной центриолой, а сзади дистальным центриолярным кольцом [2, 23, 24]. Вакуоли, состоящие из липидной капли, часто наблюдаются в области средней части сперматозоидов различных видов рыб [7], и были обнаружены у многих осетровых [13], кроме озерного осетра *A. fulvescens* [17].

Большинство видов костистых рыб с внешним осеменением имеют спермии с довольно слабо развитой средней частью, которая состоит из нескольких шаровидных митохондриальных телец и двух центриолей. Количество митохондриальных телец варьирует у разных видов от 1 у окуня до 20 и более у золотой орфы *Idus melanotus*, однако их число обычно не превышает 4-5 [5, 7, 17]. У некоторых видов рыб митохондриальный комплекс располагается в углублении заднего отдела головки [2]. Чаще всего это округлое образование плотно прилежит к заднему отделу головки спермия [5, 7, 17].

Митохондриальный комплекс покрыт цитоплазматической мембраной. У некоторых рыб она образует складку, отделяющую митохондрии от участка осевой нити хвоста, к которому они прилежат. Поэтому митохондриальные тельца не имеют непосредственного контакта с фибриллярным комплексом осевой нити [3, 5, 17].

Хвостовой отдел начинается сразу же за средней частью спермия и состоит из осевой нити и покрывающего ее чехла. Осевая нить берет начало от дистальной центриоли. Осевая нить образована тонкими фибриллами. Фибриллярный комплекс хвоста построен по общей схеме и состоит из двух одинаковых сравнительно более мощно развитых нитей (М-фибриллы) и окружающих их в виде кольца девяти двойных

нитей (L-фибриллы) [2, 9, 11, 13, 16, 19, 24]. Так в основном устроен хвост сперматозоидов большинства видов рыб.

Характерной особенностью сперматозоидов осетровых рыб являются боковые складки (ребра или гребни), образующиеся плазматической мембраной и расположенные вдоль большей части жгутика. Такие боковые складки у сперматозоидов осетровых отмечают многие исследователи: у белого лопатоноса [13], китайского осетра [25], сибирского осетра [23], персидского осетра [16], стерляди [24], белуги [19].

Складки появляются преимущественно вдоль горизонтальной плоскости и способствуют повышению гидродинамического эффекта, то есть, эффективности распространения волны движения спермия [8, 12, 14, 24].

Общая структура спермиев не всегда является единой для подотряда или даже для семейства [15, 17, 18]. Так, например, у некоторых рыб встречаются спермии со сферической, дискоидальной или вытянутой головкой, с числом митохондрий от 1 до 6. К. Маттеи [20] выделяет особый тип спермиев, для которого характерно овальное ядро с выпячиванием в базальной части, напротив которого лежат две центриоли. Основание ядра параллельно оси жгутика. Несколько митохондрий окружают переднюю часть жгутика [20].

Таким образом, на основании морфологии спермиев можно четко говорить о монофилии хрящевых рыб (*Chondrychthyes*). Также ясно отделяются друг от друга оба подкласса хрящевых рыб – пластиножаберные (*Elasmobranchii*) и цельноголовые или слитночерепные (*Holocephali*). Представители других классов рыб демонстрируют очень разнообразные спермии.

### **Библиография:**

1. Балан И.В., Борончук Г.В. Криомембранология. Кишинев, Типогр. АН РМ, 2003: 336.
2. Гинзбург А.С. Оплодотворение у рыб и проблема полиспермии. М.: Наука, 1968, 150.
3. Дроздов А.Л. и др. Морфология гамет животных. Значение для систематики и филогенетики. М.: Круглый год, 2000, 460.
4. Красильникова А.А. и др. Корреляция объемов эндоцеллюлярного протектора в криозащитных средах и внутриклеточной жидкости сперматозоидов осетровых рыб. *Естественные науки*, 2015, 3(52): 105-111.
5. Турдаков А.Ф. Воспроизводительная система самцов рыб. Фрунзе: Изд-во «ИЛИМ», 1972: 280.



6. Шмитова Н.С. и др. Роль тератозооспермии в неудачах программ вспомогательных репродуктивных технологий. Доктор.РУ, 2014, 8(96): 10-17.
7. Afzelius B.A. The functional anatomy of the spermatozoon. Proceedings Elsevier Science, 2013: 406.
8. Alavi S.M.H. et al. Sperm biology and control of reproduction in sturgeon: (II). Sperm morphology, acrosome reaction, motility and cryopreservation. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 2012, 22(3): 861-886.
9. Alavi S.M.H. et al. Protease in sturgeon sperm and the effects of protease inhibitors on sperm motility and velocity. Fish Physiology and Biochemistry, 2014, 40(5): 1393-1398.
10. Billard R. et al. Changes in the flagellum morphology of intact and frozen/thawed Siberian sturgeon *Acipenser baerii* (Brandt) sperm during motility. Aquac. Res., 2000, 31: 283-287.
11. Cherr G.N. et al. An acrosome reaction in sperm from the white sturgeon, *Acipenser transmontanus* Journal of Experimental Zoology, 2005, 232(1): 129-139.
12. Cosson J. et al. Plasticity of flagella shape during fish sperm motility. Aquaculture Europe, 2014, Abstracts: 276-277.
13. DiLauro M.N. et al. Sperm-cell ultrastructure of North American sturgeons. IV. The pallid sturgeon (*Scaphirhynchus albus* Forbes and Richardson, 1905). Can. J. Zool., 2001, 79: 802-808.
14. Gallego V. et al. Sperm motility parameters and spermatozoa morphometric characterization in marine species: A study of swimmer and sessile species. Theriogenology, 2014, 82(5): 668-676.
15. Hara M. et al. An ultrastructural review of the spermatozoa of Japanese fishes. Bull. Ocean Res., 1998, 33: 1-138.
16. Hatfe A. et al. Morphology and fine structure of the Russian sturgeon, *Acipenser gueldenstaedtii* (Acipenseridae, Chondrostei) spermatozoa. J. Appl. Ichthyol., 2012, 28: 978-983.
17. Jamieson B.G.M. Reproductive biology and phylogeny of fishes (Agnathans and Bony Fishes). Part 1. Phylogeny, Reproductive System, Viviparity, Spermatozoa. Enfield: Science Publishers, 2009: 802.
18. Lahnsteiner F. et al. Sperm morphology and ultrastructure in fish. Fish Spermatology. Oxford, UK: Alpha Science, 2008, 1-62.
19. Linhartova Z. et al. Morphology and ultrastructure of beluga (*Huso huso*) spermatozoa and a comparison with related sturgeons. Animal Reproduction Science, 2013, 137: 220-229.
20. Mattei X. Spermatozoon ultrastructure and its systematic implications in fishes. Canad. J. Zool., 1991, 69: 3038-3055.
21. Pinart E. et al. Acrosin activity is a good predictor of boar sperm freezability. Theriogenology, 2015, 83(9): 1525-1533.
22. Piros B. et al. Biochemical characterization of Siberian sturgeon *Acipenser baeri* and sterlet, *Acipenser ruthenus*, milt plasma and spermatozoa. Fish Physiol. Biochem., 2002, 26: 289-295.

23. Psenicka M. et al. Ultrastructural study on the fertilisation process in sturgeon (*Acipenser*), function of acrosome and prevention of polyspermy. *Animal Reproduction Science*, 2010, 117: 147-154.

24. Psenicka M. et al. Potential role of the acrosome of sturgeon spermatozoa in the fertilization process. *J. Appl. Ichthyol.*, 2011, 27: 678-682.

25. Wei Q. et al. Ultrastructure and morphology of spermatozoa in Chinese sturgeon (*Acipenser sinensis* Gray 1835) using scanning and transmission electron microscopy. *Theriogenology*, 2007, 67: 1269-1278.

**COMPOZIȚIA LIPIDICĂ A BIOMASEI TULPINILOR  
DE STREPTOMICETE ÎN URMA CULTIVĂRII PE MEDII  
COMPLEXE DUPĂ PĂSTRARE ÎNDELUNGATĂ**

*GARBUZNEAC ANASTASIA,*

*Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir”, Republica Moldova*

Streptomicetele procariote sunt de mare interes practic, datorită ciclului lor de viață unic și capacității sale de a produce metaboliți secundari: antibiotice, enzime, erbicide, agenți anticancerigeni, vitamine, imunomodulatoare, lipide, stimulatori de creștere a plantelor, etc. [5, 7, 11, 12, 14].

Conform datelor publicate, streptomicetele conțin o cantitate semnificativă de acizi grași polinesaturați în lipide, precum așa compuși ca difosfatidiglicerină, fosfatidietanolamină, fosfatidilinozitol, etc. [2, 15].

Streptomicetele – bacterii miceliale care sunt de natură omniprezentă, sunt participanți integri în activitatea biosferei. Participând la o varietate de procese geochimice, sunt capabili să modifice mulți compuși – atât naturali cât și xenobiotici, având un impact semnificativ asupra mediului. În diferite domenii ale practicii umane, abilitatea unică a streptomicetelor de a sintetiza o varietate enormă de diverse substanțe biologice active a fost folosită cu mult succes. În general, este recunoscut faptul că aceste substanțe sunt de o importanță deosebită pentru medicina clinică, industria microbiologică, agricultura și alte industrii [8, 16].

Printre diverșii metaboliți sintetizați de streptomicete, cele mai importante din punct de vedere al utilizării practice sunt antibioticele. De la descoperirea antibioticelor, s-a presupus că rolul lor ecologic constă doar în inhibarea concurenților din mediu. Cea mai mare parte a datelor care evidențiază rolul antibioticelor în viața populațiilor de microorganisme din sol se referă la manifestarea activității lor antagoniste [17]. Până în prezent, s-a stabilit că antibioticele au alte funcții, mai complexe. Există o părere, că în momentul în care apare o cascadă de evenimente (epuizarea resurselor inițiale, moartea unei părți a populației, urmată de acumularea de noi resurse în mediu), are loc formarea a antibioticelor ca mijloc de protecție a populației de apariția inevitabilă a concurenților în nișa ecologică cu noi rezerve de nutrienți [1].

Este cunoscut faptul, că lipidele îndeplinesc o serie de funcții: transportul (livrarea de medicamente și substanțe nutritive ca parte a lipozomilor sau eliminarea unui număr de compuși din celulă), energie (furnizând procese energetice care apar în celulă), reglarea activității celulare,

imunologice, regenerative (refacerea compoziției lipidice a membranelor), emulgare, etc. Acumularea de lipide de către streptomicete are o importanță deosebită, deoarece această proprietate poate fi folosită pentru a obține fracții lipidice fiziologic active pe scară industrială. În literatura din ultimii ani ai secolului XX și începutul secolului XXI, se pot găsi din ce în ce mai multe rapoarte despre dezvoltarea de noi produse terapeutice și profilactice, care includ în mod obligatoriu fosfolipide cu proprietăți hipolipidemice, hipocolesterolemice, precum și proprietățile antioxidanților și radioprotectoarelor. Există material generalizat semnificativ privind producerea și utilizarea sterinelor de origine microbiană, în plus, sunt furnizate date care indică oportunitatea utilizării sterinelor de origine microbiană pentru transformarea lor chimică sau biologică în vitamine din grupul D și hormonii androstani [4, 5].

Actinomicetele sunt bacterii Gram-pozitive și fac parte integrantă din ecosistemele terestre. Dintre microorganisme, se disting prin capacitatea lor de a forma compuși biologic activi din diverse structuri chimice cu diferite funcții biologice [18, 19]. Într-o serie de lucrări din ultimii ani, obiectele de cercetare au fost culturi legate de actinomicete – atât din colecții, cât și izolate din diferite tipuri de soluri (cernoziom, sod-podzolic, turbă, etc.).

Se știe că screening-ul streptomicetelor solului, care se bazează pe anumite criterii, permite cercetătorilor să identifice cele mai promițătoare tulpini. Sunt cunoscute și rezultatele studierii activității biosintetice a tulpinilor de streptomicete izolate de solurile părții centrale a Republicii Moldova [3].

Condițiile de cultivare, în special compoziția mediului nutritiv, au un efect semnificativ asupra lipogenezei microorganismelor [10]. Lipogeneza depinde de substanțele adăugate în mediul nutritiv ca sursă de carbon și azot [9]. Printre toți factorii ale mediului înconjurător, influența compoziției mediului de cultivare asupra creșterii și variabilității microorganismelor este cel mai bine studiată. Prezența diferitelor surse de carbon, azot, unele săruri în compoziția mediului nutritiv, o modificare a concentrației lor contribuie la creșterea predominantă a unei anumite variante a tulpinii-producent. Cu alte cuvinte, compoziția mediului poate spori procesul de disociere a culturii sau invers, o poate stabiliza.

Drept obiect de cercetare au servit tulpinile de actinomicete din Colecția Națională de Microorganisme Neapatogene ale Institutului de Microbiologie și Biotehnologie, izolate din probe de sol, colectate din partea centrală a Republicii Moldova: *Streptomyces fradiae* CNMN-Ac-11 și *Streptomyces massasporeus* CNMN-Ac-06.

În condiții de laborator, tulpinile de streptomicete au fost cultivate pe trei medii nutritive complexe lichide: 1 - mediu M-I: făină de porumb – 2,0; drojdie de panificație – 0,5;  $\text{CaCO}_3$  – 0,15, pH 7,0-7,2 [13]; 2 - mediul SP-I: făină de porumb – 2,0; făină de soia – 1,0;  $\text{NaCl}$  – 0,5;  $\text{CaCO}_3$  – 0,1; pH 7,0-7,2 [6]; 3 - mediul SP-III: făină de porumb – 2,0; făină de soia – 1,0;  $\text{NaCl}$  – 0,5;  $\text{CaCO}_3$  – 0,1;  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  – 3,0; pH 7,0-7,2.

Au fost efectuate studiile pentru a determina acumularea de biomasă și lipidelor totale în ea la tulpinile *Streptomyces massasporeus* CNMN-Ac-06 și *Streptomyces fradiae* CNMN-Ac-11, după păstrarea de lungă durată prin reînsămânțare periodică.

Ca urmare a studiilor, s-a constatat că la cultivarea pe mediul martor M-I (principala sursă de carbon este făina de porumb) a tulpinii *S. massasporeus* CNMN-Ac-06, randamentul biomasei a fost de  $11,53 \pm 0,83$  g / l și acumularea lipidelor totale în aceasta constituia 11,96%, iar la cultivarea tulpinii *S. fradiae* CNMN-Ac-11, randamentul biomasei a fost de  $6,09 \pm 2,60$  g / l, iar procentul al lipidelor totale a fost de 8,76%. La cultivarea celor două tulpini studiate pe mediu SP-I, randamentul de biomasă a arătat rezultate mai mici decât pe mediul M-I: tulpina *S. massasporeus* CNMN-Ac-06 -  $10,56 \pm 1,29$  g / l și *S. fradiae* CNMN-Ac-11 -  $5,95 \pm 1,26$  g / l. Cantitatea totală de lipide în biomasă ale tulpinilor *S. massasporeus* CNMN-Ac-06 și *S. fradiae* CNMN-Ac-11, dimpotrivă, a crescut comparativ cu mediul nutritiv martor (M-I) și a atins cota de 15,85% și 19,52%, respectiv. Pe mediu SP-I suplimentat cu 3,0 g / l de  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  (SP-III - principala sursă de carbon este făina de soia și porumb) în timpul cultivării tulpinii *Streptomyces fradiae* CNMN-Ac-11, randamentul de biomasă și procentul de lipide totale au fost mult mai mari decât pe mediul M-I ( $9,61 \pm 0,28$  g / l și 12,76%, respectiv), iar atunci când a fost cultivată tulpina *Streptomyces massasporeus* CNMN-Ac-06, randamentul de biomasă și cantitatea totală de lipide au atins rezultatul minim pe mediu SP-III ( $8,86 \pm 0,49$  g / l și 11,52%, respectiv).

Comparând capacitatea de a forma fracții lipidice primare și secundare ale tulpinilor studiate în timpul cultivării pe diferite medii nutritive, se poate remarca faptul că numărul de fracții lipidice fiziologic importante (fosfolipide și sterine) s-a schimbat semnificativ. Analiza conținutului principalelor fracțiuni lipidice a arătat că, în urma cultivării tulpinii *Streptomyces fradiae* CNMN-Ac-11, cantitatea maximă de fosfolipide pe mediu SP-III constituia 11,96%, trigliceride pe mediu SP-I - 14,47%, fracția de sterine pe mediul M-I - 12,97%. În ceea ce privește randamentul fracțiilor lipidice principale din biomasă tulpinii *Streptomyces massasporeus* CNMN-Ac-06, putem confirma creșterea randamentului cantității maxime de fosfolipide pe mediu SP-I

(12,15%), trigliceride pe mediu M-I (13,02%), sterine pe mediu SP-III (14,17%).

În urma studiului fracțiilor lipidice secundare din biomasa tulpinii *S. massasporeus* CNMN-Ac-06, randamentul lor maxim a fost atins după cultivarea pe mediul nutritiv complex M-I, iar la cultivarea biomasei tulpinii *S. fradiae* CNMN-Ac-11, mono- și digliceridele pe mediu SP-I au prezentat un procent majorat (11,63% și 10,85%, respectiv), esterii sterolici și ceridele pe mediul M-I.

Experimentele au arătat, că pentru a majora randamentul de biomasă al tulpinii *S. massasporeus* CNMN-Ac-06, este mai bine de a folosi mediul martor (M-I), iar pentru majorarea procentului de lipide totale - mediul SP-I. În ceea ce privește cultivarea tulpinii *S. fradiae* CNMN-Ac-11, cel mai bun rezultat al producției de biomasă pe mediu SP-III și o creștere a cantității de lipide totale, precum și a *S. massasporeus* CNMN-Ac-06, este recomandabil de a folosi mediul nutritiv complex SP-I. Pentru a majora randamentul fracțiilor lipidice fiziologice importante din biomasa tulpinilor *S. fradiae* CNMN-Ac-11 și *S. massasporeus* CNMN-Ac-06, este mai rațional de a cultiva pe mediul nutritiv SP-I.

Astfel, studiile au arătat că compoziția mediului joacă un rol semnificativ în productivitatea biomasei și lipidelor din tulpinile studiate. Numărul fracțiilor fiziologice importante poate fi majorat prin cultivarea acestor tulpini pe unul dintre mediile propuse.

Duc sincere mulțumiri doamnei dr. hab. în biol., prof. cerc. Burțeva Svetlana și domnului cerc. șt. sup. Bîrsa Maxim, din Institutul de Microbiologie și Biotehnologie pentru ajutorul acordat în efectuarea experiențelor.

#### Referințe bibliografice:

1. Barka E.A., Vatsa P., Sanchez L. și colab. Taxonomie, fiziologie și produse naturale ale actinobacteriilor. *Microbiol Mol Biol Rev* 2016; 80: 1—43. doi: 10.1128 / MMBR.00019-15
2. Bîrsa Maxim „Viability and variability of *Streptomyces canosus* CNMN-Ac-02 strain after lyophilization in the presence of compounds of cyanobacterial and plant origin”, PhD thesis in biological sciences, Chisinau, 2019.
3. Burțeva S.A. Substanțe biologice active ale streptomicetelor (biosinteză, proprietăți, perspective de aplicare). // Rezumat de disertație pentru gradul de doctor habilitat în științe biologice, Chișinău, 2002. 39 p.
4. Cates E.M. Tehnica lipidologiei. Moscova: lume, 1985. 304 p.
5. Creps, E.M. Lipidele membranelor celulare: Evoluția lipidelor creierului. Funcția de adaptare a lipidelor. Moscova: Nauka, 1981. 339 p.

6. Dedyukhina E.G., Eroshin V.K. Elemente chimice esențiale în reglarea metabolismului microorganismelor. În: *Progrese în microbiologie*, 1992, nr. 25, pag. 126-141.
7. Hoischen, C., Gura, K., Luge, C., G, J. Compoziția lipidelor și acizilor grași a membranelor citoplasmice de la *Streptomyces higroscopicus* și forma sa stabilă de tip L protoplast. În: *Journal of Bacteriology*, 179(11), pp. 3430-3436. ISSN 0021-9193.
8. Kolter R., van Wezel G.P. Goodbye to brute force in antibiotic discovery? 2016 Doi 10.1038/nmicrobiol.2015.20.
9. Kovalchuk L.P., Donets A.T., Burtseva S.A. Lipidele actinomicete. Chișinău: Știința, 1979. 104 p.
10. Konova I.V., Kasymbekova S.K. Disponibilitatea fosfatului ca factor în reglarea fiziologică a lipogenezei. În: *Izvestiya AN SSSR, ser. Biol.*, 1981, nr. 4, p. 594-600.
11. Kozyritskaya, V.E. Formarea carotenoidelor și lipidelor prin actinomicete galbene: dis. Doctor în științe biologice. Kiev, 1980.22 s.
12. Kozyritskaya, V.E., Valagurova, E.V., Petruk, T.V., Belyavskaya, L.A., Iutinskaya, G.A. Proprietăți biologice ale complexului de avermectină *Streptomyces avermitilis* YKM AC-2179. În: *Știința agricolă*. 2007, nr. 1, pp. 17-20. ISSN 1857-0003.
13. Mc Cormic J.R., Flardth K. Semnalizatoare și regulatoare care guvernează dezvoltarea *Streptomyces*. *FEMS Microbiol Rev* 2012; 36: 1: 206—231.
14. Petruk, T.V., Iutinska, G.O., Linik, V.V., Dzyatkivska, T.P. Fluxul avermectinelor pe urontă microbială și roșni. În: *Buletinul științific al Universității Cernăuți. Biologiya. (Sisteme biologice)*. 2005, nr. 10 (252), pag. 193-199. ISSN 2078-8673.
15. Spasic, J., Mandic, M., Djokic, L., Nikodinovic-Runic, J. *Streptomyces* spp. în caseta de instrumente pentru biocataliză. În: *Microbiologie aplicată și biotehnologie*. 2018, nr. 102 (8), p. 3513-3536. ISSN 0175-7598.
16. Van Dissel D., Claessen D., van Wezel G.P. Morfogeneza *Streptomicelor* în culturile scufundate. *Adv Appl Microbiol* 2014; 89: 1—45.
17. Vinogradova K.A., Bulgakova V.G., Polin A.N. *Streptomicetele* în lumina conceptului de bacterii „multicelulare”. Proces de conferință, 2016, p. 33-47.
18. Vinogradova K.A., Kozhevin P.A. Vzaimootnosheniya aktinomisetov s pochvennymi gribami i ih ispol'zovanie dlja biologicheskogo kontrolja fitopatogenov. *Mikologija i fitopatol* 2011; 45: 4: 289—302.
19. Zenova G. M., Zvyagintsev D.G. Varietate de actinomicete în ecosistemele terestre. M.: Editura Universității de Stat din Moscova, 2002.132 s.

**HELMINTOFAUNA CARASULUI-ARGINTIU-CARASSIUS  
GIBELIO (BLOCH, 1782), DIN DIVERSE BAZINE ACVATICE  
A REPUBLICII MOLDOVA**

*GOLOGAN ION,*

*Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir”, Republica Moldova*

**Introducere.** În piscicultură deseori este înregistrată moartea în masă atât a puietului, cât și a peștilor adulți. Acest fapt este strâns legat de suprapopularea bazinelor acvatice cu pește, ceea ce favorizează acumularea în aceste bazine a unui număr mare de agenți etiologici ce pot cauza apariția epizootiilor. Mai mult ca atât peștii bolnavi pot cauza prejudicii și altor gospodării atât timp cât este utilizat pentru repopularea altor heleștee [6].

Printre bolile peștilor un loc important îl ocupă bolile invazive, produse de agenți parazitari din diferite clase. Cele mai răspândite sunt parazitozele produse de protoști (flagelate, ciliate, sporozoare, cnidosporidii) și cele produse de către viermi sau helminți (monogene, trematode, cestode, nematode și acantocefali). Acești paraziți parazitează atât la peștii din bazinele acvatice naturale, cât și la cei din bazinele acvatice artificiale [4;5;7].

Carasul-argintiu este un pește de talie medie, cu o greutate de până la 3 kg, și o lungime de până la 45 cm. Are culoare argintie, cu diferite nuanțe în funcție de biotopul acvatic. Este un pește omnivor ce se hrănește cu plancton, nevertebrate și detritus. Carasul-argintiu este un pește originar din Orientul Îndepărtat, bazinul fluviului Amur. A fost adus în Europa în anul 1611 de către portughezi ca pește ornamental. Grație procesului activ de autoexpansiune, specia ocupă o poziție cosmopolită. La momentul actual statutul taxonomic al acestei specii rămâne neelucidat pe deplin [1].

Carasul-argintiu, ca de altfel și alte specii alogene (sânger, novac, cosaș, murgoi-bălțat, sorete, moș-de-Amur) sunt responsabile pentru introducerea accidentală a unor specii de helminți alogeni, noi pentru helmintofauna alohtonă [8].

**Materiale și metode.** Cercetările parazitologice au fost realizate în cadrul laboratorului de Parazitologie și Helmintologie al Institutului de Zoologie. Pentru cercetările ihtioparazitologice au fost colectate 211 exemplare de caras-argintiu din diverse biotopuri acvatice naturale și artificiale, și anume: fluviul Nistru (lacul de acumulare Dubăsari), râul Prut (Costești-Stânca), râul Bâc, lacul din Rezervația Naturală „Codrii”. Examenul parazitologic a fost efectuat după metodele uzuale acceptate în ihtioparazitologie [2;3].



Pentru determinarea gradului infestării cu helminți a fost utilizat indicele extensivității invaziei EI% și a intensității invaziei (exemplare/pește).

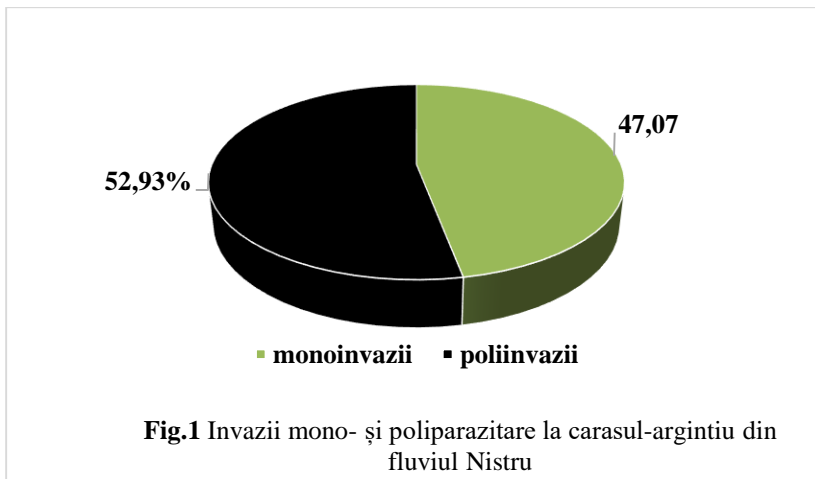
**Rezultate și discuții.** Cercetările ihtioparazitologice a helmintofaunei carasului-argintiu, din bazinele acvatice de la noi din țară, a pus în evidență prezența speciilor de helminți cu localizare diversă, încadrați sistematic în 4 clase (*Monogenea*, *Trematoda*, *Cestoda*, *Chromadorea*), 11 familii (*Dactylogyridae* Bychowsky, 1933, *Gyrodactylidae* Cobbold, 1864, *Diplozoidae* Palombi, 1949, *Gorgoderidae* Loos, 1899, *Diplostomidae* Poirier, 1886, *Lytocestidae* Hunter, 1927, *Bothriocephalidae* Blanchard, 1849, *Gryporhynchidae* Spassky & Spasskaya, 1973, *Capillariidae*, Zedder, 1800, *Philometridae* Baylis et Daubney, 1926, *Raphidascarididae* Hartwich, 1954) și 12 genuri (*Dactylogyrus*, *Gyrodactylus*, *Diplozoon*, *Eudiplozoon*, *Phyllodistomum*, *Diplostomum*, *Khawia*, *Bothriocephalus*, *Paradilepis*, *Pseudocapillaria*, *Philometroides*, *Rhaphidascaris*) (tab.1)).

