MINISTERUL EDUCAȚIEI, CULTURII ȘI CERCETĂRII
UNIVERSITATEA DE STAT „DIMITRIE CANTEMIR”
CONSORȚIILE ACADEMIC-UNIVERSITARE

TENDINȚE CONTEMPORANE ALE DEZVOLTĂRII ȘTIINȚEI: VIZIUNI ALE TINERILOR CERCETĂTORI

Materialele Conferinței științifice a doctoranzilor
Ediția a VII-a

MINISTERUL EDUCAȚIEI, CULTURII ȘI CERCETĂRII
UNIVERSITATEA DE STAT „DIMITRIE CANTEMIR”
CONSORȚIILE 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

TENDINȚE CONTEMPORANE ALE DEZVOLTĂRII ȘTIINȚEI: VIZIUNI ALE TINERILOR CERCETĂTORI

Materialele Conferinței științifice a doctoranzilor
(cu participare internațională)
Ediția a VII-a

Volumul I

Chișinău, 15 iunie 2018

CZU:

Materialele Conferinței științifice a doctoranzilor *Tendințe contemporane ale dezvoltării științifice: viziuni ale tinerilor cercetători* (cu participare internațională) sunt recomandate pentru publicare de consiliile școlilor doctorale și Consiliul științific al Universității de Stat „Dimitrie Cantemir"
(proces-verbal nr. 3 din 7 iunie 2018)

COMITETUL ȘTIINȚIFIC

Acad. Maria DUCA – președinte
acad. Valeriu RUDIC, acad. Mitrofan CIOBANU, acad. Mihai CIMPOI,
acad. Ion GUCEAC, dr. hab. Veaceslav URSACHI,
mem. cor. Svetlana COJOCARU, dr. hab. Aculina ARÎCU,
mem. cor. Alexandru STRATAN, mem. cor. Maria NEDEALCOV,
dr. hab. Victor GHILAȘ, dr. hab. Gheorghe COJOCARU,
dr. hab. Victor JUC, dr. hab. Olga GAGAUZ, dr. Tatiana POTÎNG

Descrierea CIP a Camerei Naționale a Cărții

„Tendințe contemporane ale dezvoltării științei: viziuni ale tinerilor cercetători", conferință științifică a doctoranzilor (cu participare internațională) (7; 2018 ; Chișinău. „Tendințe contemporane ale dezvoltării științei: viziuni ale tinerilor cercetători" : Materialele Conferinței științifice a doctoranzilor (cu participare internațională), Ediția a 7-a, Chișinău, 15 iunie 2018 : [în vol.] /com. șt.: Maria Duca (președinte) [et.al.]. – Chișinău : Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir", 2018 (Tipogr. „Biotehdesign").

ISBN 978-9975-108-44-7

Vol. 1 – 2018. – 261 p. : fig., tab. –Antetit. Univ. de Stat „Dimitrie Cantemir", Consorțiile academic universitare, Școala doctorală științe umaniste [et al.]. – Referințe bibliografice la sfârșitul art. – 50 ex.

ISBN 978-9975-108-45-4

Responsabilitatea asupra conținutului revine în exclusivitate autorilor
© Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir", 2018

SUMAR

Școala doctorală matematica și știința informației.....6

Budanaev Ivan. *About non-convexity of weighted means of pairs of strings* 6
Didurik Natalia. *Despre unele proprietăți ale quasigrupurilor cu identitatea lui Neumann* 11
Iavorschi Inga. *Securitatea informationala in republica Moldova vs Securitatea informationala la nivel mondial* 15
Malyutina Nadezhda. *The role of quasigroups in cryptosystems. A generalisation of Markovsky algorithm* 20

Școala doctorală științe fizice.....27

Cazac Veronica. *Application of Bessel wave for digital holographic microscopy* 27
Cecoi Elena. *Non decaying two-qubit states via phonon environment* 32
Croitori Dorina. *Influența substituţiei în sistemul $Rb_{0.8}Fe1._6Se_2$-zSz asupra proprietăţilor magnetice* 37
Cuznețov Alexandr. *Interacțiunile intra- și intercentrice în complexe dinucleare [CrCo] care demonstrează transformarea valent-tautomerică* 42
Darii Mariana. *Cluster tetranucear heterometalic cu nucleul $[Mn_2Gd_2]$* 49
Gherghișan Igor. *Obținerea și proprietățile termoelectrice a foliilor din aliajele Bil-xSbx* 53
Mîrzac, Alexandra. *Quantum fluctuations in laser pumped molecular systems with permanent dipole* 59
Morari Vadim, Curmei Nicolai. *Characterization of thin films of Zn_2SnO_4 obtained by spray pyrolysis* 65
Morari Vadim. Morphology, optical and electrical properties of MgXZn1-XO:in thin films obtained by aerosol deposition method 71
Starodub Elena. *Reversibility in Cooperative Interaction of Atom System with bi-modal cavity field in Raman process* 78