**Tabelul 1.** Diversitatea helmintofaunei carasului-argintiu – *Carassius gibelio* (Bloch, 1782)

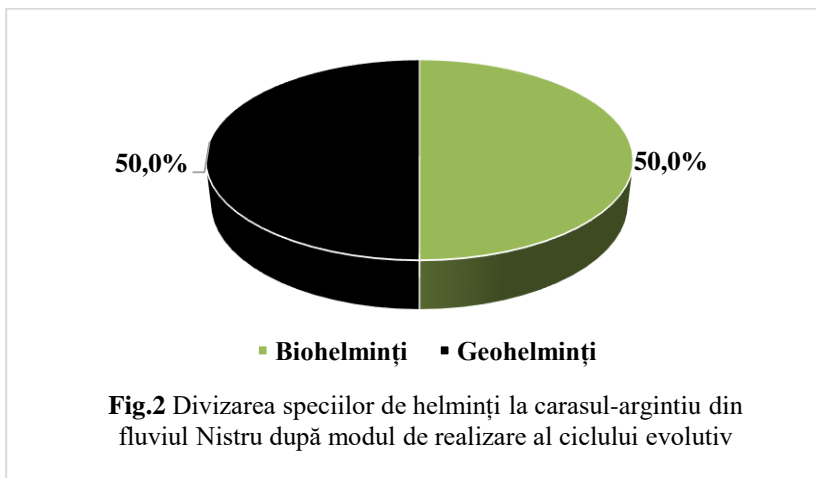
Clasa	Familia	Specia
<b>Monogenea</b>	<i>Dactylogyridae</i>	<i>Dactylogyrus</i> sp.
	<i>Gyrodactylidae</i>	<i>Gyrodactylus</i> sp.
	<i>Diplozoidae</i>	<i>Diplozoon paradoxum</i> <i>Eudiplozoon nipponicum</i>
<b>Trematoda</b>	<i>Gorgoderidae</i>	<i>Phyllodistomum folium</i>
	<i>Diplostomidae</i>	<i>Diplostomum spathaceum</i>
<b>Cestoda</b>	<i>Bothryocephalidae</i>	<i>Bothriocephalus opsariichthydis</i>
	<i>Lytocestidae</i>	<i>Khawia parva</i>
	<i>Gryporhynchidae</i>	<i>Paradilepis scolecina</i>
<b>Chromadorea</b>	<i>Philometridae</i>	<i>Philometroides sanguineus</i>
	<i>Capillariidae</i>	<i>Pseudocapillaria tomentosa</i>
	<i>Raphidascarididae</i>	<i>Raphidascaris acus</i>

Cercetările ihtioparazitologice efectuate asupra 70 de exemplare de caras-argintiu din fluviul Nistru (lacul de acumulare Dubăsari – or. Criuleni) au pus în evidență infestarea acestora cu următorii agenți parazitari: Clasa Monogenea 2 specii (*Dactylogyrus* sp. cu EI 38,57% de cazuri și II 1-64 de ex., *Eudiplozoon nipponicum* cu EI 4,28% iar II 1 exemplar); Clasa Trematoda 2 specii (*Phyllodistomum folium* – 2,85% cazuri, II – 1-3 ex.,

*Diplostomum spathaceum* – 21,4% cazuri, II – 1-6 ex.). Invaziile parazitare formate dintr-o singură specie de helminți erau prezente la 16 exemplare (47,07%). La 11 exemplare (32,35%) examinate au fost stabilite asociații poliparazitare formate din 2 specii de helminți, iar la 7 exemplare (20,58%) examinate asociații poliparazitare formate din 3 specii de helminți. Astfel, din totalul de pești examinați 47,07% exemplare erau infestate sub aspect de monoinvazie, iar 52,93% sub aspect de poliinvazie (fig1.).

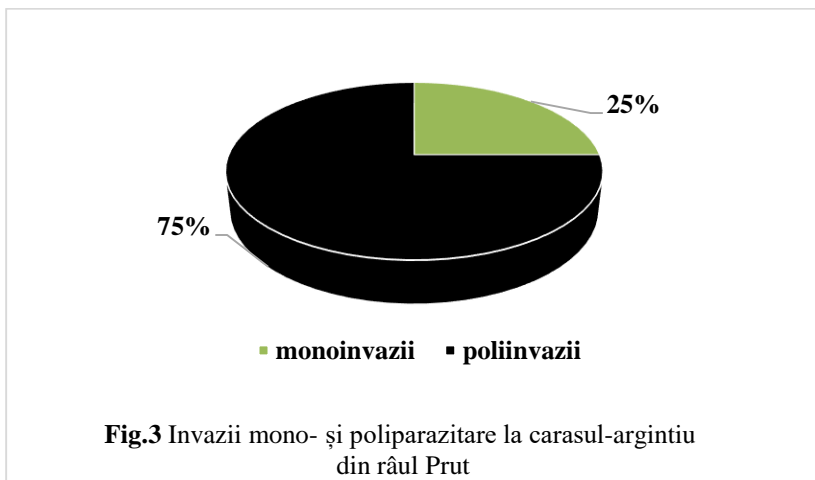


Dacă facem o divizare a speciilor de helminți depistate, după modul de dezvoltare acestea pot fi divizate în: biohelminți (50,0%) – specii de paraziți al căror ciclu de dezvoltare necesită prezența gazdei complementare; geohelminți (50,0%) – specii de helminți care nu necesită prezența gazdei complementare în ciclul lor de dezvoltare (fig.2).



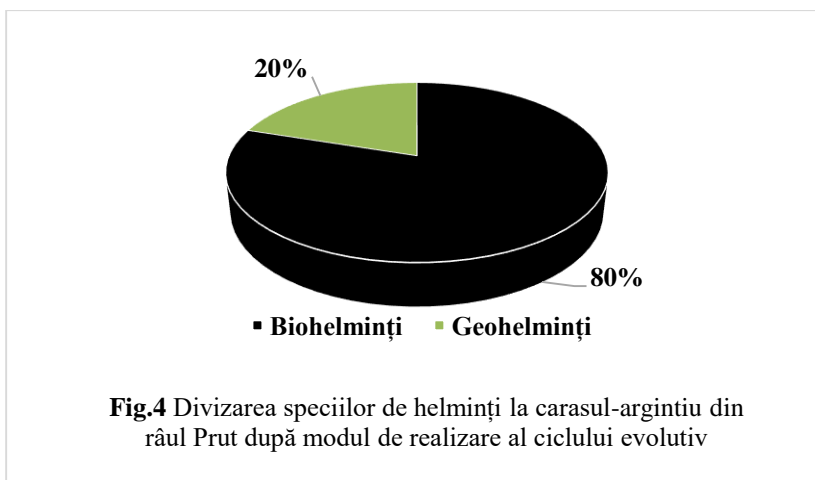
**Fig.2** Divizarea speciilor de helminți la carasul-argintiu din fluviul Nistru după modul de realizare al ciclului evolutiv

Cercetările ihtioparazitologice efectuate asupra 44 exemplare de caras-argintiu din râul Prut (Costești-Stânca) au pus în evidență infestarea acestora cu următorii agenți parazitari: clasa Monogenea 1 specie (*Dactylogyrus* sp. cu EI 27,27% iar II de câteva exemplare per specie); clasa Cestoda 3 specii (*Paradilepis scolecina* cu EI 11,36% iar II 2-6 exemplare, *Khawia parva* cu EI 2,27% iar II 1 exemplar, *Bothriocephalus opsariichthydis* cu EI 2,27% iar II 1 exemplar); clasa Chromadorea 1 specie (*Raphidascaris acus* (stadiul larvar) cu EI 6,81% iar II 1 exemplar). Invaziile parazitare formate dintr-o singură specie de helminți erau prezente la 4 exemplare (25,0%), iar la 12 exemplare examinate au fost depistate invazii poliparazitare (75,0%) (fig. 3), constituite din asociații de două specii de helminți (*Dactylogyrus* sp. + *Paradilepis scolecina*).



**Fig.3** Invazii mono- și poliparazitare la carasul-argintiu din râul Prut

Din totalul speciilor de helminți depistați la exemplarele de caras-argintiu din râul Prut, 80% erau reprezentate de biohelminți iar 20% de geohelminți (fig.4).



**Fig.4** Divizarea speciilor de helminți la carasul-argintiu din râul Prut după modul de realizare al ciclului evolutiv

Cercetările ihtioparazitologice a helmintofaunei carasului-argintiu din râul Bâc a pus în evidență infestarea acestora cu: helminți din clasa Monogenea - 3 specii (*Dactylogyrus* sp. cu EI 100% iar II de 29-153 exe., *Gyrodactylus* sp. cu EI 57,895 iar II de 4-15 ex., *Diplozoon paradoxum* cu EI

de 36,84% iar II de 1-7 ex.); clasa Trematoda 1 specie (*Diplostomum spathaceum* cu EI de 63,15% iar II de 1-3 ex.); clasa Chromadorea 1 specie (*Pseudocapillaria tomentosa* cu EI de 18,94% iar II de 2-5 ex.). Din totalul speciilor de helminți depistați la speciile de caras-argintiu din râul Bâc, 60% erau reprezentate de geohelminți iar 40% de biohelminți. Asociațiile poliparazitare erau reprezentate din 2, 3, 4 asociații de helminți (*Dactylogyrus* sp.+*Gyrodactylus* sp.; *Dactylogyrus* sp.+*Diplozoon paradoxum*; *Dactylogyrus* sp.+*Gyrodactylus* sp.+*Diplozoon paradoxum*, *Dactylogyrus* sp.+*Gyrodactylus* sp.+*Diplozoon paradoxum*+ *Pseudocapillaria tomentosa*).

Studiul parazitofaunei carasului-argintiu din lacul Rezervației Naturale „Codrii”, a permis de a evidenția la aceste specimene crustacee ectoparazite din genurile *Argulus* și *Lernaea*.

**Concluzii.** Studiul helmintofaunei carasului-argintiu din diverse bazine acvatice a Republicii Moldova a permis de a evidenția prezența speciilor de helminți cu localizare diversă, încadrați sistematic în 4 clase (*Monogenea*, *Trematoda*, *Cestoda*, *Chromadorea*), 10 familii (*Dactylogyridae* Bychowsky, 1933, *Gyrodactylidae* Cobbold, 1864, *Diplozoidae* Palombi, 1949, *Gorgoderidae* Loos, 1899, *Diplostomidae* Poirier, 1886, *Lytocestidae* Hunter, 1927, *Bothriocephalidae* Blanchard, 1849, *Gryporhynchidae* Spassky & Spasskaya, 1973, *Capillariidae*, Zedder, 1800, *Philometridae* Baylis et Daubney, 1926, *Raphidascarididae* Hartwich, 1954) și 11 genuri (*Dactylogyrus*, *Gyrodactylus*, *Diplozoon*, *Eudiplozoon*, *Phyllodistomum*, *Diplostomum*, *Khawia*, *Bothriocephalus*, *Paradilepis*, *Pseudocapillaria*, *Philometroides*, *Raphidascaris*);

Cercetările ihtioparazitologice efectuate asupra 70 de exemplare de caras-argintiu din fluviul Nistru (lacul de acumulare Dubăsari – or. Criuleni) au pus în evidență infestarea acestora cu următorii agenți parazitari: Clasa Monogenea 2 specii (*Dactylogyrus* sp. cu EI 38,57% de cazuri și II 1-64 de ex., *Eudiplozoon nipponicum* cu EI 4,28% iar II 1 exemplar); Clasa Trematoda 2 specii (*Phyllodistomum folium* – 2,85% cazuri, II – 1-3 ex., *Diplostomum spathaceum* – 21,4% cazuri, II – 1-6 ex.);

Cercetările ihtioparazitologice efectuate asupra 44 exemplare de caras-argintiu din râul Prut (Costești-Stânca) au pus în evidență infestarea acestora cu următorii agenți parazitari: clasa Monogenea 1 specie (*Dactylogyrus* sp. cu EI 27,27% iar II de câteva exemplare per specie); clasa Cestoda 3 specii (*Paradilepis scolecina* cu EI 11,36% iar II 2-6 exemplare, *Khawia parva* cu EI 2,27% iar II 1 exemplar, *Bothriocephalus opsariichthydis* cu EI 2,27% iar II 1 exemplar); clasa Chromadorea 1 specie (*Raphidascaris acus* (stadiul larvar) cu EI 6,81% iar II 1 exemplar);

Cercetările ihtioparazitologice a helmintofaunei carasului - argintiu din râul Bâc a pus în evidență infestarea acestora cu: helminți din clasa Monogenea - 3 specii (*Dactylogyrus* sp. cu EI 100% iar II de 29-153 exe., *Gyrodactylus* sp. cu EI 57,895 iar II de 4-15 ex., *Diplozoon paradoxum* cu EI de 36,84% iar II de 1-7 ex.); clasa Trematoda 1 specie (*Diplostomum spathaceum* cu EI de 63,15% iar II de 1-3 ex.); clasa Chromadorea 1 specie (*Pseudocapillaria tomentosa* cu EI de 18,94% iar II de 2-5 ex.).

Rezultatul studiului helmintofaunei carasului argintiu a pus a pus în evidență o diversitate mai mare a helmintofaunei din bazinele acvatice naturale (fluviul Nistru, râul Prut, râul Bâc), comparativ cu lacul din Rezervația Naturală „Codrii”.

#### Referințe bibliografice:

1. Bulat D. Ihti fauna Republicii Moldova: amenințări, tendințe și recomandări de reabilitare: Monografie / Dumitru Bulat; Acad. de Științe a Moldovei, Inst. De Zoologie al Acad. De Științe a Moldovei.-Chișinău: S. n., 2017. pag. 182-183.
2. Бауер О.Н. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Том 3. Издательство Наука. Ленинград. 1985.
3. Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб. Руководство по изучению. Издательство Наука. Ленинград. 1985. p. 90-111.
4. Васильков, Г.В. Болезни рыб / Г.В. Васильков, Л.И. Грищенко, В.Г. Енгашев.-М.: «Агропромиздат», 1989. -288 с.
5. Васильков, Г.В. Гельминтозы рыб / Г.В. Васильков. - М.: Изд-во «Колос», 1983.-208 с.
6. Головина Н.А. Паразитофауна плотвы (*Rutilus rutilus* L.) в водоемах московской области. Аграрный вестник Урала № 3 (121), 2014
7. Горчакова, Н.Г. Гельминтозы рыб Нижегородской области / Н.Г. Горчакова, Е.А. Зюзин, И.П. Смирнова [и др.] // Матер. международной науч. конф. - Казань, 2000, - С. 44-45.
8. Мариц Н.И., Набережный А.И., Олейникова В.Л. *Bothriosephalus gowkongensis* Yeh, 1955 (Cestoda: Pseudophyllidea) в водоемах Молдавии. Паразиты животных и растений. Выпуск IV. Москва 1968. с. 168

## MOLECULAR IDENTIFICATION OF FUMONISIN-PRODUCING FUNGI IN MAIZE

GRAJDIERU CRISTINA,

*The State University "Dimitrie Cantemir", Republic of Moldova*

**Introduction.** Fumonisin is a harmful mycotoxin produced by toxigenic fungi from the genus *Fusarium*, in particular *F. proliferatum*, *F. verticillioides* and several others [3, 7, 14, 16]. These species are part of natural soil biota and are associated with maize diseases like kernel rot and fusarium ear rot [10]. Fumonisins' adverse effects include severe organ-specific toxicoses in animals and these compounds are reported to be related to human esophageal cancer and have potential carcinogenic effect [1, 8]. FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, US Food and Drug Administration, European Union and several other organizations have established maximum levels of fumonisin content in non-processed maize (4 ppm) and maize meal (2 ppm) for human consumption [7]. Maize is one of the crops significantly affected by fumonisins worldwide [11].

Corn contamination with fumonisins occurs during field infestation of maize plants with *Fusarium* spp. and ear storage, especially when post-harvest practices are inadequate or neglected [5, 6, 13]. This leads to fungal propagation and kernel contamination. There are many effective methods for mycotoxin identification in crops; most comprise chromatography-based assays and ELISA [2, 12, 15, 17]. However, molecular identification of toxigenic *Fusarium* species based on amplification of specific genomic sequences associated with mycotoxin synthesis has more potential as an effective tool to assess emerging risks of maize contamination prior to planting. Current paper outlines *Fusarium* genome sequences that are associated with fumonisin synthesis and a protocol for PCR identification of several *Fusarium* toxigenic species.

### Materials and methods

**DNA extraction.** Total DNA for PCR identification was isolated from infected maize cobs using ISO 21571:2005 extraction protocol [4] with modifications. No *Fusarium* inoculation and propagation on artificial media was performed.

**Amplification and amplicon visualization.** PCR was performed in 25  $\mu$ l of mix containing: 66 mM Tris-HCl (pH 8.4), 16 mM  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , 2.5 mM  $\text{MgCl}_2$ , 0.1 % Tween 20, 7% glycerol, 0.01  $\mu$ g BSA, 0.2 mM of each dNTPs, 1.25 U Taq DNA polymerase (Thermo Fisher Scientific), 5 pM of each primer and 10 ng of DNA template.

Nested-PCR protocol included in round I 1 cycle denaturation at 95°C for 3 min, followed by 30 sec denaturation at 95°C, annealing at 60°C for 30 sec, extension at 72°C for 30 sec for 30 cycles. Second round included 30 sec denaturation at 95°C, annealing at 60°C for 30 sec, elongation at 72°C for 30 sec for 30 cycles. Terminal elongation was 7 min at 72°C.

Primers for *Fusarium* spp. identification were designed using Primer3 based on genome sequences associated with fumonisin production [9] Primers' characteristics are shown in Table 1.

Table 1. Primers used for *Fusarium* spp. identification

Primer	Primer sequence	Species	Target sequence
Fc1(F)	GACCGGTCACCTTGATCTACCAG	Fusarium spp.	Fusarium common final elongation factor 1a (tef1) gene
Fc6(R)	ACATACCAATGACGGTGACATAGT		
Fc3(F)	CCATCGAGAAGTTTCGAGAAGGTT		
Fc4(R)	CCCAGGCGTACTTGAAGGAA		
fufum6ve1 (F)	GCCTTTGTTTGGGGCCATGA	Fusarium verticillioides	Fusarium verticillioides isolate 17L oxygenase (fum6) gene, partial cds (KF889190.1)
fufum6ve4 (R)	CTGAGACCCTCGCCAGTTTTG		
fqfum6ve2 (F)	TCGCCCTTTGCACCATTGAC		
fqfum6ve3(R)	AGCCTGCCGCTTGAACCTTG		
fprfum61(F)	TCGGATTGTCACGCCTTTGT	Fusarium proliferatum	Fusarium proliferatum isolate 85L oxygenase (fum6) gene, partial cds (KF889207.1)
fprfum64(R)	GTCCTTGCGGTTTCAGCATTG		
fqprfum62 (F)	ATCGCCCTCTGCACGATAGA	Fusarium proliferatum	Fusarium proliferatum isolate 85L oxygenase (fum6) gene, partial cds (KF889207.1)
fqprfum63 (R)	TGGGAGGTTGCTCTGAGTGA		

PCR products were separated in 1,5% agarose gel (Sigma) electrophoresis (6V/cm), stained in with ethidium bromide, viewed in the UV



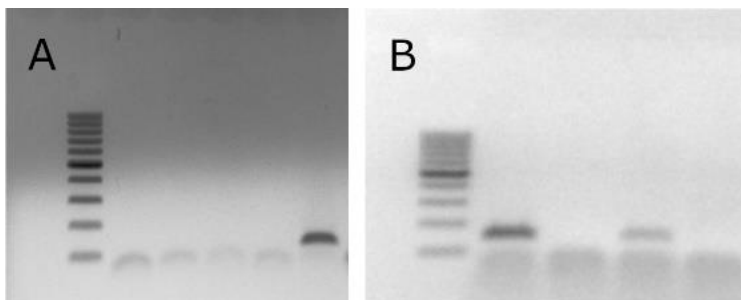
(302 nm) and photographed. Product length was estimated using GelAnalyzer2010 software.

### Results and discussions

National Center for Biotechnology Information contained 121 entries for *Fusarium proliferatum* and 87266 entries for *F. verticillioides* genome sequences associated with fumonisin production. Using BLAST tool (NCBI), specific regions of oxygenase (*fum6*) were chosen for primer design. Primer3 generated six pairs of primers for both fungal genotypes. Obtained oligonucleotides were aligned with Vector NTI software and two pairs of primers for each fungus identification were chosen according to their specificity and nucleotide sequences. Chosen oligonucleotides were coupled for nested-PCR identification.

Initially, all DNA samples extracted from kernels contaminated with molds were tested for *Fusarium* spp. with primers for *TEF1* gene sequence. Positive samples were further tested with primers for *fum6* gene sequence. Among 32 analyzed maize cobs, 18 were infected with *Fusarium* spp.

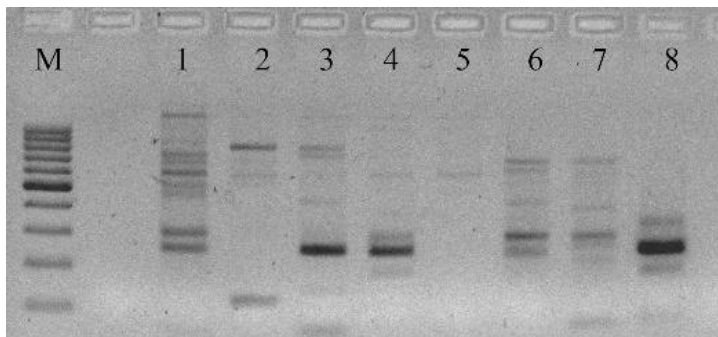
Expected fragments constituted 179 bp for *Fusarium verticillioides* and 123 bp for *Fusarium proliferatum* fumonisin-producing strains. A series of nested-PCR was conducted at 55-65°C alignment temperature range. Expected fragments were amplified at temperature range 58-63°C (Fig.1).



**Figure 1.** Amplicons generated by primer pairs to *Fusarium* genome sequences associated with fumonisin synthesis: A - *Fusarium proliferatum*; B - *Fusarium verticillioides*.

Lowering the alignment temperatures below 58°C led to non-specific synthesis (Fig.2).  $T_a$  increase above 63°C induced frequent cases of false-negative results. At 65°C and above no fragments were generated. To exclude

the case of PCR inhibition, amplification was performed via positive control with fungal DNA.



**Figure 2.** Amplicons generated in second round of nested-PCR by fqfum6ve2-fqfum6ve3 and fqprfum62-fqprfum63 primer pairs (Ta-55°C): lane 1-4 -fqfum6ve2-fqfum6ve3; lane 4-8 -fqprfum62-fqprfum63; M - DNA ladder 100 bp.

Therefore, optimum Ta was chosen as 60°C, which allowed performing identification of both fungi simultaneously in one amplifier using same protocol. Among infected kernels, 17% gave positive results for fumonisin-producing *Fusarium proliferatum* and 11% - for toxicogenic *Fusarium verticillioides*.

**Conclusions.** PCR-identification based on amplification of certain genome regions associated with mycotoxin production proved to be an effective strategy for distinguishing toxicogenic fumonisin-producing *Fusarium* species. Designed primers are potent for identification of fumonisin-producing *F. proliferatum* and *F. verticillioides*. Same approach is potent for estimation of maize contamination with fumonisins and evaluate the emerging risks of mycotoxin dissemination. It provides a functional protocol for mycotoxin assessment in maize plants during vegetation and ears during storage.

#### Acknowledgements

This study was conducted in context of bilateral project between Republic of Moldova and Republic of Belarus “Complex analysis of mycotoxin accumulation in foodstuffs during storage”.

## References

1. Bertero, A., Moretti, A., Spicer, L. J., & Caloni, F. (2018). Fusarium molds and mycotoxins: Potential species-specific effects. In *Toxins* (Vol. 10, Issue 6, p. 244). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/toxins10060244>
2. Chavez, R. A., Cheng, X., & Stasiewicz, M. J. (2020). A Review of the Methodology of Analyzing Aflatoxin and Fumonisin in Single Corn Kernels and the Potential Impacts of These Methods on Food Security. *Foods*, 9(297), 1–13. <https://doi.org/10.3390/foods9030297>
3. de Melo Nazareth, T., Luz, C., Torrijos, R., Quiles, J. M., Luciano, F. B., Mañes, J., & Meca, G. (2019). Potential application of lactic acid bacteria to reduce aflatoxin B1 and fumonisin B1 occurrence on corn kernels and corn ears. *Toxins*, 12(1), 1–16. <https://doi.org/10.3390/toxins12010021>
4. ISO - ISO 21571:2005 - Foodstuffs — Methods of analysis for the detection of genetically modified organisms and derived products — Nucleic acid extraction. (n.d.). Retrieved April 26, 2020, from <https://www.iso.org/standard/34616.html>
5. Kemboi, D. C., Antonissen, G., Ochieng, P. E., Croubels, S., Okoth, S., Kangethe, E. K., Faas, J., & Lindahl, J. F. (2020). A Review of the Impact of Mycotoxins on Dairy Cattle Health : Challenges for Food Safety and Dairy Production in Sub-Saharan Africa. *Toxins*, 12, 1–25.
6. Koskei, P., Bii, C. C., Musotsi, P., & Muturi Karanja, S. (2020). Postharvest Storage Practices of Maize in Rift Valley and Lower Eastern Regions of Kenya: A Cross-Sectional Study. *International Journal of Microbiology*, 2020, 1–10. <https://doi.org/10.1155/2020/6109214>
7. Landoni, M., Puglisi, D., Cassani, E., Borlini, G., Brunoldi, G., Comaschi, C., & Pilu, R. (2020). Phlobaphenes modify pericarp thickness in maize and accumulation of the fumonisin mycotoxins. *Scientific Reports*, 10(1), 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-58341-8>
8. Moretti, A. (2017). Mycotoxigenic Fungi. In *Mycotoxigenic Fungi: Methods and Protocols, Methods in Molecular Biology* (Vol. 1542). <https://doi.org/10.1007/978-1-4939-6707-0>
9. National Center for Biotechnology Information. (n.d.). Retrieved April 26, 2020, from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
10. Pfordt, A., Romero, L. R., Schiewek, S., Karlovsky, P., & von Tiedemann, A. (2020). Impact of environmental conditions and agronomic practices on the prevalence of fusarium species associated with ear-and stalk rot in maize. *Pathogens*, 9(3), 1-17. <https://doi.org/10.3390/pathogens9030236>
11. Ren, W., Xu, Y., Huang, Z., Li, Y., Tu, Z., Zou, L., He, Q., Fu, J., Liu, S., & Hammock, B. D. (2020). Single-chain variable fragment antibody-based immunochromatographic strip for rapid detection of fumonisin B1 in maize samples. *Food Chemistry*, 319, 1–23. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126546>
12. Ren, X., Yue, X., Mwakinyali, S. E., Zhang, W., Zhang, Q., & Li, P. (2020). Small Molecular Contaminant and Microorganism Can Be Simultaneously Detected Based on Nanobody-Phage: Using Carcinogen Aflatoxin and Its Main Fungal

Aspergillus Section Flavi spp. in Stored Maize for Demonstration. *Frontiers in Microbiology*, 10(January), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.03023>

13. Shimshoni, J. A., Cuneah, O., Sulyok, M., Krska, R., Galon, N., Sharir, B., & Shlosberg, A. (2013). Mycotoxins in corn and wheat silage in Israel. *Food Additives and Contaminants - Part A Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment*, 30(9), 1614–1625. <https://doi.org/10.1080/19440049.2013.802840>

14. Smith, G. W. (2018). Fumonisin. In *Veterinary Toxicology: Basic and Clinical Principles: Third Edition*. Elsevier Inc., 1003-1018 <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811410-0.00071-4>.

15. Sulyok, M., Stadler, D., Steiner, D., & Krska, R. (2020). Validation of an LC-MS/MS-based dilute-and-shoot approach for the quantification of > 500 mycotoxins and other secondary metabolites in food crops: challenges and solutions. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 1-14, <https://doi.org/10.1007/s00216-020-02489-9>

16. Tao, Z., Zhou, Y., Li, X., & Wang, Z. (2020). Competitive HRP-Linked Colorimetric Aptasensor for the Detection of Fumonisin B1 in Food based on Dual Biotin-Streptavidin Interaction. *Biosensors*, 10(31), 1–11. <https://doi.org/10.3390/bios10040031>

17. Vaz, A., Cabral Silva, A. C., Rodrigues, P., & Venâncio, A. (2020). Detection methods for aflatoxin m1 in dairy products. *Microorganisms*, 8(2), 1–16. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8020246>

**VIGILENȚĂ EXPRIMATĂ LA NIVELUL SCOARȚEI  
CEREBRALE ÎN DECURSUL COMPORTAMENTULUI  
ALIMENTAR**

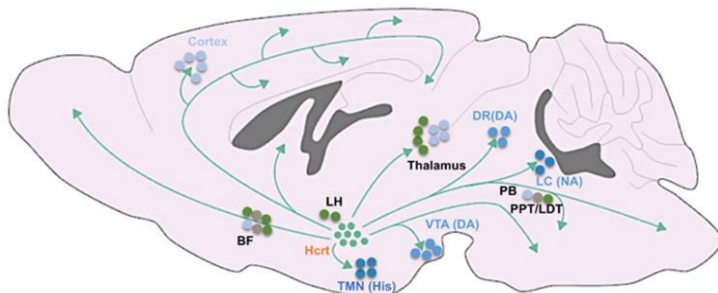
*LISTOPADOVA LIUDMILA,*

*Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir”, Republica Moldova*

Supraviețuirea organismului viu într-o mare măsură depinde de capacitatea animalului sau omului de a menține un nivel adecvat de vigilență, precum și de capacitatea sa de a ajusta dinamic statutul emotional în conformitate cu cerințele fiziologice și schimbarea condițiilor de mediu ambiant. Stare de veghe se caracterizează prin conștiințizarea adecvată a comportamentului, activitatea motorie voluntară și sensibilitatea adecvată față de stimuli senzoriali de mediu. Din punct de vedere al electrofiziologiei, starea de veghe se caracterizează prin activarea integrală a scoarței cerebrale și excitabilitatea crescută a neuronilor. În ciuda faptului că veghe este adesea numită o stare unică, ea include mai multe componente neuropsihice interdependente, inclusiv excitația, conștientizarea, atenția, memoria, motivația și emoțiile. Vigilența este determinată de nivelul general de sensibilitate a centrelor neuronale. Deseori aceasta poate fi măsurată prin gradul de stimulare necesară pentru a declanșa un răspuns specific. Menținerea unui nivel adecvat de excitație esențială pentru declanșarea sau menținerea unor reacții comportamentale adecvate la condițiile de mediu ambiant care sunt în final orientate către reglarea parametrilor homeostatici. Vigilența este asociată cu concentrarea atenției și reprezintă un proces comportamental și cognitiv care ne permite să alegem informațiile prezentate în ambiantul pe baza relevanței sale, împreună cu capacitatea de a ignora semnalele care nu sunt importante în acest moment. Starea de vigilență și atenția sunt interconectate, dar relația dintre ele nu este simplă. De mult se știe că productivitatea atenției se îmbunătățește cu o creștere moderată a excitației, dar scade brusc într-o stare de excitație intensă. Pe de altă parte, atenția constantă reduce excitația și provoacă somnolență. Este important că fluctuațiile gradului de excitație se rezultă în oscilațiile activitatea bioelectrice a creierului (EEG). Încă în anul 1949 Giuseppe Moruzzi și Horace Winchell Magoun au demonstrat pentru prima dată că activarea creierului este asociată cu modificările undelor electroencefalografiei (EEG). Această activare a scoarței cerebrale este inițiată de grupuri speciale de neuroni. O mulțime de neuroni contribuie la excitația ariilor scoarței cerebrale, inclusiv și neuronii orexinergici care sunt necesari pentru a asigura perioade stabile de veghe și pentru a menține vigilența. Ceea ce este necesar

pentru realizarea unui comportament motivat. Se știe că un rol important în unele aspecte ale funcționării atenției joacă sistemul colinergic al telencefalului bazal (BF) care este considerat componenta principală a proceselor centrifugale prin intermediul atenției [11]. Acest sistem poate fi activat prin diferite influxuri aferente și poate influența modul în care sunt distribuite resursele de atenție [8]. Printre diferitelor influxuri aferente în sistemul colinergic al telencefalului bazal hipotalamusul reprezintă o sursă esențială. Datele disponibile arată că neuronii orexinergici, ale căror corpuri celulare sunt situate în hipotalamusul lateral (LH), au proiecții axonale răspândite asupra mai multor regiuni ale creierului, inclusiv structurile colinergice ale BF [4]. Așadar, neuronii orexinergici din LH pot contribui nu numai la vigilență, ci și la atenție. Unele studii au manifestat că BF poate fi un centru neuronal cheie prin care acționează neuronii orexinergici. În sistemul colinergic în centrul BF neuronii colinergici sunt împărțiți cu alte populații de celule, inclusiv neuronii GABAergici și diverși neuroni care conțin proteine care leagă calciul [8]. Acești neuroni sunt proiectați pe toate zonele și straturile scoarței cerebrale. Proiecțiile colinergice modulează răspunsul neuronilor piramidali corticali la celelalte inputuri glutamatergice corticale. Ceea ce facilitează procesarea semnalizării influxului ascendent semnalelor senzoriale. În plus, dendritele divergente îndelungate ale neuronilor colinergici în BF primesc proiecții de la toate sistemele de activare ale trunchiului cerebral și ale hipotalamusului. De exemplu, accept influxul de la neuronii colinergici din pontomesencefalul, neuronii noradrenergici din locus coeruleus (LC), neuronii dopaminergici din aria ventrală a tegmentului (VTA), precum și de la neuronii orexinergici din hipotalamusul posterior (Fig. 1). Populația neuronilor colinergici din BF din partea membrei verticale a benzii diagonale Broca și din partea nucleului bazal Meinert au proiecții difuze spre toate părțile neocortexului, precum și pe amigdalele bazolaterale și bulbul olfactiv. Neuronii colinergici din telencefalul bazal sunt implicați în mecanismele remodelării neuroplastice sinaptice, vigilenței, învățării, memoriei, excitației și atenției. Toate aceste funcții sunt asociate cu activarea neuronilor scoarței cerebrale [9]. Pe parcursul ciclului circadian somn-veghe descărcarea bioelectrică a neuronilor colinergici din BF suferă modificări caracteristice. În zonele scoarței cerebrale și în hipocampus eliberarea acetilcolinei din terminațiile axonale este maximă anume în timpul trezirii din somn și vigilenței [2]. A fost sugerat o idee că neuronii colinergici din BF participă împreună cu neuronii dopaminergici din VTA în mecanismele de reglare a vigilenței, atenției și a activităților vitale, inclusiv și comportamentul alimentar pe parcursul ciclului somn-veghe. Anume în momentul alimentației au fost depistate cantități mari

de acetilcolină eliberate în zonele scoarței cerebrale. Celelalte sisteme neurotransmițătoare asigură excitația neuronilor în BF, cum ar fi sistemul glutamatergic, noradrenergic, histaminergic sau orexinergic [7]. Sistemul serotoninergic (5-hidroxitriptaminergic, 5-HT-ergic) poate inhiba neuronii în BF (Fig. 1).



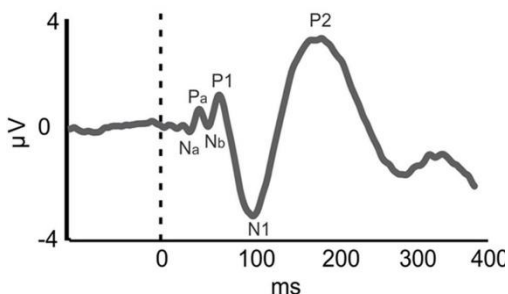
**Fig. 1.** Schema interrelațiilor neuronale în mecanismele de promovare a stării de veghe și vigilență. BF – telencefalul bazal; VTA (DA) – aria ventrală a tegmentului dopaminergică; DR – nucleul raphe dorsalis serotoninergic; LH (Hcrt) – aria laterală a hipotalamusului hipocretinergică (orexinergică); TMN (His) – nucleul tuberomamilar histaminergic; LC (NA) – locus coeruleus noradrenergic; PB – zona parabrahică; PPT/LDT – nucleul pedunculopontin și nucleul tegmentale laterodorsale [6].

Neuronii orexinergici sunt implicați în realizarea mecanismelor delicate cu participarea sistemelor glutamatergic (esențial pentru menținerea excitației), neuropeptidergic care inhibă dinorfină (modulator apetitului) și pentraxinergic (regulator al grupării receptorilor glutamate AMPA) [10]. Neuronii orexinergici pot combina diverse semnale interoceptive și homeostatice legate de mediu ambiant, stimuli fiziologici și emoționali pentru a promova trezirea, vigilența și excitația comportamentală. Mai mult decât atât, țintele pentru proiecții extinse orexinergice sunt prezente în mai multe regiuni ale creierului. Circuitul neural acesta este implicat în reglementarea centrală a proceselor autonome și endocrine, precum în coordonarea stării de vigilență [3]. Acești neuroni inervează formațiuni cerebrale care joacă un rol important în promovarea trezirii și vigilenței, inclusiv scoarța cerebrală, telencefalul bazal, nucleul tuberomamilar (TMN), LC și nucleul raphe dorsalis (DR). Proiecțiile axonale orexinergice sunt implicate în echilibrarea motivației și emoțiilor [5], cum ar fi aria ventrală a tegmentului (VTA), nucleul accumbens (Nac), cortexul prefrontal, amigdalele și zonele creierului care participă activ în reglementarea funcțiilor

motorii și autonome. Sistemul orexinergic este poziționat anatomic pentru a coordona mai multe aspecte ale excitației, atenției și vigilenței [1]. Coordonarea vigilenței, atenție sistemul orexinergic îndeplinește datorită interacțiunilor cu mai multe sisteme neuromodulatoare ascendente, incluzând sistemul dopaminergic al VTA, noradrenergic al LC și sistemul colinergic al telencefalului bazal. Scopul lucrării prezente constă în evaluare gradului de vigilență comportamentală și bioelectrică la nivelul regiunilor scoarței cerebrale în decursul comportamentului alimentar în perioada ciclului circadian somn-veghe.[12]

Obiectul cercetărilor au fost animalele de laborator (șobolani) masculi (n=15) cu masa corporală cuprinsă între 250-280 g crescute și întreținute în condițiile standard de rație alimentară cu accesul *ad libitum* la hrană și apă, cu regimul de iluminare de la ora 8:00 până la 18:00. Pentru a evalua vigilența în decursul comportamentului alimentar am estimat frecvența actelor de comportament în întreagă perioadă de supraveghere (60 min, adică 3600 s), am calculat și durata totală, durata medie a fiecărui act. Concentrarea atenție a fost apreciată prin înregistrarea actelor de căutare și mirosire în mediu ambiant, actelor de abordare la hrănitorele și adăpătorele de apă, actele de ingerare, actele de ronțăire a cuștii, precum și volumul de hrană și apă consumate pe parcursul perioadei de înregistrare. Pentru a evalua statutul emoțional am înregistrat și am estimat actele de grooming, de culcare relaxată, precum și actele de expresie a emoțiilor pozitive manifestată prin reacțiile motorii în aria capului animalului. Rezultatele evaluării indicilor comportamentului alimentar au fost juxtapuse sistematic cu dinamicul masei corporale. Pentru asigurarea oportunităților de a gradul de vigilență la nivelul scoarței cerebrale am aplicat înregistrări poligraphice ale oscilațiilor bioelectrice în regiunile scalpului la nivelul scoarței cerebrale (electrocortigramă) au fost efectuate de-a lungul perioadei timp de 2 ore în decursul comportamentului alimentar după deprivare nutritivă. Am utilizat 6 canale de electrocortigramă (ECoG), 1 canal de electrooculogramă (EOG) și 1 canal de electromiogramă (EMG) și a fost însoțită de supraveghere video a comportamentului. Anestezia generală a fost realizată prin inspirația oxigenului și a amestecului de izofluran (1-3%). Pentru estimarea excitației și vigilenței a fost calculată relația dintre puterea totală a ritmului delta înainte și după aplicarea stimulului. Puterea totală a fost determinată pentru o perioadă de zece epoci timp 3 secunde și 30 de secunde. În plus, latența excitației, durata restabilirii undelor precedente și magnitudinea desincronizării și sincronizare (în EMG) induse de stare de vigilență au fost marcate manual (Fig. 2).

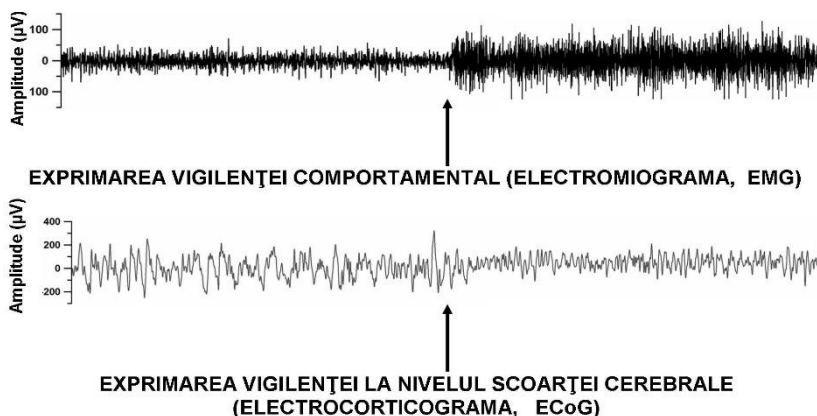




**Fig. 2.** Estimarea latenței și gradului de sincronizare a oscilațiilor activității bioelectrice.

Analiza statistică a fost îndeplinită cu aplicarea testului ANOVA și cu utilizarea criteriului Student și criteriului neparametric Wilkason.

Rezultatele obținute au demonstrat că după o perioadă de deprivare nutritivă timp de 48 de ore alimentația cu alimente cu un caracter hedonic a condiționat vigilență exprimată în decursul comportamentului alimentar. Se știe că astfel de comportament motivat este asociat de influxul ascendent din partea aparatului senzorial și neuronilor excitați din aria hipotalamusului lateral, apoi din aria ventrală a tegmentului. Acest influx ascendent ajunge în nucleul acumbens (NAc) (sistemul de recompensare mesolimbic) și în aria prefrontală a scoarței cerebrale (pFC) (sistemul de recompensare mesocortical). În baza mecanismelor de coordonare a vigilenței și statutului emoțional în această perioadă depinde de echilibru între sistemul activator și sistemul de recompensare. Rezultatele au demonstrat că numărul actelor de comportament alimentar, actelor de căutare și mirosire, abordarea hrănitorei și adăpătorului de apă; ingerarea hranei; ronțărirea cuștii) a sporit considerabil în comparație cu perioada de supraveghere înainte de începutul experimentului. Durata totală a fiecărui act comportamental s-a majorat (cu 23,4; 15,3; 21,4; 19,6 și 21,3 %, corespunzător). Durata medie de asemenea a crescut semnificativ (cu 16,5; 19,7; 21,9; 20,3 și 19,8%,  $P < 0,05$ , corespunzător). Durata totală a actelor de gruming și culcare relaxată s-a majorat după perioada de alimentație. Evaluarea exprimării emoțiilor a demonstrat că la animalele alimentate cu alimente cu un caracter hedonic pe fondul deprinderii nutritive induce reacțiile psihomotorii care manifestă statutul emoțional pozitiv: ridicarea și schimbarea în culoare a auriculelor, mișcările intensive a vibriselor și ochilor, zonei bucale.



**Fig. 3.** Estimarea latenței și gradului de sincronizare a oscilațiilor activității bioelectrice.

Rezultatele estimării gradului de vigilență conform oscilațiilor bioelectrice poligrafice (ECoG, EOG și EMG) demonstrează că excitația în perioada comportamentului alimentar este diferită, adică asimetrică și are un aspect regional specific. Exprimarea vigilenței a fost evidentă în înregistrările EMG și ECoG evidentă (Fig. 3). Reacția activității bioelectrice a mușchilor ne demonstrează calitativ exprimare comportamentală, dar oscilațiile în ECoG au evidențiat desincronizarea ritmului beta. Pe parcursul comportamentului alimentar și cel de căutare desincronizare a manifestat răspândire din partea ariei prefrontale spre ariile parietale și occipitale. Gradul de expresie a excitației ECoG scade în direcția fronto-parietal-occipitală. Este important că și latența răspunsului bioelectric la prezentarea hranei hedonice diferită la nivelul scoarței cerebrale și dovedește prezența asimetriei regionale inter- și intraemisfere. Așadar, modelarea experimentală a comportamentului alimentar condiționează formarea unui anumit patern asimetric de vigilență și reactivitatea bioelectrică neuronală. Invers, modificând activitatea centrelor neuronale putem corecta comportamentul alimentar.

**Referințe bibliografice:**

1. Alexandre C., Andermann M. L., Scammell T. E. Control of arousal by the orexin neuron // *Curr. Opin. Neurobiol.* 2013, vol. 23, p. 752–759
2. Arrigoni E., Mochizuki T., Scammell T. E. Activation of the basal forebrain by the orexin/hypocretin neurons // *Acta Physiol.* 2010, vol. 198, p. 223–235.
3. Chieffi S., Iachini T., Iavarone A., et al. Flanker interference effects in a line bisection task // *Exp. Brain Res.* 2014a, vol. 232, p. 1327–1334.
4. Cullinan W. E., Zaborszky L. Organization of ascending hypothalamic projections to the rostral forebrain with special reference to the innervation of cholinergic projection neurons // *J. Comp. Neurol.* 1991, vol. 306, p. 631–667.
5. Di Bernardo G., Messina G., Capasso S., et al. Sera of overweight people promote *in vitro* adipocyte differentiation of bone marrow stromal cells // *Stem Cell Res. Ther.* 2014, vol. 5, p. 4.
6. Eban-Rothschild A., Appelbaum L., de Lecea L. Neuronal Mechanisms for Sleep/Wake Regulation and Modulatory Drive // *Neuropsychopharmacology: Official Publication of the American College of Neuropsychopharmacology.* 2017, vol. 43(5), p. 937-952.
7. Eggermann E., Serafin M., Bayer L., et al. Orexins/hypocretins excite basal forebrain cholinergic neurons // *Neuroscience.* 2001, vol. 108, p. 177–181.
8. Fadel J., Burk J. A. Orexin/hypocretin modulation of the basal forebrain cholinergic system: role in attention // *Brain Res.* 2010, vol. 131, p. 112–123.
9. Jones B. E. Arousal systems // *Front. Biosci.* 2003, vol. 8, p. s438–s451.
10. Schone C., Cao Z. F., Apergis-Schoute J., Adamantidis A., Sakurai T., et al. Optogenetic probing of fast glutamatergic transmission from hypocretin/orexin to histamine neurons *in situ* // *J. Neurosci.* 2012, vol. 32, p. 12437–12443.
11. Viggiano A., Chieffi S., Tafuri D., et al. Laterality of a second player position affects lateral deviation of basketball shooting // *J. Sports Sci.* 2014, vol. 32, p. 46–52.
12. Villano I., Messina A., Valenzano A., et al. Basal Forebrain Cholinergic System and Orexin Neurons: Effects on Attention // *Front Behav Neurosci.* 2017, vol. 11, p. 10-15

## PEȘTII CU CICLUL VITAL SCURT DIN LACUL REFRIGERENT CUCIURGAN

MUSTEA MIHAIL,

*Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir”, Republica Moldova*

**Introducere.** Lacul refrigerent Cuciurgan este situat în ecosistemul sectorului inferior al fluviului Nistru, la hotarul dintre Ucraina și Republica Moldova, în rezultatul construcției Termocentralei Moldovenești (aa.1964-1965). În prezent, suprafața luciului apei cuprinde aproximativ 2730 hectare cu o adâncime medie de 3,5 m, lungimea 17-20 km, lățimea în sectorul inferior 3 km, volumul de apă fiind de 88 mil. m<sup>3</sup>. În prezent, lacul este supus unei termoficări și eutrofizări moderate, suprafața acoperită de vegetația acvatică este de aproximativ 19%, mineralizarea apei în sectorul superior atinge 3,8 g/l, iar în partea inferioară este de 1,6-1,9 g/l. Rezervorul se distinge printr-o bogată diversitate de specii de hidrobionți, inclusiv reprezentanți ai faunei Ponto-Caspice [16].

La analiza ihtiofaunei rezervorului Cuciurgan în aspect succesional, întotdeauna accentul s-a pus pe studiul unor specii cu valoare economică sporită. În pofida acestui fapt, numeroase specii de pești cu valoare economică redusă, care, de regulă, sunt de talie mică și au un ciclu vital scurt, au demonstrat o progresie biologică evidentă. Astfel, în prezent itihotauna lacului refrigerent Cuciurgan, conține numeroase specii de talie mică care în limba rusă mai sunt numite „корные”. Denumirea dată indică la o apreciere mai puțin obiectivă a rolului acestor pești în menținerea funcționalității biocenozei acvatice. Aceste specii merită o atenție deosebită, fiind verigi trofice importante în lanțurile trofice, vectori de transmitere a diferitor parazitoze și concurenți importanți ai puietului speciilor economic valoroase de pești. [17].

Peștii cu ciclu vital scurt, sunt peștii care rapid ating vârsta de maturizare sexuală (1-5 ani) și au, de regulă, un tip de reproducere porționat. Acestea, în prezent nu numai ocupă noi nișe spațiale și noi ecosisteme, dar și demonstrează o expansie semnificativă a arealului secundar [9].

### **Materiale și metode de investigație**

Materialul ihtiologic a fost colectat în urma pescuitului științific de control din lacul refrigerent Cuciurgan în perioada martie - noiembrie 2018-2019 și martie – aprilie 2020. Metodele de colectare includ pescuitul cu plase cu dimensiuni diferite a laturii ochiului (pentru a evita selectivitatea gravidimensională). Pescuitul de control s-a efectuat cu plasele staționare cu lungimea de: 15 m, 20 m, 50 m și 75 m și lățimea laturii ochiului: 20x20 mm,

25x25 mm, 32x32 mm; năvodul pentru puiet și volocul cu lungimea de 20 m și respectiv de 7 m, având dimensiunile laturii ochiului de 20x20 mm și respectiv de 10x10 mm. De asemenea, drept unelte suplimentare neselective de pescuit, au servit: crâșnicul cu diametrul de 1,5 m și dimensiunile laturii ochiului 5x5 mm și vintirele de diverse construcții (Fig. 1).



Fig. 1. Capturile reprezentative ale speciilor de pești cu cilul vital scurt din lacul refrigerent Cuciurgan

Volumul materialului colectat constă din 2498 de indivizi, dintre care analizei gravidimensionale și de vârstă au fost supuse 325 de indivizi. Materialul ihtiologic a fost prelucrat conform metodelor standard clasice [13]; [15]. Determinarea speciilor de pești s-a efectuat folosind determinatoarele de specialitate [4]; [1]; [11]; [12]; [8]; [3]; [10].

### Rezultate și discuții

În perioada funcționării lacului refrigerent Cuciurgan s-au constatat restructurări semnificative a ihtiofaunei autohtone. Înainte de construcția termocentralei, în ecosistem au fost identificate 46 specii și subspecii de pești, aparținând la 13 familii [6]; [7], pe când, după transformarea limanului în lac de acumulare (aa.1964-1970), bogăția specifică s-a modificat în direcția reducerii diversității specifice, incluzând deja 34 specii și subspecii de pești din 9 familii [5]. Până la mijlocul anilor 90, deși intensitatea termoficării rezervorului a început să scadă, nu s-au înregistrat modificări semnificative în structura ihtiofaunei. Astfel, ihtiofauna era reprezentată de 37 de specii de pești [14].

În prezent ihtiofauna lacului refrigerent Cuciurgan este reprezentată de 41 specii de pești aparținând la 13 familii: Cyprinidae - 19 specii, Gobiidae - 8 specii, Percidae - 3 specii, Clupeidae - 2 specii; familiile Esocidae, Centrarchidae, Siluridae, Cobitidae, Gasterosteidae, Ictaluridae, Mugilidae, Aterinidae, Sygnathidae - cu câte o specie. Dintre acestea, 20 de specii fac parte din grupa celor cu ciclul vital scurt: rizeafca ponto-azovă (*Alosa tanaica*), gingirica pontică (*Clupeonella cultriventris*), clean mic (*Leuciscus leuciscus*), cernușca (*Petroleuciscus boristenicus*), fufa (*Leucaspisus delineatus*), oblețul comun (*Alburnus alburnus*), boarța comună (*Rhodeus amarus*), zvirloga comună (*Cobitis taenia*), aterinamică-pontică (*Aterina mochon pontica*), osar sudic (*Pungitius platygaster*), undrea pontică (*Syngnathus abaster*), ghiborț comun (*Gymnocephalus cernuus*), moaca-de-brădiș (*Proterorhinus marmoratus*), ciobănaș (*Neogobius fluviatilis*), mocănaș (*N.gymnotrachelus*), stronghil (*N.melanostomus*), caspiosoma (*Caspiosoma caspium*), guvid-de-mare (*N.eurycephalus*), umflătura-golașă-pontică (*Benthophilus nudus*), cnipovicia cu coadă lungă (*Knipowitshia longicaudata*) și pentru prima dată identificat în pescuitul de control – murgoiul-bălțat (*Pseudorasbora parva*) [14].