Școala doctorală științe chimice și tehnologice.....84

Andrusenco Timur. *Synthesis of amino acid derivatives of 2-hydroxyjuglone with potential development of biological activity* 84
Bilan Dmitri. *Sinteza isatinelor glicozidice* 90
Blaja Svetlana. *Sinteza compuşilor trinorlabdanici cu fragment 1,3-tiazolic şi potenţială activitate biologică* 95
Cuba Lidia. *Compusul coordinativ al Ni(II) cu semicarbazona 2,3-dihidroxibenzaldehidei* 100
Grumeza Irina. *Influența raportului cărnii de ovină și pasăre și a adaosului de șrot de nuci și fibre alimentare asupra indicilor de calitate* 104
Ozer Ilker. *Synthesis and antimicrobial activity of new homodrimane sesquiterpenoids with oxadiazole unit* 110
Zveaghinteva Marina. *Isomerizarea n-viniltriazolului sub acțiunea solventului* 114

Școala doctorală științe biologice 119

Beşliu Alina. *Elucidarea efectelor nanoparticulelor Fe_3O_4 asupraviabilității și productivității levurii Rhodotorula gracilis CNMN-Y-30 în funcție de dimensiuni și concentrație* 119
Blîndu Irina. *Spermatogenesis and cryopreservation - the bases of conservation of genetic resources* 125
Bogatîi Dinu. *Caracteristica comparativă a comunităților macrobentonice din rezervația «Iagorlâc» și lacul de acumulare Dubăsari* 130
Bogdan Victoria. *Diversitatea streptococilor intestinali în tubul digestiv al copii de diversă vârstă* 137
Carauș Vladimir. *Proprietățile radioprotective ale balsamului „Făt-frumos*" 143
Certan Corina. *Evaluarea componentelor chimice în solul de pe suprafața haldelor de steril cu diverse vârste amplasate în cariera uzinei „Lafarge ciment" (Moldova) S.A.* 148
Ivanova Anastasia. *Long-term residue of ddt compounds in surface sediments from the dniester River* 155
Josan Valentina. *Studiul adsorbției celulelor de rodococi pe suprafața suporturilor solide* 161
Listopadova Liudmila. *Supraalimentare şi masa corporală excesivă cauzate de remodelarea interrelațiilor sistemelor activator şi cel de recompensare* 167

Maftei Elena poster. *Efectul stimulator al nanoparticulelor de argint asupra microalgei verzi Dunaliella salina* 173
Nicuţă Alexandru. *Cercetarea influenţei metodei de păstrare asupra modificării valorilor unor indici tehnologici la fructele de măr pe durata perioadei postrecolte* 179
Plîngău Ecaterina. *Tehnicile contemporane de extragere a astaxantinei din microalga Haematococcus pluvialis* 185
Rotari Ion. *productivitatea și conținutul unor compuși biologic activi în biomasa spirulina platensis CNMN CB-11 la cultivarea ei în prezent* 191
Tabăra Maria. *Inițierea procesului de calusogeneză şi morfogeneză la Lycium barbarum L. (Goji)* 197
Taşca Ion. *Sinteza nanoparticulelor de seleniu pe fracția de aminoacizi și oligopeptide obținute din biomasa de Spirulina platensis* 203
Timuș Ion. *Efectul unor nanoparticule anorganice asupra creşterii micromicetelor* 209
Țugulea Cristina. *Spectrul faunistic a noctuidelor (Lepidoptera, Noctuidae) semnalate în s. Lopatna (Orhei) în anul 2016* 216
Vasilchuk Anastasia. *Antagonism of streptomyces massasporeus CNMN-Ac-06 against pathogenic microorganisms and phytopathogenes* 225