În perioada anilor 2018-2020 au fost identificate 14 specii de pești cu ciclul vital scurt. Speciile eudominante din lac ( $D5 > 10\%$ ) sunt aterinamică-pontică (65,8%), boarța comună (15,2%) și ciobănașul (11,7%) (Fig. 2).

De menționat că în perioada anilor 1991-1995 în lac a apărut o nouă specie invazivă cu ciclul vital scurt – aterinamică-pontică, care, datorită valenței ecologice largi și potențialului reproductiv înalt, a ocupat, în scurt timp, o poziție superdominantă [14].

În rezultatul pescuitului științific de control cu volocul, ponderea aterinei atinge valori de 65,8%. S-a constatat că la

populația locală, s-a redus de două ori, atât structura de vârstă (nu depășește doi ani), cât și ritmul de creștere [17].

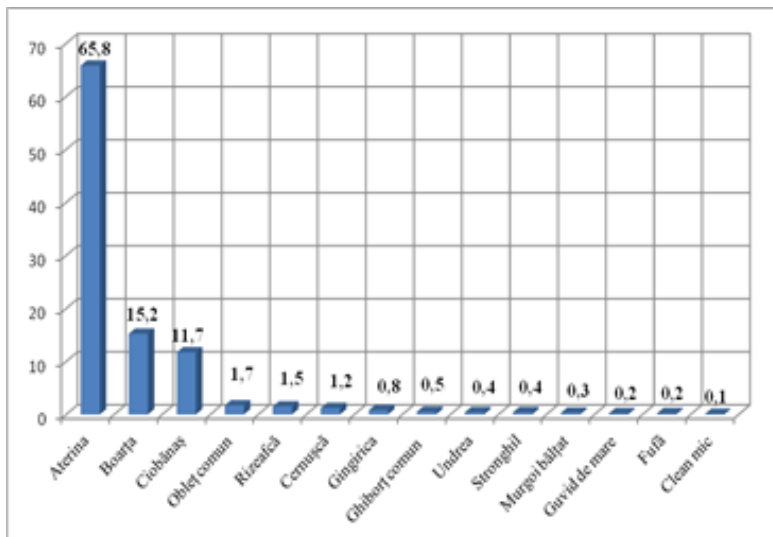


Fig. 2. Ponderea speciilor de pești cu ciclul vital scurt în lacul refrigerent Cuciurgan în perioada anilor 2018-2020.

Un reprezentant tipic al lacului refrigerent Cuciurgan, cu o pondere de 15,2 % în capturi, care a profitat rapid de pe urma procesului activ de eutrofizare, este boarța – specie fitoplanctonofagă cu ciclul vital scurt. Specia este deosebit de numeroasă în canalul de scurgere nordic, unde, în perioada de primăvară, în capturile cu năvodașul poate atinge o pondere de până la 90%. Raportul de sex în favoarea masculilor (65 %), precum și prolificitatea absolută mică (în medie 35 de icre) a femelelor, se datorează ratei mari de supraviețuire a progeniturilor grație modului deosebit de reproducere (specie ostracofilă cu reproducere porționată) [17].

La începutul anului 2020 a fost identificată o specie nouă pentru acest ecosistem – murgoiul-bălțat (*Pseudorasbora parva*). Este o specie invazivă a lacului refrigerent Cuciurgan.

Specia s-a răspândit activ pe teritoriul țării la începutul anilor '60 ai secolului XX, odată cu demararea programului complex de aclimatizare și sporire a productivității piscicole în țările fostei URSS. Arealul său nativ cuprinde bazinele hidrografice ale celor mai multe țări din estul Asiei – din Amur până în sudul Chinei. Pătrunderea murgoiului-bălțat în Republica Moldova se consideră că a avut loc pe la începutul anilor '60 ai secolului trecut, dar prima sa semnalare documentară a avut loc în anul 1972 în ecosistemul Nistrului inferior [2].

**Concluzii:** În perioada anilor 2018-2020 în ecosistemul lacului refrigerent Cuciurgan s-au identificat 14 specii de pești cu ciclul vital scurt.

Speciile eudominante din lac ( $D5 > 10\%$ ) sunt aterina-mică-ponică (65,8%), boarța comună (15,2%) și ciobănașul (11,7%)

A fost identificată pentru prima dată în ecosistemul lacului specia invazivă – murgoiul-bălțat (*Pseudorasbora parva*).

#### Referințe bibliografice:

1. Bănărescu P. 1. Pisces, Osteichthyes. (Fauna Republicii Populare Române, V.13.). București: Editura Academiei Republicii Populare Române, 1964. 935 p.
2. Bulat Dumitru. Ihtiofauna Republicii Moldova: geneza, starea actuală, tendințe și măsuri de ameliorare // Autoreferatul tezei de doctor habilitat în științe biologice. Chișinău, 2019. P. 175
3. Kottelat M., Freyhof J. Handbook of European freshwater fishes. Berlin, 2007. 646 p.
4. Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран // Определители по фауне СССР. – М.-Л.: АН СССР, 1948 – 1949. – Т. 1 - 3. – 1382 с.
5. Владимиров М.З. Распределение и динамика численности рыб // Кучурганский лиман-охладитель Молдавской ГРЭС. - Кишинев, 1973. - с.119-125.
6. Егерман Ф.Ф. Материалы по ихтиофауне Кучурганского лимана (бассейн р. Днестр) по сборам 1922-1925 гг. // Тр. Всеукр. Гос. Черноморско-азовской научно-промышленной опытной станции. Т. II, вып. I. 1926. С. 473-489.
7. Замбриборщ Ф.С. Ихтиофауна лиманов северо-западного Причерноморья. Тр. I ихтиологической конференции по изучению морских лиманов северо-западной части Черного моря. Киев: Науч. Думка, 1960. С. 95-103.
8. Коблицкая А.Ф. Определитель молоди пресноводных рыб // М., 1981. с.208.10.



9. Корляков К.А. Чужеродные короткоцикловые рыбы в водоемах Южного Зауралья // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Екатеринбург-2010. – 20 с.

10. Мошу А., Тромбицкий И. Рыбы среднего и нижнего Днестра. Справочник хранителей реки. Кишинэу, 2013. 139 с.

11. Никольский Г.В. Частная ихтиология. М.: Высшая школа. 1971.

12. Попа Л.Л. Рыбы Молдавии. Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1977. 202 с.

13. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). Москва: Пищевая промышленность, 1966. 376 с.

13. Стругула О.В., Мустя М.В. Изменение ихтиоценоза Кучурганского водохранилища в историческом плане и современное состояние ихтиофауны водоема // Hydropower impact on river ecosystem functioning: Proceedings of the International Conference, Tiraspol, Moldova, October 8-9, 2019 Tiraspol: Eco-Tiras, 2019 (Tipogr. «Print-Caro»). - С 319–326.

14. Типовые методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов. – М.: Наука, 1974 -1976. – Т. 1 - 2. – 475 с.

15. Филипенко Е.Н., Тищенко В.С., Филипенко С.И., Тищенко А.А. Раритетные виды биоты трансграничного Кучурганского водохранилища // Природні та антропогенно трансформовані екосистеми прикордонних територій у постчорнобильський період: Матеріали міжнародної наукової конференції, 9-11 октября 2014 г. – Чернівці, 2014. – С. 72-79.

16. Чепурнова Л. В., Максимов А. А., Орошук О. С., Киселева О. Н., Шубернецкий А. И. К вопросу о рыбах с коротким жизненным циклом в экосистемах бассейна реки Днестр // Проблемы сохранения биоразнообразия среднего и нижнего Днестра. Тезисы Международной конференции. Кишинев, 6-7 ноября 1998 года. Кишинев: ВІОТІСА, 1998. – С. 164-166.

## **INFLUENȚA METODEI DE PĂSTRARE ASUPRA CONȚINUTULUI SUBSTANȚELOR FENOLICE ÎN FRUCTELE DE MĂR**

*NICUȚĂ ALEXANDRU, POPOVICI ANA,  
BUJOREANU NICOLAE*

*Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir”, Republica Moldova  
Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor*

**Introducere.** Antioxidanții sunt compuși care pot bloca efectele nocive ale radicalilor liberi asupra organismului, protejează împotriva bolilor și îmbătrânirii. Po-lifenolii naturali, inclusiv polifenolii din fructe, sunt printre cei mai eficienți antioxidanți.

Substanțelor fenolice le revine un rol principal în sistemul imunitar al fructelor și îndeplinesc rolul unei bariere de protecție împotriva diferitor maladii ce împiedică penetrarea microorganismelor patogene în adâncul țesuturilor fructului [1,11]. Un alt rol important al compușilor fenolici este conferirea aromei fructelor, ei acumulându-se în vacuolele ca substanțe secundare, contribuind la realizarea gustului amăru-stringent, caracteristic fructelor nematurate [2].

Condițiile de păstrare și prelucrarea după recoltare a fructelor cu 1-Metilciclopropan (1-MCP) pot avea un impact semnificativ asupra conservării complexului antioxidant. O tehnologie de perspectivă la moment este tratarea postrecoltă a fructelor cu inhibitorul biosintezei etilenei 'Fitomag' (substanța activă 1-MCP), în rezultatul căreia se produce o frânare semnificativă a proceselor metabolice, fructele își păstrează gustul, aroma, se reduc pierderile provocate de boli fungice și dereglări fiziologice și se pre-lungește perioada de păstrare [6,7].

Scopul cercetării a constat în evaluarea influenței metodei de păstrare asupra conservării complexului antioxidant în fructele de măr, prin aprecierea conținutului de substanțe fenolice.

**Material și metode.** S-au cercetat fructele soiurilor tardive de măr cu cele mai mari suprafețe în Republica Moldova: Golden Delicious, Florina, Idared și Renet Simi-renko, cultivate în SRL „Lefcons-Agro” com. Floreni, r-nul Ungheni. Ex-periențele au fost efectuate în condițiile bazei experimentale «Carpotron» a Institutului de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor. Fructele au fost recoltate la momentul optim de recoltare și păstrate ulterior o perioadă de 150 zile, aplicând 3 metode de păstrare: **1. AO (atmosfera obișnuită, 21 % O<sub>2</sub>, t 1°C, umiditatea relativă a aerului (URA)– 85-90 %) - matorul** (fructe netratate); **2. fructe tratate** a doua zi după recoltare cu

preparatul 'Fitomag' ( $0,44 \text{ g/m}^3$ ) în boxe speciale. După expunerea timp de 24 ore în aceste boxe, fructele au fost depozitate în camera frigorifică experimentală și păstrate în continuare în aceleași condiții ca și în cazul variantei martor; **3. AC (atmos-feră controlată, 5%  $\text{CO}_2$ +3%  $\text{O}_2$ , t 2°C, URA-92-95 %).**

Cercetarea influenței metodei de păstrare aplicate asupra modificării conținutului substanțelor fenolice, responsabile de imunitatea fructului, s-a efectuat prin metoda Folin-Ciocalteu [8]. Rezultatele obținute au fost supuse analizei matematice conform pachetului de programe Microsoft Excel.

**Rezultate și discuții.** Pe lângă condițiile de creștere în perioada de vegetație, o influență deosebită asupra capacității de păstrare a fructelor o are și perioada de recoltare, de care în mare parte depinde și conținutul de substanțe fenolice la momentul inițierii păstrării.

Fructele de măr recoltate timpuriu se caracterizează printr-un conținut scăzut de antioxidanți, respectiv sunt mai sensibile la afectarea cu opăreală și boli fungice, în timp ce la fructele recoltate târziu conținutul lor crește, ceea ce face posibilă o rezistență mai crescută la opăreală și alte boli. Un conținut mai înalt de antioxidanți duce la frânarea proceselor de acumulare a @-farnezenului – substanță ce apare în perioada de maturare a fructelor, iar produsele ei inițiază procesele ce conduc la apariția opărelui superficiale și brunificării pulpei fructului [4,5,9,10].

Bolile fiziologice în timpul păstrării fructelor deseori sunt depistate în epidermă și stratul subepidermal, prin urmare, nu numai fructele, dar și epiderma merelor au fost investigate, ceea ce permite prognozarea probabi-lității dezvoltării bolilor fiziologice și stabilirea nivelurilor optime de anti-oxidanți naturali, care asigură o rezistență ridicată a fructelor în timpul păstrării.

În condițiile de AO singurul factor de păstrare este acela că temperatu-ra scăzută inhibă intensitatea respirației și rata de maturare a fructelor. Peri-oada de maturare post-recoltare în condiții de AO (fructe martor) a con-stituit în jur este de 1,5-3 luni (în funcție de soi, starea fiziologică inițială etc.). După care fructele și-au pierdut brusc calitățile comerciale și gustative (fermitate, succulență etc.), iar sensibilitatea acestora la boli fiziologice și microbiologice a crescut semnificativ. Cel mai probabil, în condiții de AO starea fiziologică a fructelor netratate s-a datorat în primul rând conținutului de etilenă endogenă (care stimulează propria sa formare), acumulării de antioxidanți (în primele săptămâni de păstrare), stimulării degradării struc-turilor celulare și acumulării de  $\alpha$ -farnesen, precum și scăderii fermității.

În rezultatul cercetării fructelor celor 4 soiuri de măr luate in studiu s-a constatat diminuarea treptată a conținutului de fenoli. Diminuarea cantității de compuși fenolici din fructe în timpul păstrării se datorează ca rezultat al

utilizării lor ca substrat oxidativ, transformării lor în alți compuși organici sau ca urmare a insolubilizării lor [3]. La soiul Florina s-a înregistrat o diminuare mai evidențiată (fig.1), pe când la soiul Renet Simirenko - mai lentă a cantității de fenoli (fig.1). La inițierea păstrării cel mai înalt conținut de polifenoli s-a depistat la fructele de soiul Golden Delicious - 47,33 mg/100 g masă proaspătă (m.p), iar cel mai scăzut la soiul Renet Simirenko-36,6 mg/100 g m.p.

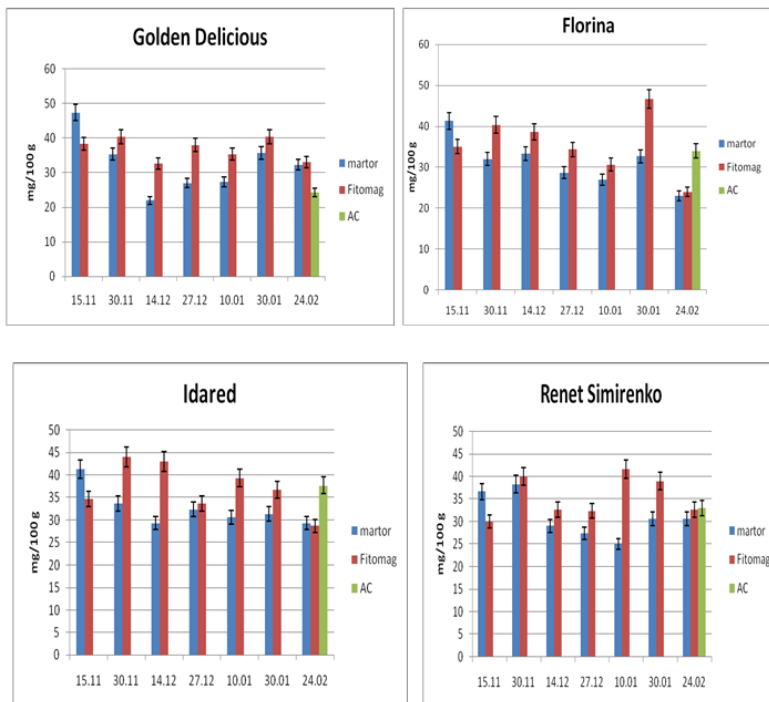


Fig.1. Dinamica schimbării conținutului de fenoli în fructele de măr, în dependență de metoda de păstrare aplicată.

S-a constatat, că procesele de maturare stimulează sinteza antioxidanților. Astfel, la începutul perioadei de păstrare o acumulare maximală de polifenoli s-a înregistrat în condiții de AO, la fructele martor (netratate). În aceste condiții, la toate soiurile din varianta martor procesele de maturare-senescență au fost însoțite de un conținut mai înalt al etilenei endogene, iar

sporirea cantității substanțelor fenolice a continuat în primele 6 săptămâni de păstrare, urmată de o scădere (fig.1), ceea ce a dus la creșterea sensibili-tății fructelor la opăreală și alte boli, cele mai afectate fiind fructele soiului Golden Delicious și Renet Simirenko. Nivelul mai ridicat de acumulare a substanțelor fenolice la fructele din varianta martor+AO în primele 6 săptămâni se explică prin faptul că nu au existat factori care să inhibe sin-teza lor (inhibitor de etilenă, conținut de CO<sub>2</sub> crescut etc.), procesele de ma-turare (coacere) decurgând mai intens, respectiv se acumulează mai multe substanțe antioxidante, în timp ce la fructele tratate este inhibată sinteza polifenolilor. Cu toate acestea, chiar și acest nivel nu a protejat fructele de opăreală. Astfel, la ambele soiuri enumerate mai sus, după după 2 luni de păstrare fructele netratate au prezentat o scădere bruscă a cantității de fenoli, ceea ce a coincis cu perioada apariției primelor semne de opăreală și crește-rii intensității dezvoltării sale. Ulterior după 4 luni de păstrare, pe parcursul a 1-2 săptămâni, la toate soiurile s-a depistat o sporire ușoară a cantității substanțelor fenolice, ceea ce coincide cu începutul perioadei de suprama-turare, urmată ulterior de o scădere spre sfârșitul perioadei de păstrare. În același timp de menționat, că fructele de soiul Renet Simirenko au prezentat și cel mai mic conținut de fenoli la momentul recoltării, ceea ce deasemenea a avut un impact negativ asupra capacității de păstrare a fructelor. Astfel, după 5 luni de păstrare, din totalul fructelor de soiul Golden Delicious afectate de boli 0,67 % au fost afectate de opăreală, respectiv 0,45 % în cazul fructelor de soiul Renet Simirenko. Respectiv s-a mai constatat, că o particularitate biologică a soiului Renet Simirenko este sensibilitatea la conținutul înalt de CO<sub>2</sub>, care s-a manifestat prin afectarea fructelor de boli, cum ar fi putregaiul cenușiu (0,17 %) și pătarea amară (4,17 %). La momentul externării de la păstrare, cantitatea maximă de substanțe fenolice în varianta martor a fost caracteristică soiului Golden Delicious - 32,33 mg/100 g m.p, iar minimă soiului Florina - 23 mg/100 g m.p.

S-a stabilit, că tratamentul post-recoltare cu preparatul 'Fitomag', precum și conținutul înalt de CO<sub>2</sub> (5%) și scăzut de O<sub>2</sub> (3 %) inhibă semnificativ acumularea de antioxidanți. În cazul fructelor tratate cu preparatul 'Fitomag' pe parcursul perioadei de păstrare am constatat o reținere a matu-rării fructelor, sintezei etilenei și fenolilor, asigurându-se într-o oarecare măsură păstrarea polifenolilor pe toata perioada de păstrare, dar într-o mă-sură mai mică decât în condiții de AC. Din acest motiv, în varianta OA + Fi-tomag conținutul total de polifenoli nu s-a modificat semnificativ după trei luni de păstrare, fructele evidențiindu-se prin rezistență la opăreală. Ca urmare, după 3,4 și 5 (în funcție de soi) luni fructele tratate s-au distins prin calități

comerciale mai înalte (fermitate înaltă) și rezistență la opăreală față de cele din varianta martor. În schimb, în cazul fructelor martor intensitatea proceselor de maturare au decurs mai intens, astfel că pikul de acumulare a polifenolilor a survenit mai devreme.

Datele obținute în rezultatul cercetarilor au dovedit, că tratarea fructelor la inițierea păstrării cu inhibitorul sintezei etilenei 'Fitomag' influențează esențial intensitatea proceselor de oxidare, exprimate prin activitatea substanțelor fenolice. În primele 8 săptămâni de păstrare s-a înregistrat o tendință ușoară de acumulare a substanțelor fenolice, ceea ce denotă capacitatea preparatului 'Fitomag' de a conserva complexul antioxidant, urmată apoi de o scădere nesemnificativă în procesul de păstrare (fig.1). Ulterior, în a doua jumătate a perioadei de păstrare, odată cu intensificarea proceselor de senescență a fructelor a sporit cantitatea substanțelor fenolice. După această perioadă, la general s-a atestat o scădere, mai accentuat în-registrându-se spre sfârșitul păstrării, atunci când a survenit perioada de supramaturare. La momentul externării de la păstrare conținutul total de polifenoli în varianta cu aplicarea preparatului a depășit cu 0,67-2,06 mg /100 g m.p valorile înregistrate în varianta martor. Valoarea maximă a fost caracteristică soiului Golden Delicious (33,00 mg/100 g), iar minimă soiului Florina (24 mg/100 g).

Tratarea postrecoltă cu preparatul 'Fitomag' în cazul multor soiuri poate amplifica gradul de afectare a fructelor, deoarece nemijlocit ea inhibă biosinteza compușilor fenolici. Conform datelor din literatură [9], unul din soiurile căruia îi este caracteristică o inhibare semnificativă a sintezei fenolilor în rezultatul tratărilor cu Fitomag este Golden Delicious, asigurându-se într-o oarecare măsură păstrarea polifenolilor pe toată perioada de păstrare, ceea ce s-a confirmat și prin cercetările noastre (fig.1), dar care nici la acest nivel fructele nefiind protejate de afectare cu boli.

În rezultatul cercetărilor s-a constatat, că conținutul înalt de CO<sub>2</sub> (5%) și scăzut de O<sub>2</sub> (3%) în camera frigorifică inhibă esențial sinteza fenolilor în fructe. Spre sfârșitul perioadei de păstrare cele mai mari cantități ale substanțelor fenolice s-au înregistrat la fructele a 3 soiuri, păstrate în condiții de atmosferă controlată, excepție prezentând fructele de soiul Golden Delicious, care a prezentat și un consum mai sporit de substanțe fenolice, în raport cu fructele tratate și chiar cele netratate, înregistrând după 5 luni o scădere cu 48,59 % față de conținutul inițial, chiar dacă la momentul recoltării fructele au prezentat cea mai sporită cantitate de substanțe fenolice. Explicația ar fi, că cel mai probabil fructelor de acest soi, păstrate și în condițiile unui conținut înalt de CO<sub>2</sub> și scăzut de O<sub>2</sub> le este caracteristică o inhibare semnificativă a sintezei fenolilor. Acest proces s-a răsfrânt negativ asupra

calității fructelor, ele fiind vizibil mai afectate de putregaiul cenușiu (1,98%) în comparație cu fructele celorlalte soiuri, înregistrând la momentul externării de la păstrare și cel mai scăzut conținut de fenoli -24,33 mg/100 g m.p. În cazul soiului Idared nu s-au depistat modificări esențiale, conținutul de substanțe fenolice diminuându-se nesemnificativ față de conținutul inițial, cu doar 8,88 %, respectiv cu 9,98 în cazul soiului Renet Simirenko. Va-loarea maximă a fost caracteristică soiului Idared - 37,66 mg/100 g.

### Concluzii

1. Biosinteza substanțelor antioxidante depinde în mare măsură de conținutul de oxigen și conținutul etilenei endogene din fructe.

2. S-a constatat, că există diferențe între metodele de păstrare în ceea ce privește nivelul de conservare a complexului antioxidant în fructele soiurilor de măr cercetate.

3. Tratatamentul postrecoltă cu preparatul 'Fitomag', cât și păstrarea în condiții de atmosferă controlată au avut un efect pozitiv asupra calității fructelor, prin îmbunătățirea conținutului polifenolic și a capacității antioxidante.

### Referințe bibliografice:

1. BURZO, I., TOMA, S., DOBRESU, A., CRĂCIUN, C., VOICAN, V., DELIAN, E. Fiziologia plantelor de cultură, vol.1. Chișinău: Știința, 1999, Vol.1, 460 p.

2. BUJOREANU, Nicolae. Formarea direcționată a fructelor pentru păstrare îndelungată. Chișinău: Magna Priceps SRL, 2010, 256 p.

3. GHERGHI, A., BURZO, I., BIBICU, M., MĂRGINEANU, L., BĂDULESCU, L. *Biochimia și fiziologia legumelor și fructelor*. București: Editura Academiei Române, 2001. 319 p. ISBN 973-27-0791-7.

4. JU, Z., BRAMLAGE, WJ. Phenolics and lipid-soluble antioxidants in fruit cuticle of apples and their antioxidant activities in model systems. *Postharvest Biol Technol*, 1999, 16: 107-118.

5. JU, Z. Cuticular phenolics and scald development in "Delicious" apples. / Z. Ju; W.J. Bramlage // *J. Am. Soc. Hortic. Sc.*, 2000, Vol.125, N. 4, p. 498-504.

6. NICUȚĂ, Alexandru. Cercetarea influenței metodei de păstrare asupra modificării valorilor unor indici tehnologici la fructele de măr pe durata perioadei postrecolte. In: *Tendințe contemporane ale dezvoltării științei: viziuni ale tinerilor cercetători. Ediția 7, Vol.1, 15 iunie 2018*, Chișinău, Republica Moldova: Tipogr. „Biotehdesign”, 2018, pp. 178-183. ISBN 978-9975-108-45-4.

7. NICUȚĂ, Alexandru. Influența preparatului „Fitomag” asupra modificării valorilor unor indici biochimici la fructele de măr pe parcursul perioadei de păstrare îndelungată. In: *Studia Universitatis. Seria Științe Reale și ale Naturii*. 2018, nr. 1(111), pp. 82-85. ISSN 1814-3237.

8. SINGLETON, V. L., ORTHOFER, R., LAMUELA-RAVENTOS, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent // *Methods in Enzimology Oxidants and Antioxidants*, Part. A. ed. Lester Packer, 1999, vol. 299, p.152-178.

9. ГУДКОВСКИЙ, В.А. Роль минерального состава, гормонов и антиоксидантов в защите плодов и растений от физиологических заболеваний / В.А. Гудковский, Ю.Б. Назаров, Л.В. Кожина // *Инно-ваационные технологии производства, хранения и переработки плодов и ягод: Материалы науч.-практ. конф. 5-6 сентября 2009 г, Мичуринск. 2009. С. 26-40.*

10. ГУДКОВСКИЙ, В.А. Система сокращения потерь и сохранение качества плодов и винограда при хранении: (Методические рекомендации). Мичуринск : Мичуринская тип., 1990, 120 с.

11. ПОЛЕВОЙ, В.В. Физиология растений. М., «Высшая школа», 1989, 464 с.