Școala doctorală științe geonomice.....231

Golovițcaia Xenia. *Studiu comparativ al regimului pluviometrci în mun. Chișinău și mun. Sibiu* 231
Golovițcaia Xenia. *Considerente privind cercetarea bioclimatului Republicii Moldova* 234
Grigoraș Nicolae. *Studiu asupra înfloririi și fructificării stejarului din partea centrală a Republicii Moldova* 238
Mîndru Galina. *Expunerea teritoriului Republicii Moldova către riscul ploilor torențiale* 244
Mîndru Galina. *Estimarea riscului inundațiilor declanşate de ploile torențiale în Republica Moldova* 251
Velișco Viorica. *Impactul secetelor în contextul dezvoltării durabile a agriculturii Republicii Moldova* 257

ABOUT NON-CONVEXITY OF THE WEIGHTED MEAN OF A PAIR OF STRINGS

BUDANAEV IVAN
State Univeristy "Dimitrie Cantemir", Republic of Moldova

Introduction

We begin this section with introduction into the field, focusing mainly on abstract monoid of strings $L(A)$. A monoid is a semigroup with an identity element.

Fix a non-empty set A. The set A is called an *alphabet*. Let $L_0(A)$ be the set of all finite strings $a_1a_2\ldots a_n$ with $a_1, a_2, \ldots, a_n \in A$. Let ε be the empty string and $L(A) = L_0(A) \cup \{\varepsilon\}$. Consider the strings $a_1a_2\ldots a_n$ such that $a_i = \varepsilon$ for some $i \leq n$. We consider that $n = 1$ if each $a_i = \varepsilon$. Denote by $L^*(A)$ the set of such strings.

If $a_i \neq \varepsilon$, for any $i \leq n$ or $n = 1$ and $a_1 = \varepsilon$, the string $a_1a_2\ldots a_n$ is called a *canonical string* or a *word*. Hence $L(A) \subseteq L^*(A)$ and $L(A)$ is the set of all canonical strings. We consider the following terminology:

- the set $Sup(a_1a_2\ldots a_n) = \{a_1, a_2, \ldots, a_n\} \cap A$ is the support of the string $a_1a_2\ldots a_n$,
- $l^*(a_1a_2\ldots a_n) = \max\{i: a_i \neq \varepsilon\}$ is the duration of the string $a_1a_2\ldots a_n$
- $l(a_1\ldots a_n) = |Sup(a_1\ldots a_n)|$ is the length of the string $a_1a_2\ldots a_n$.

For any string $a_1a_2\ldots a_n$ we have $l(a_1\ldots a_n) \leq l^*(a_1\ldots a_n)$. By definition, $l(\varepsilon) = l^*(\varepsilon) = 0$. For two strings $a_1\ldots a_n$ and $b_1\ldots b_m$, their product (concatenation) equals to $a_1\ldots a_nb_1\ldots b_m$. We put $\varepsilon \cdot a = a \cdot \varepsilon = a$ for any $a \in L^*(A)$. If $a = a_1a_2...a_n \in L^*(A)$ and $n \geq 2$, then $\Psi(b) = a_1 \cdot a_2 \cdot ... \cdot a_n$ is the canonical word equivalent with the string a. If $\Psi(a) = \Psi(b)$, then the strings a, b are called equivalent. In this case any string is equivalent to one unique canonical string.

Spaces of Strings

Fix a non-empty T_0-space A with a fixed point ε such that $\varepsilon \leq x$ for each point $x \in X$. On $\mathbb{N}$ consider the discrete topology. Denote by $C(\mathbb{N}, A)$ the family of all mappings $s : \mathbb{N} \to A$ in the topology of pointwise convergence. The elements of $C(\mathbb{N}, A)$ are called sequences.

Consider that d is a quasi-metric on A. For any two sequences $a, b : \mathbb{N} \to A$ we determine the distance $d^*(a, b) = \Sigma\{d(a(i), b(i)) : \in \mathbb{N}\}$. For some $a, b \in C(\mathbb{N}, A)$ we have $d^*(a, b) = \infty$. The distance d^* has the properties:

- $d^*(a, b) \geq 0$;
- $d^*(a, b) + d^*(b, a) = 0$ if and only if $a = b$;
- $d^*(a, c) \leq d^*(a, b) + d^*(b, c)$.

If $s \in C(\mathbb{N}, A)$ is a sequence and $\{s_n \in C(\mathbb{N}, A) : n \in \mathbb{N}\}$ is a sequence of elements from $C(\mathbb{N}, A)$, then:

- $s = lim_{n\to\infty} s_n$ if $s(i) = lim_{n\to\infty} s_n(i)$ for any $i \in \mathbb{N}$ (pointwise convergence);
- $s = lu - lim_{n\to\infty} s_n$ if $lim_{n\to\infty} d^*(s, s_n) = 0$ (uniform convergence);
- $s = u - lim_{n\to\infty} s_n$ if $lim_{n\to\infty}(d^*(s, s_n) + d^*(s_n, s)) = 0$ (uniform convergence).

If the topology of A is generated by the quasi-metric d, then from $s = u - lim_{n\to\infty} s_n$ it follows that $s = lim_{n\to\infty} s_n$.

Fix $s \in C(\mathbb{N}, A)$. The set $Sup(s) = s(\mathbb{N}) \setminus \{\varepsilon\}$ is the support of the sequence s,

$l^*(s) = max\{i: a_i \neq \varepsilon\}$ is the duration of the sequence s *and* $l(s) = |\{i: s(i) \neq \varepsilon\}|$

is the length of the sequence s. If the set $\{i: s(i) \neq \varepsilon\}$ is infinite, then we put $l(s) = \infty$. Hence $l(s) \leq l^*(s)$. If $s(\mathbb{N}) = \{\varepsilon\}$, then $Sup(s) = \varnothing$ and $l^*(s) = l(s) = 0$.

Denote by $S^*(A)$ the subspace of all sequences $s \in C(\mathbb{N}, A)$ with finite length. The elements of $S^*(A)$ are called strings. If $l(s) = l(s) = n < \infty$ then we say that s is a canonical string. Let $S(A)$ be the space of all canonical strings.

We have $d^*(a, b) < \infty$ for all $a, b \in S^*(A)$.

If $a, b \in S^*(A)$ and $l^*(s) = n$, then $c = a \cdot b$ is the string with the following properties:

- $c(i) = a(i)$ for $i \leq n$;
- $c(n + i) = b(i)$ for each $i \in \mathbb{N}$.

Then $S^*(A)$ is a semigroup and $(S(A), \cdot)$ is a monoid with the identity ε, where $\varepsilon(i) = \varepsilon$ for each $i \in \mathbb{N}$. We observe that $S(A)$ is not a subsemigroup of the semigroup $S^*(A)$ and that $S(A)\setminus\{\varepsilon\}$ is a subsemigroup of the semigroups $S^*(A)$ and $S(A)$.

If $s \in S^*(A)$ and $l^*(s) = n$, then we put $\Lambda(s) = s(1)s(2)...s(n) \in L^*(A)$. Then $\Lambda: S^*(A) \to L^*(A)$ is an isomorphism of $S^*(A)$ onto $L^*(A)$ and $\Lambda(S(A)) = L(A)$.

If d is an integer quasi-metric and $s \in S^*(A)$, then:

- from $s = lu\text{-}lim_{n\to\infty} s_n$ it follows that $s = lim_{n\to\infty} s_n$;

- from $s = u\text{-}lim_{n\to\infty} s_n$ it follows that $s = lu\text{-}lim_{n\to\infty} s_n$ and there exists $k \in \mathbb{N}$ such that $s_n = s$ for any $n \geq k$.

Let $(A, A_0, \leq, \prec)$ be an A_0-space with the topology T. Then the space $C(\mathbb{N}, A)$ in the topology of pointwise convergence is an A_0-space ([4] Theorem 2). If A is a complete A_0-space (injective space), then the space $C(\mathbb{N}, A)$ in the topology of pointwise convergence is a complete A_0-space (injective space) ([4], Theorem 3).

Let G be a monoid. The quasimetric ρ on G is stable if $\rho(x \cdot u, y \cdot v) \leq \rho(x, y) + \rho(u, v)$ for all $x, y, u, v \in G$. The topology $T(\rho)$ generated by a stable quasi-metric on a monoid G is compatible with the multiplication, i.e. the multiplication is continuous relative to the topology $T(\rho)$.

Let d be quasi-metric on A. Any element $x \in A$ is identified with the string $a_1a_2...a_n...$, where $a_1 = x$ and $a_i = \varepsilon$ for any $i \geq 2$. Thus $A \subset S(A)$. In [1], [2] was proved that on $S(A)$ there exists a quasi-metric $\hat{d}$ with the properties:

- $\hat{d}(x, y) = d(x, y)$ for all $x, y \in A \subset S(A)$;

- $\hat{d}$ is a stable quasi-metric on $S(A)$;

- if ρ is a stable quasi-metric on $S(A)$ and $\rho(x,y) \leq d(x,y)$ for all $x, y \in A$, then $\rho(x,y) \leq \hat{d}(x,y)$ for all $x, y \in S(A)$;

- if d is an integer quasi-metric, then $\hat{d}$ is an integer quasi-metric too.