**CONSIDERAȚII PRIVIND SPECIILE NOI ȘI ACCIDENTALE  
ÎNTÂLNITE ÎN ZONA UMEDĂ RAMSAR  
„LACURILE PRUTULUI DE JOS”**

*PALADI VIORICA,*

*Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir, Republica Moldova*

**Introducere.** Zona umedă Ramsar „Lacurile Prutului de Jos” este amplasată în partea de sud-vest a Republicii Moldova, între orașul Cahul și satul Giurgiulești. Aici sunt amplasate cele mai mari lacuri naturale - Beleu și Manta. Chiar dacă acest teritoriu îndeplinește un rol funcțional benefic în menținerea echilibrului ecologic, cu părere de rău procesul de degradare s-a accentuat în ultimul timp sub influența factorilor de mediu și antropici, devenind tot mai vulnerabil și necesită o atitudine mai serioasă pentru păstrarea lui. Modificări s-au produs și în componența ornitofaunei zonei. Conform Convenției RAMSAR, în anul 2000 în teritoriu erau identificate 203 specii de păsări. Aceste date nu sunt stabile, au fost studiate de atunci ocazional și tind să se modifice în timp. Unele specii se întâlnesc tot mai rar, altele apar sau se întâlnesc accidental.

Lucrarea dată își propune să aducă noi informații cu privire la unele specii accidentale sau chiar noi, observate în intervalul 2015 și până în prezent.

**Materiale și metode.** Activitățile de monitorizare cu caracter sistematic a avifaunei Zonei umede „Lacurile Prutului de Jos”, au fost desfășurate în perioada anilor 2015-2020. Acestea au cuprins bălțile din Crihana Veche, Manta, Vadul lui Isac și Rezervația naturală „Prutul de Jos”. Cercetările au fost realizate prin metoda transectelor care cuprind zone reprezentative ale ecosistemului (pe suprafețele acvatice deplasare cu barca); metoda observațiilor din puncte fixe; determinarea cu ajutorul binoculului, înregistrându-se și parametrii mediului ambiant. Prezența unor fotografii personale vin să confirme veridicitatea datelor.

**Rezultate și discuții.** Zona umedă „Lacurile Prutului de Jos” se află într-o regiune cu ariditate crescută, secetă și rar cu umiditate ridicată. În ultimii ani s-a accentuat procesul de reducere a suprafețelor acvatice. Chiar dacă sunt prezente viiturile, acestea sunt de scurtă durată. Prezența suprafețelor mlăștinoase după retragerea apelor, abundența hranei, au atras aici câteva specii de păsări.

**Scoicar** (*Haematopus ostralegus*, Linnaeus, 1758). Este o specie rară pentru teritoriul Republicii Moldova, menționată în zonă pentru prima dată în anul 1999 [3]. O perioadă lungă această specie nu a mai fost întâlnită.

Observațiile ne-au permis să înregistrăm specia abia în anul 2016 la data de 22 iulie. Un grup din 5 exemplare au fost urmărite pe parcursul a câtorva zile, alături de alte specii limicole. Acestea preferau malul mâlos al lacului, acolo unde își dobândeau hrana. Dieta scoicarilor este bazată în general pe scoici și melci, dar pot consuma și larve, insecte și alte nevertebrate. În anul curent la data de 1 aprilie, am înregistrat 3 exemplare la revărsarea canalului Manolescu în lacul Beleu. Aceste locuri sunt nisipoase, cu apă foarte mică. Urmărind păsările și comportamentul acestora, am observat că era o pereche în ritualul de împerechere (figura 1). Prezența perechii în perioada de cuibărit ar reprezenta un argument în favoarea statutului de cuibăritoare.



Fig. 1. Pereche de scoicar (*Haematopus ostralegus*)

**Fluierar de zăvoi** (*Tringa ochropus*, Linnaeus, 1758). Specie întâlnită în timpul migrațiilor de primăvară și de toamnă. Primele 6 exemplare le-am observat la 25 aprilie 2016. Preferă malurile nisipoase, unde apa nu este prea adâncă și-i permite să ciugulească hrana alcătuită din nevertebrate (viermi, crustacee, lipitori, moluște mici). Uneori poate mânca broscuțe mici și peștișori. La data de 16 septembrie 2017, ornitologii de la Societatea Pentru Protecția Păsărilor și a Naturii, au observate pe lacul Manta 10 exemplare ale acestei specii [4].

**Pescăruș sur** (*Larus canus*, *Lannaeus*, 1758). Este o specie cu efectiv redus în republică. Întâlnit anterior de ornitologi în perioada migrațiilor de primăvară și de toamnă, uneori prezent și iarna. Pe lacul Taraclia în anul 2016. În anul curent a fost înregistrat la începutul lunii februarie pe lacul Manta - 8 exemplare, și pe lacul Beleu - 11 exemplare, alături de indivizii speciei pescăruș râzător (*Larus ridibundus*) (figura 2).



Fig. 2. Pescăruș sur (*Larus canus*)

**Gușă vânătă** (*Luscinia svecica*, *Linnaeus*, 1758). În zona Prutului inferior s-a înregistrat la data de 23 martie 2018, un exemplar mascul ce-și căuta hrană în fâșia forestieră de pe malul lacului Beleu. În acele zile au căzut precipitații abundente sub formă de zăpadă, păsările fiind nevoite să facă un popas în calea migrației. În vecinătatea acestui exemplar, pe gheață sau pe vegetație, erau speciile: codroș de munte (*Phoenicurus ochruros*), codobatură albă (*Motacilla alba*), mierlă (*Turdus merula*), barză albă (*Ciconia ciconia*), mărăcinar negru (*Sxicola torquata*) și sturz cântător (*Turdus philomelos*).

**Pițigoi de brădet** (*Periparius ater*, *Linnaeus*, 1758). Specie rar întâlnită în republică. Pentru prima dată a fost observată în anul 1912 de Osterman. Ultima înregistrare s-a făcut la data de 7 ianuarie 2019, văzut în Grădina Botanică Chișinău. Un exemplar al acestei specii a fost semnalat la data de 12 februarie 2020. Acesta hoinărea în căutarea hranei alături de câteva exemplare de pițigoi mare (*Parus major*), în fâșia de sălcii de pe malul lacului Beleu (figura 3). A fost singurul exemplar întâlnit în teritoriu.



Fig. 3. Pițigoii de brădet (*Periparus ater*)

**Cufundar mic** (*Gavia stellata*, *Pantoppidan*, 1763). Specie rar întâlnită. Prima semnalare în zona studiată a fost în anul 1965 la data de 25 septembrie, în bălțile satului Pașcani în număr de 4 exemplare [7]. În urma observațiilor un exemplar l-am întâlnit pe râul Prut (s.Slobozia Mare) la data de 10 noiembrie 2015 și alte 2 exemplare le-am observat în bălțile de la Pașcani în luna decembrie 2019. Acestea din urmă erau la o distanță nu prea mare de 3 exemplare de corcodel mic (*Tachibaptus ruficollis*). Este mâncător de pește, însă consumă câteodată și plante.

**Presură cu cap negru** (*Emberiza melanocephala*, *Scopoli*, 1769). Specie foarte rar întâlnită în republică. A fost menționată ca specie cuibăritoare de către Ajder V. în sudul țării [1]. La data de 4 iunie 2014 a fost observată de Skorpikova pe câmpurile de ceriale, la est de satul Slobozia Mare, un mascul cântând în vegetația ruderală [6]. Observațiile personale mi-au permis să identific la data de 17 iulie 2018, un mascul pe vegetația de luncă inundabilă din vecinătatea lacului Belevu din cadrul rezervației „Prutul de Jos” (fig. 4).



Fig. 4. Presură cu cap negru (*Emberiza melanocephala*)

În concluzie, din studiul efectuat reiese că în intervalul 2015-2020 au fost identificate încă șapte specii de păsări. Evoluția avifaunei din Zona umedă RAMSAR „Lacurile Prutului de Jos”, este strâns legată de aridizarea climei din ultimii ani; reducerea suprafețelor acvatice a favorizat apariția unor specii de păsări ce se hrănesc în apele nu prea adânci (*Haemantopus ostralegus*, *Larus canus*, *Tringa ochropus*). Prezența perechii de scoicar (*Haemantopus ostralegus*) în perioada de cuibărit ar reprezenta un argument în favoarea statutului de cuibăritoare. De aceea este necesar de a fi urmărită în următorii ani.

#### Referințe bibliografice:

1. Ajder V., Ciofleac V., Bolboacă L., Grosu I., Baltag E., New bird species recorded in Republic of Moldova during 2011-2014. Internațional Zoological Congress of „Grigore Antipa” Museum. 19-22 November, Bucharest, Romania, , România. Accesat în 2 mai 2020.

2. Bolboacă L., Baltag E., Ion C., Mătășaru L., Oystercatcher (*Haemantopus ostralegus*) and little tern (*Sterna albifrons*) in Lower Siret River course, Romania – Breeding proofs, Analele Științifice ale Universității „Alexandru Ioan Cuza” din Iași, s. Biologia animală, Tom LXI, 2015, pag.25-29.

3. Glăvan, T., Știrbu, V., Ciubotaru, V., 1999. Contribution to the study of the avifauna in the region of Beleu Lake ("Prutul de Jos" Reservation) Republic of Moldova. Scientific Annals of the Danube Delta Institute for Research and Development, VII, 22-31.

4. Raport pe activitate 2017, Societatea Pentru Protecția Păsărilor și a Naturii [https://sppn.md/wp-content/uploads/2017/04/Raport\\_2017\\_SPPN.pdf](https://sppn.md/wp-content/uploads/2017/04/Raport_2017_SPPN.pdf) Accesat în 30 mai 2020.

5. Munteanu A., Zubcov N., Țurcanu Vl., Fauna de vertebrate terestre din Zona umedă Ramsar a Prutului Inferior, Mediul Ambiant, NR.5 (29) octombrie 2006, pag.42-46.

6. Skorpikova V., Belka T., Stepanek P., Horal D., Data on birds recorded in Republic of Moldova in 2013 and 2014

[https://www.researchgate.net/publication/294836360\\_Data\\_on\\_birds\\_recorded\\_in\\_Republic\\_of\\_Moldova\\_in\\_2013\\_and\\_2014](https://www.researchgate.net/publication/294836360_Data_on_birds_recorded_in_Republic_of_Moldova_in_2013_and_2014) Accesat în 29 aprilie 2020.

Аверин Ю.В., Ганя И.М. Птицы Молдавии. т.1. Кишинев: Академия Наук Молдавской ССР, Институт Зоологии, 1970, р. 240.

## IMPACTUL URBANIZĂRII ASUPRA MEDIULUI

*PORTARESCU ANASTASIIA,*

*Universitatea de Stat "Dimitrie Cantemir", Republica Moldova*

**Introducere.** Sporirea numărului populației pe planetă a condiționat faptul că orașele ocupă suprafețe imense și apare procesul de „urbanizare”[13].

Noțiunea de „urbanizare” provine de la cuvântul latin „urbs” – oraș, sau „urbanus” – orășenesc. Termenul este destul de vast, acesta făcând referire la creșterea fizică, demografică și economică a orașelor, ca rezultat al schimbărilor economice, sociale și tehnologice care îi determină pe oameni să se deplaseze spre zone de creștere a locurilor de muncă și posibilități extinse [8]. Este un fenomen care a existat de-a lungul veacurilor, din cele mai vechi timpuri și până în prezent. Cu toate acestea, în ultimele decenii, procesul de urbanizare a căpătat un impuls tot mai mare și o atenție sporită, [14] dobândind o amploare globală.[8].

**Scopul prezentei lucrări** constă în efectuarea studiului problemelor sociale care apar în ecosistemele urbane și a impactului procesului de urbanizare asupra mediului (aer, apă, sol, biodiversitate).

**Materiale și metode.** Ca materiale au servit rezultatele publicațiilor de specialitate cunoscute în domeniul procesului de urbanizare a noi și noi teritorii din diverse state și continente. Drept metode au servit metodele de analiză, comparare și deducție a rezultatelor obținute în diverse lucrări în domeniul dat.

**Rezultate și discuții.** Cu toate că țările dezvoltate (America de Nord, Europa de Vest) sunt mai urbanizate decât țările în curs de dezvoltare, urbanizarea rapidă reprezintă o provocare pentru ambele. Astfel, urbanizarea este legată nu numai de crearea problemelor ecologice (deteriorarea stării calității mediului), dar și a unui șir întreg de probleme sociale, care sunt asociate cu: problemele șomajului cronic, sărăcia intensă, accesul slab la asistență medicală de calitate, sănătate precară, mahalale urbane, explozia criminalității, inegalitatea socială, etc. [5, 8, 11].

Dezvoltarea așezărilor urbane sub influența procesului de industrializare rapidă are consecințe negative asupra mediului înconjurător și calității vieții populației [6]. În pofida faptului că urbanizarea este deseori asociată cu industrializarea, modernizarea și dezvoltare, aceasta este unul dintre procesele principale care perturbă structura și funcțiile ecosistemelor naturale [5]. În siturile urbane, terenul este curățat pentru a fi refăcut și înlocuit cu suprafețe impermeabile, inclusiv asfalt și pavele, crescând

cantitatea de scurgeri care intră în fluxuri, iar consecințele ecologice pot fi severe și complexe [4].

Activitatea antropică are o influență majoră asupra factorilor de mediu și poate avea atât un impact negativ, afectând condițiile de trai ale ființelor umane, contribuind la reducerea productivității agricole, a diversității biologice etc., cât și unul pozitiv, ameliorând terenurile afectate sau conservând obiectele unice ale naturii etc. [3].

Concentrarea industriei și a infrastructurii în zonele urbane poate duce la presiuni localizate asupra mediului, fiind cei mai importanți consumatori de resurse naturale și generatori de deșeuri din lume. În același timp, orașele mari sunt motoare ale creșterii economice naționale și regionale, au potențialul de a genera realizări semnificative ale mediului, prin a fi site-uri de inovare, de noi răspunsuri la provocările de mediu și pot acționa ca lideri în alte orașe și țări [7].

Pentru evaluarea impactului asupra mediului, Vaculovschi E. propune clasificarea acestuia (impactului) conform următoarelor criterii [16]:

- modul de manifestare: directe, indirecte, cumulative, sinergice;
- durată: permanente sau temporare, pe termen scurt, mediu sau lung;
- natură: pozitive, negative, nule;
- importanță: reversibile, ireversibile.

În procesul evaluării impactului antropic este necesar să se identifice nu doar sursele de impact, dar și efectele lor, tendințele și dinamica schimbărilor produse în mediu. Este necesar de a cunoaște atât sursele de poluare, cât și spectrul poluanților și dinamica lor, ceea ce reprezintă o cerință pentru elaborarea măsurilor eficiente de prevenire, combatere a poluării și degradării mediului și, respectiv, asigurarea unui nivel mai înalt al calității vieții [3].

Principalele „fenomene perturbatoare” legate de urbanizare, conform [1] sunt:

- consumul de spațiu cu impact asupra ecosistemului natural, manifestat prin: defrișări, desecări, eroziuni, modificări ale raportului între populație și habitat;
- exploatarea fără restricții a resurselor naturale, în special a celor neregenerabile, a materiilor prime, a apei, a masei lemnoase;
- efectele poluante ale marilor orașe care se referă la problema deșeurilor urbane, poluarea și degradarea spațiilor verzi, modificări climatice, influențe asupra faunei etc.;
- creșterea traficului auto, aerian și a poluării aerului cu substanțe deosebit de toxice;
- creșterea cantităților de fluide neepurate sau incomplet epurate, deversate în emisari;



- fragmentarea ecosistemelor naturale prin extinderea excesivă a barierelor antropice de tipul autostrăzilor, marilor platforme industriale etc.;
- efecte asupra stării de sănătate a oamenilor prin creșterea numărului de îmbolnăviri mintale, sporirea maladiilor cardiovasculare etc.

Este necesar de menționat, că urbanizarea are un enorm impact afectând toate componentele mediului, care, la rândul lor, influențează calitatea sănătății populației [3]. Au fost efectuate cercetări privind impactul antropic asupra apelor de suprafață, învelișului de sol și a diversității floristice în unele ecosisteme urbane din centrul Republicii Moldova. Rezultatele cercetărilor au demonstrat un impact esențial al activităților economice asupra tuturor componentelor de mediu precum și asupra sănătății publice [2, 9].

Impactul asupra aerului. Activitățile antropice cu impact considerabil asupra calității aerului atmosferic sunt considerate transportul, energetica și industria. În afară de sursele de poluare fixe, un impact asupra calității aerului atmosferic îl au sursele difuze [3].

Impactul asupra solurilor. În ecosistemul urban au loc schimbări și degradări ale funcțiilor ecologice ale solurilor, fapt care se manifestă în aspectul morfologic al acestora prin apariția unor orizonturi specifice, inversia orizonturilor în profil, incluziuni alogene etc. [6]. Activitatea umană, în special cea economică, prin valorificarea nerațională a solurilor, a determinat intensificarea unor procese de degradare a lor, cum ar fi: eroziunea, alunecările de teren, inundații, surpări, dehumificarea solurilor etc., cauzând, în consecință, diminuarea productivității acestora. Degradarea solurilor în limita orașului generează micșorarea biodiversității, microflorei și mezofaunei de sol, schimbări structurale, mărirea cantității microorganismelor patogene, acumularea micropoluantilor, schimbarea bilanțului acido-bazic și, ca urmare, degradarea ecosistemului în general [15]. Pe suprafața solurilor sunt acumulate diverse tipuri de deșeuri și reziduuri de tot felul care n-au fost evacuate în ape și aer.

Impactul asupra resurselor acvatice. Resursele acvatice ale ecosistemelor urbane, paralel cu alte componente ale mediului, sunt supuse permanent impactului antropic. Poluarea masivă a apei cu diverse substanțe toxice duce la deteriorarea echilibrului ecologic al ecosistemelor acvatice, sporește procesele de eutroficare, înrăutățind calitățile igienico-sanitare ca urmare a utilizării acesteia în diverse activități economice și a deversării apelor uzate în bazinele acvatice [15].

Impactul asupra biodiversității: Printre numeroasele activități umane care provoacă pierderea habitatului dezvoltarea urbană produce unele dintre cele mai mari rate de extincție locală și elimină în mod liber marea majoritate

a speciilor native [12]. Astfel, în zonele urbane, intens aglomerate se atestă un număr foarte mic de specii, ca rezultat al distrugerii habitatului acestora.

Urbanizarea este procesul, asociat cu un impact major asupra tuturor componentelor mediului, contribuind la dezechilibre ecologice, ce se manifestă prin poluarea mediului. Multe dintre cele mai semnificative consecințe de mediu ale urbanizării sunt resimțite departe de limitele orașelor, fie în bazinele fluviale care au fost afectate de extracția apei pentru a satisface nevoile orașelor, fie la scara schimbărilor climatice globale determinate de emisiile provenite din activitățile orașului.[7]

Relațiile urbanism – mediu Mediul este un sistem complex care influențează și este influențat de către societatea umană, căreia îi asigură resurse și servicii necesare dezvoltării și pe care o integrează între componentele sale [10].

Noțiunile de „mediu” și de „urbanism” au o trăsătură comună: ele se referă deopotrivă atât la aspecte materiale, cât și la relații sociale, concepții, păreri ale diferitelor colectivități umane. Interdependența dintre mediu și urbanism se materializează în felul în care industria și agricultura utilizează resursele naturale și administrează deșeurile de diverse tipuri, rezultate din aceste două procese economice; în funcție de soluțiile oferite de urbanism, mediul își poate păstra sau nu capacitatea sa naturală de absorbție și transformare a unei părți a poluanților. Complexitatea relațiilor dintre urbanism și mediu constă în faptul, că urbanismul, referindu-se la totalitatea activităților legate de amenajarea teritorială și a localităților, interferează pe multiple planuri și în numeroase subdomenii cu mediul, atât cel natural, cât și cel influențat de activitățile colectivităților umane [1, 5].

Întreaga problematică a relației urbanism–mediu constă în găsirea și aplicarea unor procedee, tehnici și metode în vederea păstrării echilibrului ecologic. Urbanismul, însă, nu are rațiune de a exista decât dacă promovează și aplică soluții ecologice[1, 5].

Soluționarea problemelor legate de impactul urbanizării Revoluția tehnico-științifică a schimbat raportul relațiilor “om - natură”, care s-a soldat cu crize ecologice, schimbarea peisajului natural, apariția unui șir de probleme de ordin ecologic. Impactul antropic asupra mediului natural a dat naștere mișcărilor progresive a societății umane în scopuri de creare și menținere calitativă a mediului de viață. Situațiile ecologice împreună cu problemele ecologice reprezintă un ansamblu de condiții ce necesită și investigații științifice [13].

Evitarea absolută a influenței negative asupra naturii este imposibilă. Eforturile depuse de savanți în cercetările ecologice au scopul de a atenua urmările negative apărute în rezultatul poluării mediului ambiant. [13]

Pentru diminuarea impactului urbanizării este necesară implementarea conceptului de “oraș durabil” sau „oraș inteligent”. Acesta este tot mai des utilizat, întrucât, pe măsura industrializării, urbanizării globale se manifestă și sunt tot mai amenințătoare poluarea, defrișarea, seceta, deșeurile, care împreună contribuie la pierderea biodiversității. Omenirea a început să conștientizeze faptul, că dacă se va merge într-un astfel de ritm, atunci generațiile următoare vor rămâne fără resurse naturale și vor moșteni doar un mediu poluat și artificializat.

Necătând la faptul că se investește enorm în dezvoltarea durabilă a orașelor, aceasta, cu părere de rău, este doar de durată. Fiecare trebuie nu doar să conștientizeze faptul că schimbarea vine de la sine, dar și să acționeze.

**Concluzii.** Procesul de urbanizare, duce la formarea unei comunități umane complexe care diferă de la o țară la alta, cu o structură profesională a populației predominant cu un mod diferit de cel rural. Procesul de urbanizare este legat de activitățile antropice care cauzează un impact esențial asupra mediului, care, este exprimat prin poluarea aerului cu diverse emisii în atmosferă, diminuarea calității apelor de suprafață și deteriorarea calității solului cu reziduuri și deșeuri, și cu pierderea biodiversității. Impactul cauzat asupra componentelor de mediu , în final, influențează negativ și asupra sănătății populației.

#### Referințe bibliografice:

1. ALPOPI, CRISTINA: *Efectele aglomerării urbane asupra mediului înconjurător* *The effects of urban concentration on environment*. Bd. 11, 2008
2. BULMAGA, CONSTANTIN ; CERTAN, CORINA: Evaluarea impactului ecosistemelor urbane asupra mediului în Regiunea de Dezvoltare Economică Centru (2019), S. 42–53
3. CAPCELEA, VICTOR: Impactul antropic asupra mediului din Podișul Moldovei de Nord (2019)
4. CORTELEZZI, A ; BARRANQUERO, ROSARIO S. ; MARINELLI, CLAUDIA B. ; FERNÁNDEZ SAN JUAN, M. ROCÍO ; CEPEDA, ROSANA E.: Environmental diagnosis of an urban basin from a social–ecological perspective. In: *Science of the Total Environment* Bd. 678, Elsevier B.V. (2019), S. 267–277
5. CRIVOI, AURELIA ; ION, UNGUREANU: Problemele prioritare ale urbanismului și efectele lui asupra mediului ambiant (2014), Nr. 10, S. 126–130
6. CUJBĂ, V.: *Evoluția orașelor mici și mijlocii din Republica Moldova prin prisma geografiei economice, teză de doctor*, 2015
7. DODMAN, DAVID: Environment and Urbanization. In: *International Encyclopedia of Geography: People, the Earth, Environment and Technology* : John Wiley & Sons, Ltd, 2017, S. 1–9
8. GOTHAM, KEVIN FOX ; KING, ARIANNA J.: Urbanization. In: *The Wiley*

*Blackwell Companion to Sociology* : Wiley, 2019, S. 267–282

9. GRABCO, N ; ȚUGULEA, A ; BULIMAGA, C: Contribuții la studiul florei zonelor cu impact tehnogen din ecosistemul urban Chișinău, S. 55–59

10. IOJĂ, I -C.: *Metode și tehnici de evaluare a calității mediului în aria metropolitană a municipiului București*. Editura Un. București, 2009 — ISBN 9789737374851

11. LEACH, JOANNE M. ; MULHALL, RACHEL A. ; ROGERS, CHRIS D.F. ; BRYSON, JOHN R.: Reading cities: Developing an urban diagnostics approach for identifying integrated urban problems with application to the city of Birmingham, UK. In: *Cities* Bd. 86, Elsevier Ltd (2019), S. 136–144

12. MCKINNEY ; L., MICHAEL: Urbanization, Biodiversity, and Conservation. In: *BioScience* Bd. 52, Oxford Academic (2002), Nr. 10, S. 883–890

13. NICULIȚA, GHEORGHI: Poluarea ecosistemului urban Tiraspol și modalități de reducere a ei. Teză de doctor (2016)

14. ORUM, ANTHONY M.: Urbanization. In: *The Blackwell Encyclopedia of Sociology*. Oxford, UK : John Wiley & Sons, Ltd, 2007

15. ȚUGULEA, ANDRIAN: Evaluarea impactului ecologic al transportului auto asupra componentelor vegetale din ecosistemul urban Chișinău Bd. 13 (2018), Nr. 478

16. VACULOVSKI, E: „*Economic growth in conditions of globalization: welfare and social inclusion*“, 2019

## STRESUL PSIHOGEN SPITALICESC ȘI CONSECINȚELE LUI (SINTEZA LITERATURII)

PUȘICA ZAINEA,

Universitatea de Stat "Dimitrie Cantemir", Republica Moldova

Problema stresului și a reacțiilor stresogene la persoanelor supuse stresării acute ocupă un loc important atât la etapa de preinternare, cât și la etapa timpurie spitalicească de acordare a ajutorului medical urgent în instituțiile medicale. Aceasta se referă atât la cazurile individuale, cât și la majoritatea pacienților în situații de urgență etc. Această problemă este actuală prin acordarea ajutorului medical de urgență în patologii somatice în cazul stărilor de urgență. Un loc special îl ocupă reacția stresogenă acută și reacția persoanei la stres în cazul acțiunii factorului psihogen izolat și asocierea acestuia cu cel somatic. Aceasta necesită o anumită pregătire a specialiștilor cu profil somatic sau curarea pacienților de comun acord cu un psihiatru, psiholog medical sau psihoterapeut.

Inițial este necesar de explicat unii termeni și noțiuni care se utilizează în analiza problemei stresului și care este esența lor. Noțiunea de „stres” a fost introdusă în circulație de fondatorul teoriei stresului Hans Selye în a. 1936 și este folosită pe larg până în prezent „*Stresul este reacția nespecifică a organismului la orice cerință a organismului*” [8], iar ulterior au fost întreprinse multe încercări de perfecționare a acestui concept. Totodată, definiția rămâne ambiguă și cuvântul este folosit diferit în diferite contexte. Din relatările lui Schulte (2014), variabilitatea definiției stresului poate rezulta din faptul, că cercetările asupra stresului au un caracter independent în mai multe domenii ale biologiei, cu goluri substanțiale între rezultatele obținute de cei interesați în problema stresului dintr-o perspectivă biomedicală, care sunt cointeresați de efectele factorilor stresogeni în populațiile naturale [5].