On quasi-metric space we consider the ordering induced by the distance function: if ρ is a quasi-metric on X, then $x \leq y$ if and only if $\rho(x,y) = 0$.

The following assertions were proved in [4].

Proposition 1. Let (A, d) be a quasi-metric space. Then:

(i) $(C(\mathbb{N}, A), d^*)$ is a quasi-metric space and $S^*(A)$ is an open subset of $C(\mathbb{N}, A)$;

(ii) If the space A is connected, then the subspace $S^*(A)$ is connected too.

Corollary 1. Let A be an Alexandroff space. Then $S^*(A)$ and $S(A)$ are Alexandroff spaces as well.

Proposition 2. Let (A, d) be a quasi-metric space, $r > 0$, $a, b \in A$ and $B(a, r, d) \cap B(b, r, d) = \varnothing$. Then there exists a family $\{U_\mu : \mu \in M\}$ of open non-empty subsets of $C(\mathbb{N}, A), d^*)$ such that:

1. $|M| \geq 2^{\aleph_0}$ and $U_\mu \cap U\eta = \varnothing$ for any distinct elements $\mu, \eta \in M$. For any $\mu \in M$ there exists a point $c_\mu \in C(\mathbb{N}, A)$ such that $U\mu = \{y \in C(\mathbb{N}, A) : d^*(c_\mu, y) < \infty\}$.

2. If (A, d) is a space, then the sets U_μ are connected and the set $U(x) = \{y \in C(\mathbb{N}, A) : d^*(x, y) < \infty\}$ is connected for any $x \in C(\mathbb{N}, A)$.

3. If d is a metric, then $C(\mathbb{N}, A) = \cup \{U_\mu : \mu \in M\}$.

Convexity of Spaces of Strings

Let $a, b \in L(A)$. We consider the oriented pairs of strings. If a and b is a given pair of strings, then a is considered the first element of the pair a and b. The representations $a' = a_1 a_2 ... a_n$ and $b' = b_1 b_2 ... b_m$ of the strings a and b are called *parallel decompositions* if $n = m$. The parallel representations $a' = a_1 a_2 ... a_n$ and $b' = b_1 b_2 ... b_n$ of the strings a and b are *irreducible* if $A \cap \{a_i, b_i\} \neq \emptyset$ for each $i \leq n$, or $n = 1$ and $a_1 = b_1 = \varepsilon$. The family of all parallel decompositions is infinite and the family of all irreducible parallel decompositions is finite. Moreover, we have $n \leq l(a) + l(b)$ for any irreducible parallel representations $a' = a_1 a_2 ... a_n$ and $b' = b_1 b_2 ... b_n$ of the strings a and b.

Let d be a quasimetric on $\bar{A} = A \cup \{\varepsilon\}$. For any two strings $a = a_1 a_2 ... a_n$ and $b = b_1 b_2 ... b_m$ from $L^*(A)$ we put: $d_H(a, b) = \sum\{d(a_i, b_i) : i \leq \min\{n, m\}\} + \sum\{d(\varepsilon, b_j) : n + 1 \leq j \leq m\} + \sum\{d(a_j, \varepsilon) : m + 1 \leq j \leq n\}$. The function d_H is a quasimetric on $L^*(A)$ and is called the *Hamming extension* of the distance d on $L^*(A)$. If d is a metric, then d_H is a metric as well.

For any two strings $a, b \in L(A)$ we define the following distance: $d_G(a, b) = min\{d_H(a', b') : a', b' \in L^*(A), a = \kappa(a'), b = \kappa(b')\}$. The distance d_G is called the *Graev extension* or the *Graev-Markov-Livenstein extension* of the distance d. Obviously, we have that $d_G(a, b) \leq d_H(a, b)$ for all $a, b \in L(A)$.

The representations $a' = a_1a_2...a_n$ and $b' = b_1b_2...b_m$ of the $a, b \in L(A)$ are called *parallel d-optimal decompositions* of the pair of strings a, b if $n = m$ and $d_G(a, b) = \Sigma\{d(a_i, b_i) : i \leq n\}$.