Stresul este o parte intrinsecă a vieții, fiind necesar pentru supraviețuirea unui organism din mediul său care este constant în schimbare. Deși nu există o definiție unanim acceptată a stresului, conceptul de stres este adesea confundat cu factorul stresogen și este numit stresor, sau cu răspunsurile fiziologice la această provocare – numit răspuns la stres. Un stresor este orice stimul care perturbă homeostazia internă și poate implica psihicul, fizicul sau fiziologia. Inițierea răspunsului la factorii stresogeni fiziologici și fizici sunt adesea subconștienți, iar factorii stresogeni psihici evocă o prelucrare cognitivă suplimentară în care factorul stresogen trebuie conștientizat mai întâi pentru a depăși capacitatea organismului de a face față cererii. Această

procesare cognitivă pune în acțiune un comportament coordonat și un răspuns fiziologic, care este similar cu răspunsul la factorii stresogeni fiziologici și fizici [3].

În răspunsul la acțiunea factorilor stresogeni sunt implicate două căi neuroendocrine, și anume axula hipotalamo-hipofizaro-suprarenal (HPA) și sistemul nervos simpatic (SNS). Activarea HPA duce la creșterea nivelului circulator al hormonului adrenocorticotrop (ACTH) produși de glanda hipofizară, precum și a mineralcorticoizilor și a glucocorticoizi derivați din cortexul suprarenal. Activarea SNS duce la eliminarea de noradrenalină (NA) din terminalele nervul simpatic în țesuturile inervate SNS, inclusiv și tractul GI și țesuturile limfoide. Astfel, perioadele de stres sunt asociate cu creșterea hormonilor glucocorticoizi circulanți, în special cortizolul la om și corticosteronul la rozătoare, precum și sporirea nivelului de NA în circulație și țesuturi. Acești hormoni au o varietate de efecte în tot organismul, o mobilizare totală pentru a organismul să răspundă cerințelor înaintate [3; 6].

În dezvoltarea sa stresul are trei faze: alarma, rezistența, epuizarea.

La etapa de alarmă apar primele manifestări ale reacției la stres: respirație scurtă și accelerată, creșterea bătăilor inimii, a tensiunii arteriale, nod în gât sau stomac, anxietate, angoasă. Aceste simptome sunt provocate de eliberarea hormonilor, cum ar fi noradrenalina, timpul de acțiune al căreia este de câteva minute și are rolul de a pregăti organismul să reacționeze rapid.

În faza de rezistență începe adaptarea organismului la stres. Dacă agresiunea este de lungă durată, reacția de acomodare inducea punerea în aplicare a unui proces de rezistență față de situația nouă. Astfel, are loc prevenirea organismului despre posibila epuizare, punerea în aplicare a procesului de compensarea a consumului de energie pentru a face față stresului. La această etapă sunt secretați hormonii glucocorticoizii, care duc la creșterea nivelului glucoză, necesară organismului, inimii, creierului, mușchilor. Anume în această fază a stresului, unii se pregătesc să înfrunte stresul, alții continuă să trăiască ca și cum n-ar exista sau evită cauzele ce ar provoca stresul.

Faza a treia epuizarea – intervine, când organismul nu reușește să se mobilizeze, să regăsească resurse. Organismul nu poate face față presiunilor, clachează. Toate rezervele fizice, psihice, biologice sunt total epuizate. Apar anumite patologii [1; 4; 7].

Răspunsul organismul la acțiunile stresogene este împărțit în faze acute și cronice. Faza acută durează de la câteva ore până la câteva zile, iar faza cronică are durată de la câteva zile până la câteva săptămâni și mai mult. Răspunsul acut este determinat de regulatorii homeostatici ai sistemelor nervos și endocrin, iar răspunsul cronic de regulatorii homeoretici ai

sistemului endocrin. Ambele răspunsuri implică modificări ale echilibrului energetic și ale metabolismului [4].

Factorii stresogeni pot fi previzibili și imprevizibili cu impact diferit asupra sănătății, ultimii de obicei au repercusiuni negative mult mai mari. Aceasta se datorează incertitudinii temporale și faptului, că evenimentul nu poate fi anticipat [1]. În general factorii stresogeni imprevizibili sunt mai agresivi și mai mult probabil provoacă: utilizarea excesivă a monoaminei cerebrale, variații ale hormonilor asociați stresului, tulburări ale funcționării imune, modificări ale tensiunii arteriale, la organismele vulnerabile [4].

Загуровский В. М., cercetând stresul prespitalicesc și spitalicesc a demonstrat, că dacă acțiunile stresogene decurg benefic are loc restructurarea mecanismelor de reglare, incluzând sistemele de stres, inclusiv acțiunea și adaptarea organismului și consecințele lui. Cu alte cuvinte stresul somatic cronic nu există – organismul ori se adaptează ori moare.

Același autor afirmă, că tabloul la acțiunile stresogene psihogene are cu totul al caracter: reacția stresogenă include toate verigile psihofiziologice ale reacției stresogene. Dacă sistemele neuroendocrin și vegetativ sunt sisteme somatice echivalente ale activității psihice, atunci rezultă că orice înviore în memorie ca factor stresogen, precum și toate celelalte circumstanțe ulterioare ale acțiunii factorilor stresogeni – persoane, spațiu, timp etc. – sunt capabile, în principiu, să declanșeze mecanismele reacțiilor de stres. Cu alte cuvinte, numai amintirea despre evenimentele produse pun în acțiune mecanismele somatice ale reacțiilor stresogene, care practic nu se deosebesc de cele ale evenimentelor.

Reacția stresogenă în descrierea clasică se realizează prin activarea sistemului simpatoadrenal (mecanisme neuroendocrine), însă clinic ea include în sine simptome atât somatice (vegetative), cât și psihice (emoționale). De aceea este cert, că vectorul factorului stresogen, ca regulă, nu se manifestă numai prin reacție stresogenă pur somatică sau pur psihică.

Analiza informației referitor la stres a evidențiat un paradox interesant. Cu toate că, manifestările somatice ale reacției stresogene prezintă o amenințare mult mai mare (adesea – vitală) pentru o persoană decât cele mentale, în practica medicală, practic nu țin cont de ele.

Conform teoriei stresului, resursele sistemelor, care realizează componenta somatică a reacțiilor stresogene sunt calculate în medie pentru 1,5-3 ore de activitate, după care apare epuizarea resurselor acestor mecanisme. În acest timp, trebuie să treacă sau să se producă neutralizarea acțiunii factorului stresogen, sau să apară adaptarea organismului la noile schimbări cu stabilizarea indicatorilor homeostaziei la un nou nivel. Dacă

aceasta nu se întâmplă, apoi se declanșează faza de epuizare (distresul), care în lipsa asistenței medicale suplimentare poate duce la decesul organismului.

Reacțiile și dereglările psihogene (psihice), care apar în rezultatul acțiunii stresului psihogen, de asemenea se împart în: 1) psihologice (psihofiziologice) și (2) psihopatologice de nivel (de nivel neurotic și psihotic).

Situațiile stresogene provoacă reacții emoționale diverse reacții emoționale – de la excitări ușoare (dacă evenimentele necesită o tensiune determinată, dar ea se poate depăși) până la emoții obișnuite cum ar fi anxietatea, furia, jalea, depresia. Cea mai des întâlnită reacție la acțiunea factorului psihogen este anxietatea. Aceasta este o experiență neplăcută, definită prin „anxietate”, „pericol”, „tensiune” și „frică”, care se percepe cu diferit grad de intensitate din când în când. Baza reacțiilor psihice (psihofiziologice) o constituie frica. Comportament în perioada acută de dezvoltare a situației care prezintă pericol pentru viață în cea mai mare parte este determinat de emoțiile de frică care până la anumite limite poate să fie considerată fiziologic normală și condițional benefică, deoarece contribuie la mobilizarea extremală a tensiunii fizice și psihice, necesară pentru supraviețuire. Persoanele psihic normale, neînfricate, în înțelegerea deplină acestei afecțiuni, nu există. Totul depinde de instanțele de timp necesare pentru depășirea senzație de confuzie, de luarea rațională a deciziilor și începutul acțiunii [2]. La persoanele pregătite pentru situații extreme, competente, aceasta are loc mult mai rapid, iar la persoanele absolut nepregătite, la care se menține confuzia, luarea întârziată a decizie, persistă nervozitatea, ceea ce și este un indicator de risc important în dezvoltarea dereglărilor psihice psihogene.

Frica este însoțită de apariția alterată a stării de conștiință. Cel mai adesea se dezvoltă stupoarea, exprimată prin înțelegerea incompletă a celor întâmplate, prin dificultatea de a percepe mediul înconjurător, realizarea inadecvată a activităților necesare. Într-o perioadă scurtă de exteriorizare a reacției de frică se observă creșterea moderată a activității: mișcările devin clare, economice, sporește forța musculară, care poate să promoveze mișcarea oamenilor într-un loc sigur. Dereglarea vorbirii este limitată la accelerarea ritmului, poticniri, vocea devine puternică, sonoră. Se observă mobilizarea voinței, animarea proceselor ideatice.

O altă reacție foarte răspândită în situațiile stresogene este mânia, care se poate dezvolta în agresivitate. Adulții își exprimă agresivitatea mai des verbal decât fizic; ei mai des fac schimb de insulte decât de manșete. Agresivitatea activă este o reacție obișnuită, destul de răspândită și opusă reacției de detașare și apatie. Dacă condițiile stresogene persistă și subiecții



nu reușesc să le depășească, apoi trăirea evenimentelor neplăcute, necontrolate poate duce la apatie și depresie. La unii subiecți se dezvoltă neputință dobândită, caracterizată prin apatie, detașare și inacțiune ca răspuns la evenimentele necontrolate. Stresul psihogen este adesea însoțit de manifestări psihosomatice și psihovegetative. Persistă atitudinea critică la ceea ce se întâmplă, la starea și capacitățile sale în scopul desfășurării activități dirijate.

De rând cu reacțiile emoționale la acțiunile stresogene, la subiecții, care se confruntă cu factori stresogeni puternici des apar dereglări cognitive esențiale. Aceștia cu greu se concentrează și cu greu își formulează logic gândurile, devin ușor distrase și ca rezultat scade capacitatea lor de a rezolva probleme, în special pentru cele complexe. O astfel de afectare cognitivă poate avea două motive: excitarea emoțională puternică poate interfera cu procesarea informații în creier. De aceea, cu cât e mai puternică anxietatea, mânia sau depresia provocată de acțiunea stresogenă, cu atât mai posibil vor apărea tulburări cognitive.

#### Referințe bibliografice:

1. H. Anisman and K. Matheson, "Stress, depression, and anhedonia: Caveats concerning animal models," *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, vol. 29, no. 4–5. pp. 525–546, 2005, doi: 10.1016/j.neubiorev.2005.03.007.
2. M. G. Haviland, J. E. Banta, J. L. Sonne, and P. Przekop, "Posttraumatic stress disorder-related hospitalizations in the United States (2002–2011): Rates, co-occurring illnesses, suicidal ideation/self-harm, and hospital charges," *Journal of Nervous and Mental Disease*, vol. 204, no. 2. Lippincott Williams and Wilkins, pp. 78–86, 2016, doi: 10.1097/NMD.0000000000000432.
3. M. T. Bailey, "Psychological stress, immunity, and the effects on indigenous microflora," in *Advances in Experimental Medicine and Biology*, vol. 874, Springer New York LLC, 2016, pp. 225–246.
4. R. Board and N. Ryan-Wenger, "Stressors and stress symptoms of mothers with children in the PICU," *J. Pediatr. Nurs.*, vol. 18, no. 3, pp. 195–202, 2003.
5. R. J. Collier, B. J. Renquist, and Y. Xiao, "A 100-Year Review: Stress physiology including heat stress," *J. Dairy Sci.*, vol. 100, no. 12, pp. 10367–10380, Dec. 2017, doi: 10.3168/jds.2017-13676.
6. R. Kvetnansky, E. L. Sabban, and M. Palkovits, "Catecholaminergic systems in stress: Structural and molecular genetic approaches," *Physiological Reviews*, vol. 89, no. 2. pp. 535–606, Apr. 2009, doi: 10.1152/physrev.00042.2006.
7. H. Ursin, "Stress, distress, and immunity," in *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1994, vol. 741, pp. 204–211.
8. Г. Селье. Стресс без дистресса. М. «Прогресс». 1949.
9. Загуровский В. М. Стресс и его последствия (догоспитальный и ранний госпитальный этапы). Медицина неотложных состояний. 2014. № 7 (62). С. 11–22.

## MODIFICAREA ACTIVITĂȚII ANTIOXIDANTE A BIOMASEI DE SPIRULINA LA ACȚIUNEA UNOR NANOPARTICULE CU ÎNVELIȘ DE POLIETILENGLICOL

ROTARI ION, CEPOI ANASTASIA

Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir”, Republica Moldova

*Premise pentru cercetare.* Cianobacteria *Spirulina platensis* este unanim acceptată în calitate de model de cercetare fundamentală și aplicativă, dar și în calitate de sursă non convențională complexă și prețioasă de compuși biologic activi cu diverse aplicații [1, 5, 9].

De rând cu capacitatea înaltă de sinteză orientată și acumulare a compușilor funcționali în biomasa sa, spirulina prezintă și o înaltă capacitate de adaptare la modificarea condițiilor și mediilor de cultivare a ei. Utilizarea diversilor compuși chimici, fie în compoziția mediilor de cultivare, fie administrați la diferite etape de creștere a culturii de spirulina, induc modificări atât în productivitatea, cât și în conținutul componentelor funcționale ale biomasei. În procesul metabolizării compușilor se modifică și activitatea antioxidantă a biomasei, condiționată de procesul de formare și/sau anihilare a radicalilor liberi. Spirulina conține un șir de compuși enzimatici și non enzimatici capabili să reducă în mod sinergist sau cumulativ speciile reactive de oxigen: enzimele superoxidismutaza și catalaza, unii aminoacizi, pigmentii primari și secundari, fenolii, vitaminele [3, 6].

Dezvoltarea nanomaterialelor în diverse scopuri, a condiționat utilizarea în ultimii ani, a cianobacteriilor și microalgelor în calitate de matrice pentru biosinteza nanoparticulelor, cât și în calitate de modele pentru aprecierea toxicității lor [4, 7]. Totodată, pornind de la unele proprietăți biologice distincte ale nanoparticulelor [2, 8], au fost inițiate cercetări pentru a stabili oportunitatea încadrării unui șir de nanoparticule în tehnologia de cultivare a cianobacteriei *Spirulina platensis* în vederea producerii biomasei – materie primă de bionanoparticule și compuși funcționali valoroși. S-au demonstrat astfel, efecte de la moderat toxice la pozitive asupra productivității și compoziției biochimice a biomasei la cultivarea spirulinei în prezența nanoparticulelor de Au, Ag și Cu cu dimensiunea de 5nm [11 - 13].

*Scopul studiului, materialele și rezultatele cărui sunt prezentate în continuare a constat în evaluarea modificărilor survenite în activitatea antioxidantă a biomasei de spirulina, cultivată în prezența unor nanoparticule de Au, Ag și Cu cu înveliș de polietilenglicol.*

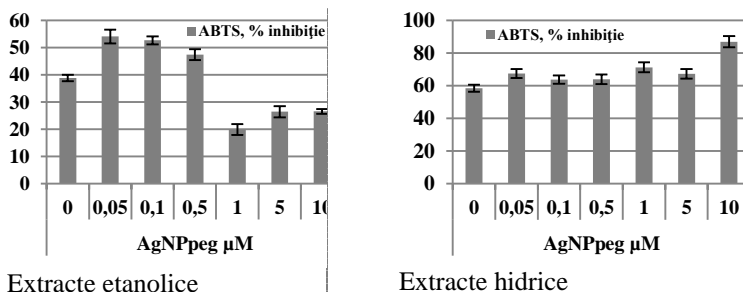
*Materialul și metodele aplicate.* În cercetare a fost utilizată cianobacteria *Spirulina platensis* CNMN-CB-11 [14] care a fost cultivată pe

mediul nutritiv cu următoarea compoziție: macroelemente (în g/l):  $\text{NaNO}_3$ -2,5;  $\text{NaHCO}_3$ -2,0;  $\text{NaCl}$ -1,0;  $\text{K}_2\text{SO}_4$ -0,6;  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ -0,2;  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ -0,2; 1ml/l soluție de microelemente ce conține (mg/l):  $\text{H}_3\text{BO}_3$ -2,86;  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ -1,81;  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ -0,08;  $\text{MoO}_3$ -0,015;  $\text{FeEDTA}$ -1ml/l. Au fost utilizate nanoparticule de Au, Ag și Cu de 5 nm cu înveliș de polietilenglicol (Producător „НПО Наноматериалы и Технологии”, Tolyatti, Rusia), care au fost suplimentate la mediul de cultivare în concentrațiile de la 0,05  $\mu\text{M}$  până la 10,0  $\mu\text{M}$ . Pe durata cultivării spirulinei în prezența nanoparticulelor testate au fost menținute: temperatura de 25-28°C în primele 2 zile, iluminarea continuă de  $\sim 37 \mu\text{M}$  fotoni/ $\text{m}^2/\text{s}$ , pH-ul optim al mediului 8-9, și, respectiv pentru următoarele 4 zile: temperatura de 30-32°C, pH-ul-9-10, intensitatea iluminării de  $\sim 55 \mu\text{M}$  fotoni/ $\text{m}^2/\text{s}$ . Cultivarea a fost efectuată în baloane Erlenmeyer cu capacitatea de 500 ml, cu volumul experimental de 300 ml. La finalizarea ciclului de cultivare, spirulina din variantele experimentale și cea martor a fost filtrată, iar biomasa rezultată standardizată la concentrația de 10mg/ml. Pentru a monitoriza activitatea antioxidantă a biomasei au fost preparate 2 tipuri de extracte: hidrice și etanolice (acest tip de extracte conțin fracții atât liposolubile, cât și hidrosolubile, astfel efectul antioxidant determinat poate fi considerat unul sumar). Extractele hidrice au fost obținute prin congelarea-decongelarea repetată a amestecului „biomasă + apă distilată” în raport de 1:1 m/v, cu separarea finală ulterioară a extractelor prin centrifugare. Extractele etanolice au fost obținute prin extragere în alcool etilic de 96% în raport de 1,0 ml la 10 mg biomasă pe un agitator orbital cu viteza de 200 rot/min timp de o oră, la temperatura camerei cu separarea ulterioară a extractelor prin centrifugare.

Activitatea antioxidantă a fost determinată în baza reacției de reducere a radicalului cation ABTS (2,2 azinobis 3-etilbenzotiazoline-sulfonic acid) [10]. Conform principiului reacției radicalul ABTS este generat prin oxidarea ABTS, iar reducerea lui are loc prin mecanismul de adăugare de electroni. În acest scop, se prepară soluția stoc a ABTS de 7 mM, la care se adaugă persulfatul de potasiu în concentrația de 2,45 mM în raport de 1:1. Reacția de formare a radicalului ABTS se derulează la întuneric, la temperatura camerei, timp de 12-16 ore. În cadrul testului, soluția de lucru a fost preparată din soluția stoc de ABTS, care s-a dizolvat în etanol sau apă distilată, în dependență de solventul probelor, până la stabilizarea valorii absorbanței  $0,700 \pm 0,020$  la lungimea de undă de 734 nm. Amestecul reactant a fost format din 0,3 ml extract și 2,7 ml soluție ABTS. Durata reacției de reducere la temperatura camerei - 6 min. Activitatea antioxidantă a fost exprimată în % inhibiție ABTS. Toate datele experimentale (obținute în 3 repetări) au fost prelucrate statistic. În calitate de test de semnificație a fost utilizat testul

Student. În prezentarea datelor s-a afirmat asupra diferențelor între rezultatele pentru care  $P < 0,05$  sau  $P < 0,01$ .

*Rezultatele studiului.* Figura 1 prezintă datele obținute în testul ABTS executat pe extractele etanolicе și hidrice derivate din biomasa de spirulina, cultivată în prezența AgNP cu înveliș de polietilenglicol. Conform rezultatelor testului, pentru extractele etanolicе din spirulina este caracteristică o creștere a valorilor antioxidante pentru concentrațiile mici ( $0,05-0,5\mu\text{M}$ ) de AgNP cu înveliș de polietilenglicol. La aceste concentrații, activitatea antioxidantă a crescut cu circa 22-39%. Concentrațiile mari de AgNP cu înveliș de polietilenglicol ( $1,0 - 10,0\mu\text{M}$ ), au produs însă, o scădere a activității antioxidante a extractelor etanolicе din spirulina. Astfel, capacitatea de reducere a radicalului cation ABTS pentru acest tip de extracte s-a redus cu circa 31-46%.

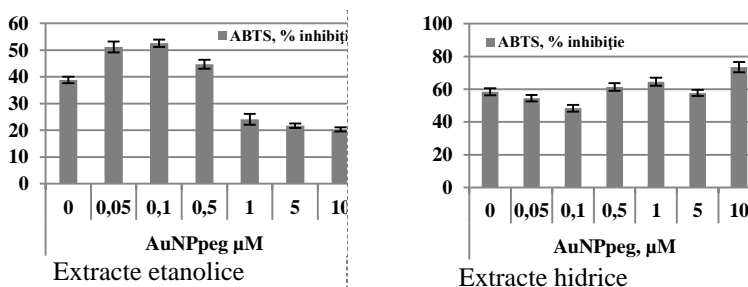


**Fig. 1.** Activitatea antioxidantă a extractelor (etanolicе și hidrice) din biomasa de spirulina, cultivată în prezența AgNP cu înveliș de polietilenglicol

Pentru extractele hidrice au fost stabilite modificări nesemnificative ale activității antioxidante în direcția creșterii la concentrațiile mici ( $0,05 - 0,5\mu\text{M}$ ) de AgNP cu înveliș de polietilenglicol: valorile testului ABTS au oscilat în limitele unei creșteri de circa 9 - 15% față de valorile testului ABTS pentru extractele hidrice din varianta martor a biomasei de spirulina. O creștere mai semnificativă a valorilor testului ABTS a fost stabilită pentru concentrațiile mai mari ale AgNP cu înveliș de polietilenglicol. În intervalul de concentrații  $1,0 - 10,0\mu\text{M}$ , activitatea antioxidantă a extractelor hidrice a crescut cu circa 15 - 48%. Cel mai înalt % de inhibiție a radicalului cation ABTS s-a determinat la concentrația de  $10,0\mu\text{M}$  a AgNP cu înveliș de polietilenglicol.

Și în cazul extractelor etanolice din spirulina crescută în prezența dozelor mici (0,05 - 0,5  $\mu\text{M}$ ) de AuNP cu înveliș din polietilenglicol, capacitatea antioxidantă a fost mai intensă cu până la 35% (figura 2). La fel, concentrațiile mari (1,0 - 10,0  $\mu\text{M}$ ) de AuNP în înveliș de polietilenglicol au redus activitatea antioxidantă a extractelor etanolice.

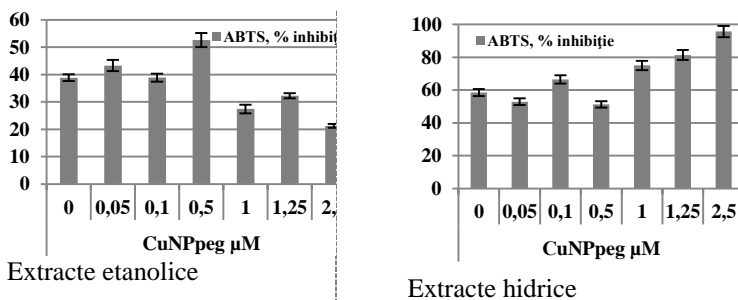
Activitatea antioxidantă a extractelor hidrice din spirulina crescută în prezența AuNP cu înveliș de polietilenglicol a oscilat în limitele a  $\pm 6$ -17% pentru concentrațiile mici. O creștere a valorilor antioxidante a extractelor hidrice a fost determinată pentru concentrațiile mai mari ale AuNP cu înveliș de polietilenglicol, valorile testului ABTS fiind cu circa 10-25% mai mari (figura 2).



**Fig. 2.** Activitatea antioxidantă a extractelor (etanolice și hidrice) din biomasa de spirulină, cultivată în prezența AuNP cu înveliș de polietilenglicol

În cazul CuNP cu înveliș de polietilenglicol, activitatea antioxidantă a extractelor etanolice a prezentat o tendință de creștere în limitele a circa 9-11% în cazul dozelor mici. Pentru concentrațiile mari (1,0 - 2,5  $\mu\text{M}$ ) de aceste nanoparticule, activitatea antioxidantă a extractelor etanolice s-a redus cu circa 16-45% (figura 3).

În cazul extractelor hidrice, concentrațiile mici (0,05-0,5  $\mu\text{M}$ ) ale CuNP cu înveliș de polietilenglicol nu au modificat semnificativ activitatea antioxidantă, cu excepția concentrației de 0,1  $\mu\text{M}$ , pentru valorile testului ABTS au crescut cu circa 14%. Concentrațiile mari (1,0-2,5  $\mu\text{M}$ ) ale acestor nanoparticule au indus o creștere cu circa 29-63% a valorilor antioxidante.



**Fig.3.** Activitatea antioxidantă a extractelor (etanolice și hidrice) din biomasa de spirulină, cultivată în prezența CuNP cu înveliș de polietilenglicol

Prin urmare, datele testului ABTS au permis a stabili în cadrul acestei cercetări, dinamica modificării activității antioxidante a extractelor etanolice și hidrice din biomasa de spirulină la utilizarea în procesul de cultivare a ei a nanoparticulelor de Ag, Au și Cu cu înveliș de polietilen glicol. Nanoparticulele testate au demonstrat efecte diferite asupra activității antioxidante a biomasei de spirulina (prin prisma extractelor etanolice și hidrice) care se modifică (în intervale anumite de concentrații) prin creșterea și/sau descreșterea acestui indice, se modifică neesențial sau nu se modifică deloc (vezi tabelul).

**Tabel.** Modificarea activității antioxidante a biomasei de spirulina (extracte etanolice și hidrice) sub acțiunea nanoparticulelor de Ag, Au și Cu cu înveliș de polietilenglicol

Tipul de extracte	AgNPpeg		AuNPpeg		CuNPpeg	
	Intervalul de concentrații, $\mu\text{M}$					
	0,05-0,5	1,0-10,0	0,05-0,5	1,0-10,0	0,05-0,5	1,0-2,5
<b>Etanolice</b>	↑	↓	↑	↓	↑	↓
<b>Hidrice</b>	↑	↑	↑↓	↑	↑↓	↑

Datele obținute sunt informative pentru fiecare tip de nanoparticule cu înveliș de polietilenglicol aplicate. Rezultatele acestui studiu pot servi drept reper pentru selectarea concentrațiilor de nanoparticule nu doar în baza modificărilor din compoziția calitativă a biomasei, dar și în baza dinamicii

capacității antioxidante a biomasei și/sau a fiecărui tip de extract – criterii care vor fi luate în considerație la includerea nanoparticulelor de Ag, Au și Cu cu înveliș de polietilenglicol în circuitul tehnologic destinat obținerii materiilor prime de bionanoparticule și compuși funcționali din cianobacteria *Spirulina platensis*.

### **Referințe bibliografice:**

1. ANDRADE, L.M., ANDRADE, C. J., DIAS, M., NASCIMENTO, C.A.O., MENDES, M.A. Chlorella and Spirulina Microalgae as Sources of Functional Foods, Nutraceuticals, and Food Supplements; an Overview. In: *MOJ Food Process Technol.* 2018, v. 6 (2): 00144. doi: 10.15406/mojfpt.2018.06.00144

2. BENTO DA SILVA, P. TEMPERANI, R. MACHADO, A. et al. Recent Advances in the Use of Metallic Nanoparticles with Antitumoral Action – Review. In: *Current Medicinal Chemistry.* 2019, v. 26 (12), 39pp. doi: 10.2174/0929867325666180214102918

3. CEPOI, L. Environmental and Technological Stress and Their Management in Cyanobacteria. In: MISHRA, A.K., TIWARI, D.N. AND RAI, A.N. eds. *Cyanobacteria - From Basic Science to Application.* 2019, Elsevier: Academic Press. pp. 217-244. ISBN978-0-12-814667-5

4. CEPOI, L. RUDI, L., CHIRIAC, T., MISCU, V., RUDIC, V. Dialdehida malonică – un potențial marcher al toxicității nanoparticulelor în mediul acvatic. În: *One Health and Risk Management.* 2020, nr.1, pp. 64-71. doi: 10.5281/zenodo.3701197

5. CEPOI, L., CHIRIAC, T. RUDI, L. et al. *Spirulina* as a Raw Material for Products Containing Trace Elements. In: Ghojnacka, K., Saeid, A. eds. *Recent Advances in Trace Elements.* 2018, John Wiley & Sons Ltd. pp. 403-420. ISBN: 9781119133773

6. CEPOI, L., RUDI, L., CHIRIAC, T., ș.a. Modificarea conținutului unor compuși biologic activi la *Spirulina platensis* în condiții de stres de iluminare indus. În: *Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții.* 2018, v 335, nr.2, pp. 95-103.

7. CEPOI, L.; RUDI, L.; CHIRIAC, T. et al. Biochemical changes in cyanobacteria during the synthesis of silver nanoparticles. In: *Canadian Journal of Microbiology.* 2015, v. 61 nr.1, pp. 13-21. doi.org/10.1139/cjm-2014-0450

8. JATOI, A.W., KIM, I. S., OGASAWARA, H., HI, Q.Q. Characterizations and application of CA/ZnO/AgNP composite nanofibers for sustained antibacterial properties. In: *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl.* 2019, v. 105. doi: 10.1016/j.msec.2019.110077

9. MATOS, J., CARDOSO, C., FALE, P. AFONSO, C. M., BANDARRA N. Investigation of nutraceutical potential of the microalgae *Chlorella vulgaris* and *Arthrospira platensis*. In: *International Journal of Food Science and Technology.* 2020, v.55, pp.303–312. doi:10.1111/ijfs.14278

10. RE, R. et al. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decoloriyation assay. In: *Free Radical Biology & Medicine*. 1999, v.10 pp.1231-1237.

11. ROTARI, I. Acțiunea nanoparticulelor de cupru (CuNP) asupra creșterii și compoziției biochimice a cianobacteriei *Spirulina platensis*. In: *Tendențe contemporane ale dezvoltării științei: viziuni ale tinerilor cercetători*. Ediția 8, Vol.1, 15 iunie 2018, Chișinău, Republica Moldova: Tipogr. „Biotehdesign”, 2019, pp. 139-144. ISBN 978-9975-108-66-9

12. RUDI, L. CEPOI, L. CHIRIAC, T. et al. Antioxidant activity of spirulina biomass at the action of some pegilated nanoparticles. In: *Științele vieții în dialogul generațiilor: conexiuni dintre mediul academic, universitar și de afaceri*. 21-22 octombrie 2019, Chișinău. Chișinău, Republica Moldova: Tipogr. "Biotehdesign", 2019, pp. 71-72.

13. RUDI, L., CHIRIAC, T. CEPOI, L. ș.a. Biosynthetic activity of *Spirulina platensis* (Nordst) GEITL CNMN CB-02 under the action of high concentrations of silver (Ag) and gold (Au) nanoparticles. În: *Simpozionul "Biotehnologii avansate-realizări și perspective"* ed. IV-a, Chișinău, Moldova, 3-4 octombrie 2019, p.56. ISBN: 978-9975-56-695-7.

14. RUDIC, V. *Tulpină de algă Spirulina platensis (Nordst) Geitl în calitate de sursă de substanțe biologice active*. Brevt de invenție MD 4122. BOPI, 2011, nr. 7/201



## TOXICITATEA SELENIULUI DIN COMPUȘII ANORGANICI PENTRU CULTURA DE SPIRULINĂ

TAȘCA ION,

Universitatea de Stat din „Dimitrie Cantemir”, Republica Moldova

Seleniul (Se) este un oligoelement esențial, de importanță majoră în metabolismul uman și animal. Acest element este parte componentă a centrelor active a unui număr mare de selenoproteine, inclusiv enzime dependente de Se, cum ar fi glutatona peroxidazele, tioredoxin reductazele, iodotironin deiodinaza și acționează ca o componentă esențială a mai multor căi metabolice majore [1], [13]. Astfel, seleniul este implicat în metabolismul hormonilor tiroidieni, activitatea sistemelor de apărare antioxidante și în realizarea funcției imunitare [3], [9], [12]. Seleniul este încorporat în componența proteinelor în formă de selenocisteină ori nespecific sub forma selenometioninei [11]. Este cunoscut rolul compușilor seleniului ca agenți chimiopreventivi puternici pentru cancer [15].

O serie de investigații epidemiologice au relevat că deficiența de Se ar pune oamenii în pericol de multe afecțiuni, precum cele cardiovasculare, cancerul, osteoartropatia endemică, anemia, infertilitatea, maladiile miodegenerative și declinul cognitiv [2]. Deficitul de Se este o problemă la nivel mondial. Pentru suplimentarea cu seleniu se utilizează o varietate de alimente funcționale bogate în seleniu, precum usturoiul, drojdia, ceaiul verde, algele și orezul.

Biomasa îmbogățită cu seleniu este o alternativă terapeutică de perspectivă față de alimentele funcționale obișnuite ori compușii anorganici ai seleniului. Activitatea biologică a astfel de produse s-a dovedit a fi foarte înaltă [5], [8], [10], [17]. În calitate de obiect biologic perfect pentru obținerea produselor cu conținut dirijat de microelemente poate servi cianobacteria *Arthrospira platensis* (spirulina) cunoscută pentru proprietățile sale nutritive și terapeutice, dar și prin capacitatea de a acumula diferite elemente pe durata cultivării [4], [6].

Biomasa de spirulină conține o cantitate nesemnificativă de seleniu, de la 0,1 la 25  $\mu\text{g/g}$ . În același timp, biomasa poate fi îmbogățită cu acest element prin adăugarea diferiților compuși de seleniu la mediul nutritiv pentru cultivarea spirulinei. Nivelul de seleniu din biomasă Spirulina cultivat pe medii nutritive cu diverși compuși de seleniu poate crește de 5-173 de ori și poate atinge valori de până la 2800  $\mu\text{g/g}$  [4]. Cantitatea mare de seleniu din biomasă și depozitarea acesteia în principal în fracții proteice deschide

perspective largi pentru utilizarea biomasei de spirulina ca materie primă pentru obținerea preparatelor de seleniu.

În același timp, prezența xenobioticelor în mediul nutritiv al spirulinei poate duce la supraacumulare de radicali liberi, care contribuie semnificativ la degradarea oxidativă a lipidelor, glucidelor, proteinelor și acizilor nucleici [4].

În acest context, problema siguranței biomasei de spirulină obținută prin tehnologii de îmbogățire cu seleniu devine deosebit de actuală. La spirulină starea de stres poate fi apreciată după nivelul dialdehidei malonice (DAM), nivelul ficobilinelor și proteinelor în biomasă, precum și după corelările dintre acești parametri. Scopul acestui studiu a fost de a studia influența compușilor anorganici de seleniu asupra calității biomasei de spirulină îmbogățită cu seleniu în scopul evidențierii unui posibil efect toxic.

#### ***Materiale și metode***

În calitate de obiect de studiu a servit tulpina cianobacteriei *Spirulina platensis* CNMN-CB-11[16].

Spirulina a fost cultivată pe mediul mineral Zarrouk în baloane Erlenmeyer cu volumul de lucru de 100 ml. La mediul de cultivare au fost suplimentați compușii anorganici ai seleniului,  $\text{Fe}_2\text{Se}_3\text{O}_9 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , și  $\text{GeSe}_2$  în concentrațiile de la 10 la 200 mg/L. Pe durata cultivării au fost respectate următoarele condiții: cantitatea inoculum – 0,4-0,45g/L BAU; temperatura de 28-32°C, pH-ul optim al mediului 8-10, de - 37-55  $\mu\text{M}$  fotoni/ $\text{m}^2/\text{s}$ . Cultura a fost agitată zilnic, timp de 2 ore pe un agitator universal de laborator tip WU-4 cu frecvența oscilațiilor de 2500 hz. Durata ciclului de cultivare de 144 ore.

#### ***Determinarea dialdehidei malonice (DAM)***

Valoarea gradului de oxidare al lipidelor este determinată în baza concentrației substanțelor reactive ale acidului tiobarbituric. La 1 ml biomasă 10 mg/ml se adăugă 3 ml acid tiobarbituric 0,67% în acid tricloracetic 20%, după care probele sunt supuse incubării pentru 20 min pe baia de apă la 100°C. În continuare, probele se răcesc și se centrifughează 15 min la 3000g. Concentrația dialdehidei malonice se măsoară la 535 nm și 600 nm pentru excluderea pigmentilor. Calculul se efectuează cu utilizarea coeficientului extincției molare a complexului dialdehidei malonice de  $1,56 \times 10^5 \mu\text{M/L}$  [14].

Experiențele au fost efectuate în trei repetări. Corelarea a fost calculată utilizând Excel.

#### ***Rezultate și discuții***

A fost studiată influența a doi compuși ai seleniului, pentru care a fost determinat un grad înalt de acumulare a elementului în biomasa de spirulină -  $\text{Fe}_2\text{Se}_3\text{O}_9 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , și  $\text{GeSe}_2$  [7].

Selenitul de fier a fost apreciat ca unul dintre cei mai convenabili compuși anorganici ai seleniului, care asigură o acumulare semnificativă a elementului în biomasa de spirulină. Acesta a fost recomandat ca component al mediului nutritiv în scopul obținerii biomasei seleniocomponente. Concentrația maximal recomandată pentru obținerea unei biomase de spirulină care conține puțin peste 600 mg% seleniu este de 50 mg/L de  $\text{Fe}_2\text{Se}_3\text{O}_9 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . În experiența efectuată au fost utilizate concentrații ale selenitului de fier de până la 4 ori mai mare decât cea recomandată, astfel ca să evidențiem un potențial toxic al acestui compus. În scopul identificării stresului oxidativ în biomasa a fost efectuat testul de determinare a cantității de dialdehidă malonică, care este unul din produsele de degradare oxidativă a lipidelor și este considerată marker de stres (toxicitate). Rezultatele obținute sunt prezentate în figura 1.

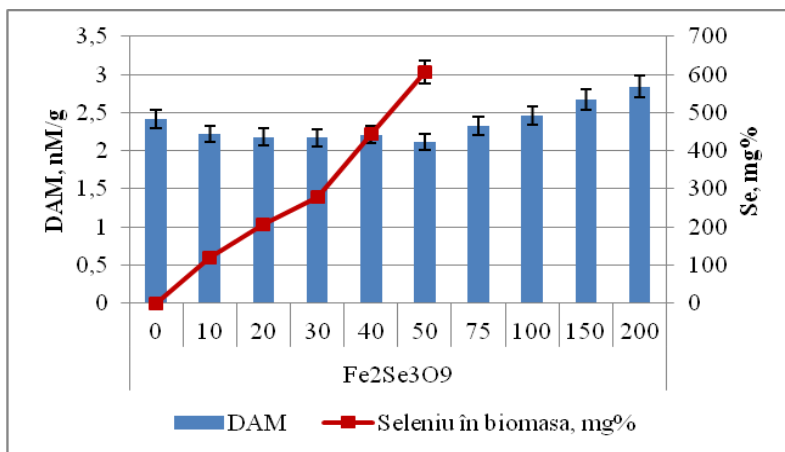


Fig.1. Nivelul de dialgehidă malonică în biomasa de spirulină la acțiunea  $\text{Fe}_2\text{Se}_3\text{O}_9 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . Cantitatea de seleniu acumulat este dat conform [7]. (pentru concentrațiile de 75-200 mg/L determinarea seleniului acumulat nu s-a efectuat)

A fost stabilit, că în intervalul de concentrații ale compusului de la 10 la 200 mg/L, cantitatea de dialgehidă malonică oscilează în limite destul de înguste, valorile fiind grupate în jurul celor caracteristice pentru niomasa netratată cu seleniu (martor). Astfel, putem afirma, că procedeul recomandat de Djur S de obținere a biomasei seleniocomponente este sigur și nu prezintă

pericol pentru om și animale, nivelul radicalilor liberi în biomasă fiind în limitele biomasei native de spirulină.

Un alt compus, care fiind adăugat la mediul nutritiv asigură acumularea compusului în biomasă de spirulină este  $\text{GeSe}_2$ . La o concentrație de 30 mg/L a compusului cantitatea de seleniu acumulată este de puțin peste 200 mg%. Anume această concentrație a compusului este recomandată pentru utilizare în cadrul procedurii biotehnologice de obținere a biomasei de spirulină cu conținut înalt de seleniu. În cazul  $\text{GeSe}_2$  cantitatea de seleniu acumulată este mult mai mică (de 3 ori) comparativ cu cel analizat mai sus. Mai mult ca atât, creșterea concentrației compusului în mediul nutritiv duce la mărirea concentrației dialdehidei malonice în biomasă de spirulină. Rezultatele obținute pot fi urmărite în figura 2.

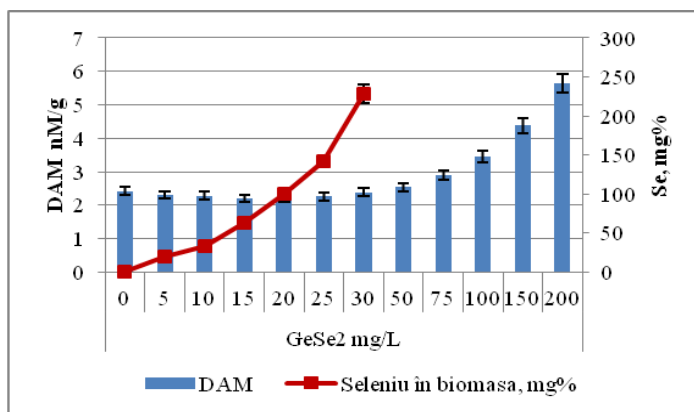


Fig.2. Nivelul de dialgehidă malonică în biomasă de spirulină la acțiunea  $\text{GeSe}_2$ . Cantitatea de seleniu acumulată este dat conform [7]. (pentru concentrațiile de 75-200 mg/L determinarea seleniului acumulat nu s-a efectuat)

În intervalul de concentrații de la 5 la 50 mg/L de compus nu se observă o creștere semnificativă a nivelului de dialdehidă malonică în biomasă, astfel putem afirma, că și acest procedeu este sigur pentru sănătatea omului.

În același timp, creșterea concentrației de compus în mediu peste 50 mg/L duce la o creștere a cantității DAM într-o manieră dependentă de doză (figura 3.)

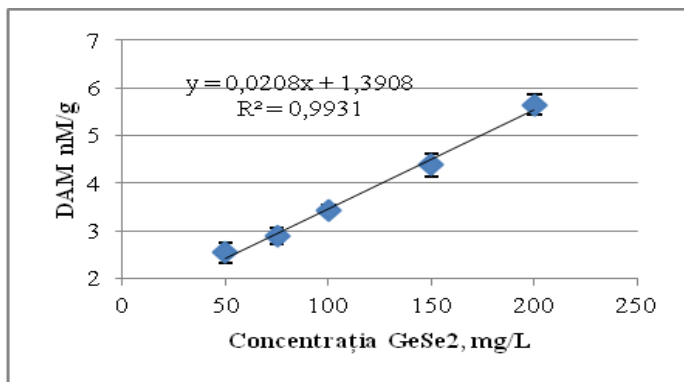


Fig.3. Corelarea nivelului de dialdehidă malonică în biomasa de spirulină cu concentrația de GeSe<sub>2</sub> în mediul nutritiv

Analiza corelațională arată, că coeficientul de determinare pentru acești doi parametri este de 0,9931, ceea ce ne permite să afirmăm, că creșterea concentrației GeSe<sub>2</sub> duce la o stare de stres pentru cultura de spirulină, ceea ce este o urmare a toxicității sporite a compusului în aceste concentrații.

În concluzie putem spune, că în scopuri biotehnologice este rațional de a utiliza compusul selenit de fier în scopul obținerii biomasei de spirulină seleniucomponente. Acest compus asigură un grad înalt de asimilare a seleniului de către celulele de spirulină, dar și o siguranță sporită prin lipsă de toxicitate la concentrații de peste 4 ori mai mari decât cele recomandate.

#### Referințe bibliografice:

1. BRIGELIUS-FLOHÉ, REGINA ; BANNING, ANTJE ; SCHNURR, KERSTIN: Selenium-dependent enzymes in endothelial cell function. In: *Antioxidants and Redox Signaling* Bd. 5, Mary Ann Liebert, Inc. (2003), Nr. 2
2. BROWN, KM ; ARTHUR, JR: Selenium, selenoproteins and human health: a review. In: *Public Health Nutrition* Bd. 4, Cambridge University Press (CUP) (2001), Nr. 2b, S. 593–599
3. BURK, RAYMOND F.: Selenium, an antioxidant nutrient. In: *Nutrition in clinical care : an official publication of Tufts University* Bd. 5, John Wiley & Sons, Ltd (2002), Nr. 2
4. CEPOI, LILIANA ; CHIRIAC, TATIANA ; RUDI, LUDMILA ; DJUR, SVETLANA ; ZOSIM, LILIANA ; BULIMAGA, VALENTINA ; BATIR, LUDMILA ; ELENCIUC, DANIELA ; U. A.: Spirulina as a Raw Material for Products Containing Trace Elements. In: *Recent Advances in Trace Elements*. Chichester, UK : John Wiley & Sons, Ltd, 2017 — ISBN 9781119133780, S. 403–420

5. CHEN, TIANFENG ; WONG, YUM SHING: In vitro antioxidant and antiproliferative activities of selenium-containing phycocyanin from selenium-enriched *Spirulina platensis*. In: *Journal of Agricultural and Food Chemistry* Bd. 56, American Chemical Society (2008), Nr. 12, S. 4352–4358
6. CHEN, TIANFENG ; ZHENG, WENJIE ; WONG, YUM SHING ; YANG, FANG ; BAL, YAN: Accumulation of selenium in mixotrophic culture of *Spirulina platensis* on glucose. In: *Bioresource Technology* Bd. 97, Elsevier (2006), Nr. 18, S. 2260–2265
7. DJUR (MAXACOVA), SVETLANA: Modificarea compoziției biochimice a spirulinei ca răspuns la acumularea seleniului în biomasă. In: *Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții* Bd. 3 (2019), Nr. 339, S. 116–124
8. HUANG, Z. ; GUO, B. J. ; WONG, R. N.S. ; JIANG, Y.: Characterization and antioxidant activity of selenium-containing phycocyanin isolated from *Spirulina platensis*. In: *Food Chemistry* Bd. 100, Elsevier (2007), Nr. 3, S. 1137–1143
9. KÖHRLE, JOSEF: Selenium and the control of thyroid hormone metabolism. In: *Thyroid* Bd. 15, Mary Ann Liebert, Inc. 2 Madison Avenue Larchmont, NY 10538 USA (2005), Nr. 8
10. LI, XIAO LING ; WONG, YUM SHING ; XU, GANG ; CHAN, JULIANA C.N.: Selenium-enriched *Spirulina* protects INS-1E pancreatic beta cells from human islet amyloid polypeptide-induced apoptosis through suppression of ROS-mediated mitochondrial dysfunction and PI3/AKT pathway. In: *European Journal of Nutrition* Bd. 54, Dr. Dietrich Steinkopff Verlag GmbH and Co. KG (2015), Nr. 4, S. 509–522
11. MANGIAPANE, ERIKA ; PESSIONE, ALESSANDRO ; PESSIONE, ENRICA: Selenium and Selenoproteins: An Overview on Different Biological Systems. In: *Current Protein & Peptide Science* Bd. 15, Bentham Science Publishers Ltd. (2014), Nr. 6, S. 598–607
12. MCKENZIE, RODERICK C. ; RAFFERTY, TERESA S. ; BECKETT, GEOFFREY J. ; ARTHUR, JOHN R.: Effects of selenium on immunity and aging. In: *Selenium* : Springer US, 2001, S. 257–272
13. PAPP, LAURA VANDA ; LU, JUN ; HOLMGREN, ARNE ; KHANNA, KUM KUM: From selenium to selenoproteins: Synthesis, identity, and their role in human health. In: *Antioxidants and Redox Signaling* Bd. 9, Mary Ann Liebert, Inc. 2 Madison Avenue Larchmont, NY 10538 USA (2007), Nr. 7
14. RAE, LEONARD T. ; THOMAS, GREGORY W. ; CRAUN, MICHAEL L. ; CURTIS, C. GERALD ; BAR-OR, RAPHAEL ; BAR-OR, DAVID: Lipid peroxidation and the thiobarbituric acid assay: Standardization of the assay when using saturated and unsaturated fatty acids. In: *Journal of Biochemistry and Molecular Biology* Bd. 37, J Biochem Mol Biol (2004), Nr. 6, S. 749–752
15. RAYMAN, MARGARET P.: Selenium in cancer prevention: a review of the evidence and mechanism of action. In: *Proceedings of the Nutrition Society* Bd. 64, Cambridge University Press (CUP) (2005), Nr. 4, S. 527–542
16. RUDIC, VALERIU: Tulpină de algă *Spirulina platensis* (Nordst) Geitl în calitate de sursă de substanțe biologice active. Brevet de invenție MD 4122. BOPI, nr.7, 2011.

17. ZHU, CHENGHUI ; LING, QINJIE ; CAI, ZHIHUI ; WANG, YUN ; ZHANG, YIBO ; HOFFMANN, PETER R. ; ZHENG, WENJIE ; ZHOU, TIANHONG ; U. A.: Selenium-Containing Phycocyanin from Se-Enriched *Spirulina platensis* Reduces Inflammation in Dextran Sulfate Sodium-Induced Colitis by Inhibiting NF- $\kappa$ B Activation. In: *Journal of Agricultural and Food Chemistry* Bd. 64, American Chemical Society (2016), Nr. 24, S. 5060–5070

## STUDIUL PROPRIETĂȚILOR MICROBIENE A MICROMICETELOR DUPĂ LIOFILIZARE

TIMUȘ ION,

Universitatea de Stat din „Dimitrie Cantemir”, Republica Moldova

Utilizarea la scara industrială a microorganismelor, ca agenți biotehnologici pentru obținerea unei game largi de produse utile, impune conservarea acestora, adică menținerea viabilității, a stabilității genetice, a purității și implicit a capacității lor bioproductive. Condițiile de conservare pot influența o serie de caracteristici ale microorganismelor, în special potențialul bioproductiv al acestora. Metodele de conservare prin liofilizare și crioconservare sunt cele mai răspândite, datorită duratei îndelungate de păstrare. Liofilizarea este o metodă de conservare a microorganismelor ce constă într-un proces de îngetare-uscarea bazat pe îndepărtarea apei din materialul celular înghetat, prin sublimare în vid. Viabilitatea microorganismelor după liofilizare depinde de mai mulți factori. Printre aceștia sunt mediile de cultivare, mediile de protecție și regenerare a culturilor [1-6].

Aplicarea tehnologiei biologice în protecția plantelor cu utilizarea biopreparatelor pe baza de micromicete prin diverse tehnici: tratarea semințelor înainte de semănat, udare, stropirea plantelor în timpul perioadei de vegetație sunt recomandate pentru a îmbunătăți dezvoltarea și activitatea plantelor cât și a le proteja de diverse infecții și dăunători.

Cele mai des utilizate micromicete pentru obținerea biopreparatelor de uz agricol aparțin genului *Trichoderma*, *Penicillium*, etc.

Trihoderminul este utilizat pentru pregătirea pre-sol, tratamentul semințelor, înmuierea materialului săditor, hrănirea foliară, în timpul lucrărilor de combatere a ciupercilor și bacteriilor daunatoare, distrugerea reziduurilor de recoltă. Este eficient pe orice tip de sol. Produsul biologic Trihodermin nu are efecte nocive asupra mediului, oamenilor, animalelor cu sânge cald, peștilor, albinelor și altor organisme, și nu este fitotoxic pentru plantele cultivate și sălbatice [7-10].

Biopreparatul, obținut pe baza tulpinii *Trichoderma harzianum*, testat la plantele de mazăre, grâu și orz de primăvară a demonstrat o stimulare a parametrilor cantitativi și calitativi a roadei obținute [11]. Deasemenea au fost demonstrate acțiuni benefice a biopreparatelor elaborate în baza micromicetelor din genul *Trichoderma* asupra plantelor de castraveți, care contribuie la sporirea germinării semințelor, posedă efect stimulator și antimicrobian, sporesc recolta [12].



Pentru prima dată a fost stabilită activitatea de stimulare a creșterii fungilor din genul *Trichoderma* împotriva calusurilor la cereale și conifere, iar tulpinile perspective *T. asperellum* "Mg-6" și *T. harzianum* "M99 / 5" au fost selectate pentru dezvoltarea tehnologiei de propagare microclonală pentru speciile valoroase de plante conifer. Deasemenea s-a stabilit că, biomasa obținută la cultivarea tulpinilor din genul *Trichoderma* în prezența seleniului poate fi utilizată la producerea furajelor [13].

La Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor din R. Moldova pe baza fungilor filamentoși din genul *Trihoderma* au fost obținute 2 biopreparate Gliocladin (obținut din *Trihoderma virens*) și *Trihodermin* (din *Trihoderma lignorum*), care cu succes se utilizează la combaterea fitopatogenilor plantelor de cultură [14, 15].

Este cunoscut preparatul de uz agricol Vermiculel, pe baza tulpinii *Penicillium vermiculatum*, care se utilizează cu succes în agricultură ca biopreparat antimicrobian și fitostimulator [16].

A fost estimată posibilitatea de aplicare a micromicetelor *Penicillium bilaiae* Pb14, *Aureobasidium pullulans* YA05 și *Rhodotorula mucilaginos* YR07 pentru stimularea randamentul la soia (*Glycine max* cv Almaty) și orz (*Hordeum vulgare* cv Arna) [17].

Reieșind din cele menționate scopul cercet[rilor a constat în studierea prorietaților microbiene la micromicete după liofilizare

**Materiale și metode.** Obiect de studiu au constituit 11 tulpini de micromicete din Colecția Națională de Microorganisme Nepatogene (CNMN), depozitate ca potențiali producători de substanțe bioactive, posedând un potențial sporin a activității antifungice față de un spectru larg de fitopatogeni. Tulpinile studiate aparțin genurilor: *Trichoderma* (5), *Penicillium* (6).

În calitate de mediu protector pentru liofilizare a fost folosit mediul - lapte degresat +7% glucoză. Suspensiile de spori a culturilor luate în studiu au fost congelate la temperatura de -50°C. Sublimarea masei congelate s-a efectuat la sismema „LABCONCO 6 plus”. Pentru rehidratarea tulpinilor a fost utilizată apa distilată. Rehidratarea a fost efectuată la temperatura de 28°C timp de 2 ore. Culturile au fost cultivate pe mediul și malt-agar.

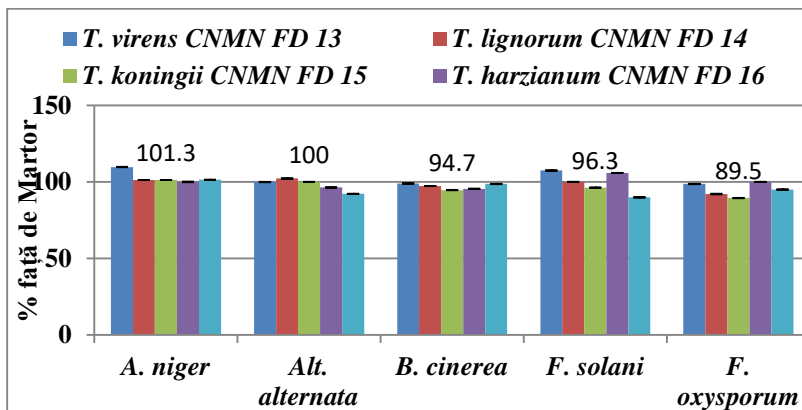
În calitate de culturi test au fost utilizați 5 fitopatogeni: *Aspergillus niger*, *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea*, *F. solani* și *F. oxysporum*.

Activitatea antifungică a fost determinată prin metoda blocurilor de geloză pînă și după liofilizare. În calitate de martor (100%) a fost considerată activitatea antifungică a tulpinilor de *Trichoderma* și *penicillium* de pînă la liofilizare.

Activitatea antifungică de după liofilizare este prezentată în % față de martor [18].

Prelucrarea statistică a datelor a fost efectuată cu ajutorul programului MS Office Excel 2010.

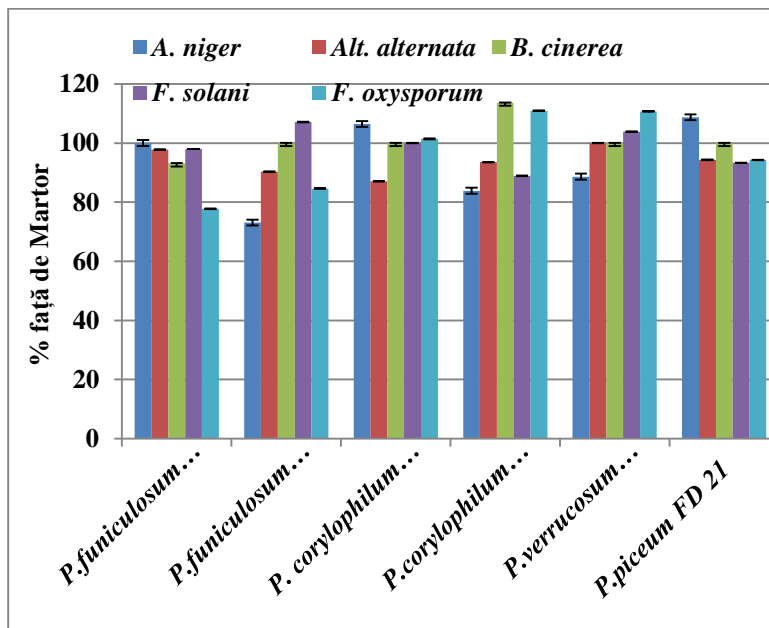
**Rezultate și discuții** . Conform rezultatelor obținute (Fig. 1), în experiențele montate, activitatea antifungică a tulpinilor studiate, ce aparțin genului *Trichoderma*, după liofilizare nu s-a modificat semnificativ, variind în limitele  $\pm 10\%$  față de martor ( activitatea antifungică de pînă la liofilizare). În mare parte acțiunea tulpinilor din genul *Trichoderma* față de fitopatogeni după liofilizare a fost similară cu cea de pînă la liofilizare. Stimulări a activității antifungice după liofilizare au fost înregistrate la tulpina *T. virens* CNMN FD 13 față de *A. niger* (cu 9,7%) și față de *F.solani* (cu 7,5%), de asemenea la tulpina *T. harzianum* CNMN FD 16 față de *F.solani* (cu 5,9%). Diminuări a activității antifungice după liofilizare față de unii fitopatogeni au manifestat toate tulpinile de *Trichoderma* studiate. Cea mai sensibilă față de procesul de liofilizare a fost tulpina *T. viride* CNMN FD 17, activitatea antifungică a căreia a fost diminuată cu 5-10% comparativ cu cea inițială, de pînă la liofilizare, față de 4 din cei 5 fitopatogeni testați. De asemenea tulpina *T. koningii* CNMN FD 15 după liofilizare a manifestat o activitate antifungică față de 3 fitopatogeni mai slabă cu 5-10% comparativ cu martorul.



**Figura 1.** Activitatea antifungică a tulpinilor din genul *Trichoderma* după liofilizare față de activitatea inițială (pînă la liofilizare).

Aceste rezultate demonstrează că tulpinile ce aparțin genului *Trichoderma* în procesul liofilizării nu-și modifică semnificativ proprietățile biosintetice și pot fi conservate prin această metodă.

Activitatea antifungică a tulpinilor din genul *Penicillium*, după liofilizare de asemenea s-a modificat diferit (Fig. 2).



**Figura 2.** Activitatea antifungică după liofilizare a tulpinilor ce aparțin genului *Penicillium*

Astfel, metaboliții tulpinii *P. funiculosum* FP 01 după liofilizare au acționat mai slab asupra fitopatogenului *F.oxysporul* comparativ martorul. Acțiunea lor a constituit doar 77,8% față de cea inițială, de pînă la liofilizare. De asemenea tulpinia *P. funiculosum* FD 11 după liofilizare a înregistrat o activitate antifungică mai scăzută față de 3 din cei 5 fitopatogeni testați. Astfel, față de *A. niger* activitatea antifungică a constituit 73%, față de *Alt.alternata* 90,3% , iar față de *F.oxysporum* 84,6% comparativ cu martorul. Și cele 2 tulpini de *Penicillium corylophilum* au manifestat schimbări în activitatea antifungică după liofilizare. Tulpina *P.corylophilum* FD 20 a manifestat o acțiune mai slabă față de *Alt.alternata*, valoarea acesteia

constituie 87,1% comparativ cu martorul iar față de ceilalți fitpatogeni testați acțiunea metabolitelor a fost la nivelul martorului. Tulpina *Penicillium corylophilum* FP 04 a manifestat o acțiune mai slabă, comparativ cu martorul, față de *A. niger* (83,8%), de *Alt. alternata* (93,5%), de *F. solani* (88,9%), iar față de *B. cinerea* și *F. oxysporum* o stimulare ce depășește martorul cu 13,6% și respectiv 10,9%. Tulpina *P. verrucosum* FP 02 a fost mai stabilă față de procesul de liofilizare, înregistrând o activitate antifungică față de fitopatogenii testați la nivelul martorului cu excepția diminuării acțiunii față de *A. niger* (88,6%) și stimulării față de *F. oxysporum* (110,7%). Modificări ne semnificative în activitatea antifungică au fost observate și la tulpina *P. piceum* FD 21 după liofilizare. Această tulpină a înregistrat diminuări a activității antifungice față de *Alt. alternata*, *F. solani* și *F. oxysporum* și stimulări față de *A. niger*, valoarea cărora variază în limitele  $\pm 8\%$  comparativ cu martorul.

**Concluzii.** Conservarea micromicetelor din genul *Penicillium* și genul *Trichoderma* prin metoda de liofilizare asigură culturilor o stabilitate a proprietăților biosintetice. Modificările survenite în activitatea antifungică a tulpinilor după liofilizare față de fitopatogenii testați comparativ cu martorul (activitatea antifungică de pînă la liofilizare) sunt ne semnificative și variază în limitele  $\pm 10\%$ .

Aceasta demonstrează siguranța și eficiența păstrării durabile a tulpinilor de micromicete sub formă liofilizată

### Referințe bibliografice:

1. Huang L., Lu Y., Luan G., Lu F., Bie X. Optimization of a protective medium for enhancing the viability of freeze-dried *Lactobacillus debrulckii* subsp. *Bulgariacae* based on response surface methodology. *J. Ind. Microbiol. Biotech.*, 33, 2006, p. 55-61.

2. Іваниця В.О., Рахімова О.Л., Кожанова Г.А., Гудзенко Т.В. и др. Розробка методів збереження колекції практично корисних культур мікроорганізмів Одеського Університету. Тез. Докл. Науч. Коф. «Мікробні біотехнології». Одеса. 2006. с. 8.

2. Om Prakash, Yogesh Nimonkar, Yogesh S. Shouche. Practice and prospects of microbial preservation. *FEMS Microbiology Letters*, Volume 339, Issue 1, 1 February 2013, Pages 1–9, <https://doi.org/10.1111/1574-6968.12034>

3. Santos I., Lima N., Criteria followed in the establishment of a filamentous fungal culture collection – Micoteca de Universidade do Minho (MUM), *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 2001, 17, P.215-220

4. Sîrbu T. Long term storage of micromycetes strains. Studii și comunicări 2016 – 2017, Vol. 26, Editura „Ion Borcea”, Bacău – 2018, p. 7-12.

5. Sîrbu T. Codreanu S. Influența condițiilor de liofilizare asupra viabilității micromicetelor. *Buletinul AȘM, Științele vieții* 2 (302) 2007. p. 134 -138.

6. Al-Obaidy O.M., Al-Rijabo M.A., Antagonistic Activity and Production of Antifungal Compound(s) from Selected *Trichoderma spp.* // J. Edu. & Sci., Vol. (23), No. (3) 2010.
7. Gomathinayagam S., Persand S.A., Rekha M. Comparative study of biological agents *Trichoderma harzianum* and *Trichoderma viride* for controlling brown spot disease in rice. // J. Biopest, 5 (Supplementary), 2012, p. 28-32.
8. Li Ch., Lin F., Zhou L., Qin L., Li B., Zhou Z., Jin M. and Chen Z. Cellulase hyper-production by *Trichoderma reesei* mutant SEU-7 on lactose. Biotechnology for Biofuels, 2017. <https://doi.org/10.1186/s13068-017-0915-9>
9. Saravanakumar K., Li Y., Yu Ch., Qiang-qiang Wang Q-g, Meng Wang M., Sun J., Jin-xin Gao J-x., Chen J. Effect of *Trichoderma harzianum* on maize rhizosphere microbiome and biocontrol of *Fusarium* Stalk rot. *Scientific Reports*, V. 7, Article No.1771, 2017, <https://doi.org/10.1038/s41598-017-01680-w>
10. Vach M., Hysek J., Javůrek M. Possibilities of biopreparation uses for disease control in conservation agriculture. *Scientia Agriculturae Bohemica*, 39, 2008 (2): 205–211
11. Войтка Д. Микромицеты рода *Trichoderma* в защите огурца от болезней. Биологическое обоснование практического использования. LAP Lambert Academic Publishing, 2012, 140 с.
12. Бондарь П.Н. Штаммы грибов рода *Trichoderma pers*( fr.) как основа для создания препаратов защиты растений и получения кормовых добавок Авт. канд. биол.наук,–Москва, 2011 22 с.
13. Șcerbacova T. Biotehnologia producerii și aplicării biopreparatului în baza ciupercii *Trihoderma virens* în combaterea putregaiurilor radiculare la soia. Autoreferatul tezei de doctor în biologie. Chișinău , 2013. 30p
14. Șcerbacova T., Voloșciuc L. Mediul nutritiv pentru cultivarea tulpinii de fungi *Trihoderma virens* CNMN FD 13. Brevet de invenție. 4249, MD. BOPI, nr. 8, 2013, p.23.
15. Tomilova O.G., Shtatov, T.V., Shternshes, M.V., Maslienko, L.V., V.S. Pustovoyt. Biopreparations against plant disease causative agents in the Western Siberia. In AGRIS since, 2009.
16. Ignatova L., Brazhnikova Y., Berzhanova R. and Mukasheva. T. The effect of application of micromycetes on plant growth, as well as soybean and barley yields. *ACTA ABP Biochimica Polonica*, 62, 4/2015, p. 669–675. [http://dx.doi.org/10.18388/abp.2015\\_1100](http://dx.doi.org/10.18388/abp.2015_1100)
17. Егоров Н. С. Основы учения об антибиотиках. М. Изд-во. „Наука”, 2004, с. 577.

**ANALIZA EVOLUȚIEI TEMPERATURILOR ÎN PERIOADA  
RECE A ANULUI SUB INFLUENȚA  
SCHIMBĂRILOR CLIMATICE**

*ȘALARU VICTOR-CĂTĂLIN,*

*Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir”, Republica Moldova*

**Introducere.** Influența schimbărilor climatice deja a devenit vizibilă pentru societatea umană, indiferent de zona climatică la care e situată societatea respectivă sau de perioada anului. Gravitatea efectelor schimbărilor climatice este un indiciu că omenirea a ajuns la "marginea timpului", că sunt absolut necesare măsuri urgente de modificare a modului de viață, a proceselor de producție, a atitudinii față de mediul înconjurător. Majoritatea populației nu conștientizează riscurile legate de acest fenomen și nici nu încearcă să caute o reacție adecvată la efectele previzibile ale schimbărilor climatice. În acest aspect, rolul științei și al cercetărilor e cel puțin dublu: de a semnaliza pericolul legat de unele obișnuințe, tehnologii, modele de consum și de a găsi soluții alternative pentru a înlocui practicile primejdioase pentru clima globală, regională și locală. Oamenii de știință din Republica Moldova posedă răspunsuri la unele dintre întrebările impuse omenirii de schimbările climatice și sunt în căutarea soluțiilor la problemele legate de acest fenomen. [1]

Creșterea temperaturii multianuale implică înflorirea și maturizarea mai devreme cu circa 2 săptămâni a pomilor fructiferi, ceea ce crește semnificativ riscul și daunele înghețurilor de primăvară târzii. [2] Această tendință influențează substanțial practicile din agricultură și necesită elaborarea unor măsuri de adaptare la acest fenomen.

**Materiale și metode.** În scopul evaluării factorilor meteo climatici din perioada rece a anului și a tendințelor acestora, au fost analizate retrospectiv datele multianuale a măsurărilor efectuate și puse la dispoziție de către Serviciul Hidrometeorologic de Stat. Pe lângă aceasta au fost utilizate culegeri de informații publicate în diferite studii. Au fost utilizate formule din programul Microsoft Excel, metode analistice, descriptive și comparative.

**Rezultate și discuții.** Toate fenomenele climatice cu efecte negative, care se produc în semestrul rece al anului au o trăsătură comună și anume existența temperaturilor negative ce le generează și le întrețin.

În totalitatea riscurilor climatice din semestrul rece al anului se includ și valorile de frig și singularitățile termice negative, materializate prin extreme termice, uneori cu repercusiuni destul de grave pentru om ca individ, societate și mediul înconjurător.

Poziția geografică a Moldovei în sud-estul continentului european, într-o zonă de interferență a principalelor centre barice care se succed pe tot parcursul anului, a căror activitate constituie motorul care pune în acțiune întregul angrenaj al circulației atmosferice, face ca în evoluția temporală și spațială a elementelor și fenomenelor climatice să apară abateri pregnante față de situațiile medii multianuale luate ca normale. [3]

Poziția centrelor barice, succesiunea și direcția de deplasare a maselor de aer, ca și frecvența și intensitatea proceselor de răcire facilitează pătrunderea pe teritoriul Moldovei a unor valuri de aer cu caracteristici fizice diferite, în cazul de față, geroase și uscate, ce introduc mari abateri, perturbații de la regimul lor normal. Ele reprezintă variații neperiodice ale climei, a căror intensitate se amplifică sau se diminuează în raport direct cu caracteristicile structurii suprafeței subiacente, în special cu relieful depresionar.

Toate aceste perturbații neperiodice, dat fiind producerea lor ocazională, instantanee și valorile extreme, se înscriu ca singularități climatice. Dintre acestea, singularitățile termice ocupa un loc aparte, existența lor fiind din plin resimțită atât în evoluția celorlalte elemente climatice, cât și asupra desfășurării normale a activităților socio-economice. Scăderile accentuate ale temperaturii aerului, sub media multianuală, se includ în singularitățile termice negative.

**Singularitățile termice negative.** În general ele sunt cauzate de valurile de frig care transportă aerul polar, dar mai ales de aerul arctic continental dinspre Groenlanda sau de pe continentul euroasiatic (anticiclonele groenlandez și respectiv anticiclonele est-europene și foarte rar, anticiclonele Siberian care determina răcirile advecitive); de asemenea, predominarea timpului anticlonic (senin și liniștit) favorizează apariția răcirilor radiative. După valorile medii lunare ale temperaturii aerului, cele mai intense răcirii sunt cele  $\leq -10^{\circ}\text{C}$ , iar după temperaturile minime, cele  $\leq -30^{\circ}\text{C}$ .

În dezvoltarea teritorială a răcirilor masive, un rol important revine și caracterului suprafeței subiacente, mai ales a reliefului depresionar. Circa 90% din teritoriul Republicii Moldova are altitudinea de până la 250 m. Prin urmare, zonalitatea verticală a temperaturii aerului aici este slab exprimată.

Astfel, conform datelor observațiilor meteorologice multianuale efectuate de către Serviciul Hidrometeorologic de Stat deducem, că cele mai afectate regiuni de răciri masive sunt, în primul rând, raioanele din jumătatea nordică a țării (Briceni, Soroca), ieșind în evidență adevărata valoare a depresiunilor în formarea lacurilor de frig și accentuarea procesului de răcire.

Regiunile mai puțin afectate sunt suprafețele înalte ale interfluviilor și jumătatea sudică a țării, unde începând cu latitudinea orașului Leova spre sud, nu s-a înregistrat nici un caz cu temperatura aerului mai scăzută de  $-30^{\circ}\text{C}$ . [4]

Datele privind temperatura minimă absolută anuală a aerului pentru perioada anilor 2015-2019, conform datelor stațiilor de observații meteorologice de pe teritoriul Republicii Moldova sunt reflectate în tabelul 1.

**Tabelul 1. Temperatura minimă absolută a aerului în perioada anilor 2015-2019,  $^{\circ}\text{C}$ \***

Stația	Temperatura minimă absolută a aerului, $^{\circ}\text{C}$						
	2015	2016	2017	2018	2019	media	minima
<b>Briceni</b>	-19,1	-19,2	-19,2	-21,0	-14,5	-18,6	-21,0
<b>Soroca</b>	-18,8	-19,5	-20,4	-22,6	-15,1	-19,28	-22,6
<b>Bălți</b>	-19,8	-18,3	-19,3	-21,2	-14,6	-18,64	-21,2
<b>Fălești</b>	-17,5	-17,9	-16,7	-16,9	-13,0	-16,4	-17,9
<b>Cornești</b>	-18,8	-18,1	-17,2	-17,0	-11,4	-16,5	-18,8
<b>Bravicea</b>	-24,3	-20,5	-21,4	-22,8	-17,4	-21,28	-24,3
<b>Codrii</b>	-23,0	-21,6	-19,1	-18,3	-14,8	-19,36	-23,0
<b>Bălțata</b>	-21,8	-21,7	-17,1	-19,8	-15,3	-19,14	-21,8
<b>Chișinău</b>	-16,8	-17,5	-16,6	-14,7	-10,9	-15,3	-17,5
<b>Leova</b>	-18,4	-16,9	-16,3	-14,9	-11,5	-15,6	-18,4
<b>Ștefan-Vodă</b>	-20,0	-18,2	-17,7	-19,6	-11,9	-17,48	-20,0



<b>Comrat</b>	-18,7	-17,6	-16,3	-14,5	-11,2	-15,66	-18,7
<b>Ceadâr-Lunga</b>	-24,6	-19,3	-18,4	-15,4	-13,5	-18,24	-24,6
<b>Cahul</b>	-17,2	-15,4	-15,2	-13,8	-10,5	-14,42	-17,2

*\*Sursa: Serviciul Hidrometeorologic de Stat.*

Cea mai scăzută temperatură minimă în perioada a.2015-2019 se înregistrează la stația meteo Bravicea, atât ca valoare absolută (-24,3°C în a.2015), cât și ca medie – de -21,28°C, fiind cu circa -2°C mai scăzută decât la stațiile cu valori apropiate Codrii și Soroca. Acest fapt nu se datorează atât poziției geografice – Zona de Centru, ci cel mai probabil reliefului depresionar și apropierea Codrilor Moldovei.

Analizând evoluția temperaturilor minime extreme din nordul Republicii Moldova pe exemplul stației Briceni în perioada anilor 2015-2019 constatăm, că cea mai scăzută temperatură minimă din această perioadă a fost de -21°C, înregistrată în anul 2018, iar cea mai ridicată temperatură a fost de -14,5°C fiind înregistrată în anul 2019. Temperatura minimă medie în această perioadă a fost de -18,6°C. În ceilalți ani din perioada respectivă s-au înregistrat temperaturi cu valori aproape similare, de -19,1°C și -19,2°C. În baza datelor examinate putem constata că în ultimii 2 ani are loc o evoluție a temperaturilor spre extreme care probabil va fi confirmată și de datele pentru anul 2020. La stația Briceni media temperaturilor minime este evident mai scăzută decât media temperaturilor minime de la stațiile Briceni și Cahul.

În zona centrală a țării reprezentată de stația meteorologică Chișinău, în perioada anilor 2015-2019, cea mai scăzută temperatură e de -17,5°C care a fost înregistrată în anul 2016, iar cea mai ridicată a fost cea de -10,9°C fiind înregistrată în anul 2019. Temperatura minimă medie din perioada respectivă a fost de -15,3°C, fiind cu 3,3°C mai ridicată decât temperatura minimă medie pentru stația meteorologică Briceni din aceeași perioadă. Dacă în anii 2015-2016 temperaturile au evoluat mai mult sau mai puțin constant în ultimii 2 ani are loc o creștere mai accentuată a acestora înregistrându-se o creștere bruscă în anul 2019 cu 4,4°C față de media pentru anii examinați.

În zona de sud a țării reprezentată de stația meteorologică Cahul, cea mai scăzută temperatură a fost înregistrată în anul 2015, cu o valoare de -17,2°C,

iar cea mai ridicată temperatură minimă a fost înregistrată în anul 2019 cu o valoare de  $-10,5^{\circ}\text{C}$ . Iar media temperaturilor minime pentru perioada respectivă constituie de  $-14,42^{\circ}\text{C}$ . Constatăm că în această perioadă temperaturile minime au crescut treptat de la an la an, cea mai pronunțată fiind creșterea în anul 2019 cu  $6,7^{\circ}\text{C}$  față de anul 2015.

Temperatura minimă medie pe stația Cahul a fost cu  $4,18^{\circ}\text{C}$  mai ridicată decât temperatura minimă medie de la stația din Briceni și cu  $0,88^{\circ}\text{C}$  mai ridicată decât temperatura minimă medie de la stația Chișinău pentru anii 2015-2019. Spre deosebire de stațiile meteo Briceni și Chișinău, la stația meteo Cahul, putem constata o tendință de încălzire constantă și mai accentuată.

Deplasarea spre dreapta a normelor climatice ce caracterizează fondul termic al primăverilor din ultimele decenii (1991-2017) evidențiată prin analiza densității funcției de repartiție a temperaturii sezoniere indică, că încălzirea semnificativă a acestui anotimp este însoțită și de manifestarea intensivă a extremelor. Astfel, primăverile au devenit mai calde în aspect regional de la  $9,4^{\circ}\text{C}$  în partea de nord pînă la  $10,6...10,7^{\circ}\text{C}$  în partea centrală și de sud, față de  $8,7...10,2^{\circ}\text{C}$  – fond termic atestat pentru întreaga perioadă de cercetare (1961-2017). Tendințele cu care se manifestă procesul de încălzire al primăverilor în partea de nord, indică că acestea vor contribui, ca și în cazul iernilor, la majorarea semnificativă a temperaturilor sezoniere în anii apropiați, în timp ce, în partea centrală și de sud regimul termic înalt a devenit o particularitate specifică climei actuale. Noile condiții climatice stabilite pe parcursul primăverilor modifică substanțial resursele de căldură. Dat fiind faptul, că data trecerii temperaturii medii zilnice a aerului prin valoarea de  $+10^{\circ}\text{C}$ , marchează începutul creșterii și dezvoltării culturilor agricole, analiza spațiotemporală a parametrilor climatici este extrem de utilă.

### **Concluzii**

Cea mai scăzută temperatură minimă în perioada a.2015-2019 s-a înregistrat la stațiile meteo Bravicea, Codrii, situate Zona Codrilor, precum și la stațiile Briceni și Soroca din Zona de Nord.

Un rol important în înregistrarea acestor valori de temperaturi minime îl joacă atât zona geografică, cât și relieful depresionar, ce contribuie la accentuarea procesului de răcire.

Dacă la stațiile meteo din Zona de Nord, temperaturile minime sun variabile de la an, fără o tendință clară, atânci în Zonele de Centru și de Sud se observă o ucreștere ușoară a temperaturilor în timp.

Cea mai evidentă creștere constantă, de la an la an, a temperaturilor minime se înregistrează la stația meteo Cahul, unde creșterea a constituit 5,8°C.

### **Referințe bibliografice:**

1. Schimbarea climei; cercetări, studii, soluții; culegere de lucrări, Chișinău 2000, pagina 7;

2. Climate change, impacts and vulnerability in Europe; EEA Report/No 1/2017;

3. Studiul temperaturilor scăzute din sezonul rece ca factor de risc pentru sănătatea populației în Republica Moldova. Autori Ala Overcenco, Maria Nedelcov, Anatolie Puțuncică; Buletinul AȘM. Științele vieții. Nr. 3(324) 2014,

4. [http://www.meteo.md/index.php/ro/description\\_codes/hazards/10](http://www.meteo.md/index.php/ro/description_codes/hazards/10)

5. Impacts of Europe's changing climate – 2008 indicator-based assessment; EEA Report/No 4/2008;