We define the following sets: $M_{dG}(a, b) = \{x \in L(A) : d_G(a, b) = d_G(a, x) + d_G(x, b)\}$ and $M_{dG}^*(a, b) = \{x \in L^*(A) : d_G(a, b) = d_G(a, \kappa(x)) + d_G(\kappa(x), b)\}$ as the sets of weighted *d*-means of the oriented pair of strings $a, b \in L(A)$.

Analogously, $M_{dH}(a, b) = \{x \in L^*(A) : d_H(a, b) = d_H(a, x) + d_H(x, b)\}$ is the set of *H*-weighted *d*-means of the oriented pair of strings $a, b \in L^*(A)$.

Consider (X, d) to be a metric space, then a subset $L \subseteq X$ is called *d*-convex if $M_d(a, b) \subseteq L$ for any $a, b \in L$. On the alphabet $\bar{A} = A \cup \{\varepsilon\}$ consider the distance metric *d*: $d(x, x) = 0$ and $d(x, y) = 1$ for distinct $x, y \in \bar{A}$. Any subset of (A, d) is *d*-convex.

However, for a metric space, it is easy to construct an example where d-convex property does not hold. Once such example is depicted in figure 1:

Consider *a, b, c, c_1, c_2* satisfying the following relations:

d(a,b) = 8, d(a, c_1) = d(c_1,b) = 4, d(c_1, c_2) = 6, d(c_1, c) = d(c, c_2) = 3,

d(a,c) = 6, d(c,b) = 4.

We have that $c_1, c_2 \in M_d(a, b)$ and $c \in M_d(c_1, c_2)$, but $c \notin M_d(a, b)$.

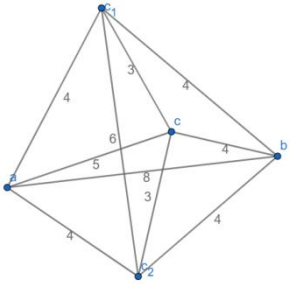


Figure 1

We examine the following question:

Problem 1. *Is it true that the set $M_{dG}(a, b)$ is d_G-convex in $(L^*(A), d_G)$ for any $a, b \in L^*(A)$?*

Although it is easy to find contradicting examples in general metric space, it is not so trivial for the case of the space of strings. The examples with weighted means of strings presented below give the answer to the above question.

Example 1. Consider the strings a, b, c, c_1, c_2 defined as follows:

a = CDBDHLBEBLAJ, b = CABHDLIBFBLJG, c_1 = CDBHDHLBEBLAJ, c_2 = CABDHDLIBFBLAJG, c = CDBDHDHLIBEBLAJG. We compute the d_G distance values for these strings:

$$d_G(a,b) = 7,\ d_G(a, c_1) = 1,\ d_G(c_1,b) = 6,\ d_G(c_1, c_2) = 6,$$
$$d_G(c_1, c) = d_G(c, c_2) = 3,\ d_G(a,c) = 4,\ d_G(c,b) = 5.$$

We have that $c_1, c_2 \in M_{d_G}(a, b)$ and $c \in M_{d_G}(c_1, c_2)$, but $c \notin M_{d_G}(a, b)$.

The previous example focuses on the weighted mean of strings *a* and *b*. Below we present a more elegant counter-example that studies the midpoints of a pair of strings.

Example 2. Consider the alphabet A = {A, B, C, D, G, K, T, X, Y, Z}. Let a = ZCBXAGB, b = XBDCYTGABK, c1 = ZCBXYTGABK, c2 = XBDCYXAGB, c = ZCBXYXAGB. We compute the d_G distance values for these strings:

$$d_G(a,b) = 8,\ d_G(a, c_1) = d_G(c_1,b) = 4,\ d_G(c_1, c_2) = 8,$$
$$d_G(c_1, c) = d_G(c, c_2) = 4,\ d_G(a,c) = 2,\ d_G(c,b) = 8.$$

Analogously as in previous example, we obtained that $c_1, c_2 \in M_{d_G}(a, b)$ and $c \in M_{d_G}(c_1, c_2)$, but $c \notin M_{d_G}(a, b)$.

We conclude that while it was proven in [3] that $M_{d_H}$is a d_H- convex set, this property does not hold for M_{dG} set with respect to distance d_G. This result is achieved due to the fact that for a pair of strings there exist several parallel optimal decompositions that generate weighted means. In fact, weighted means presented in the examples 1 and 2 were generated by distinct parallel optimal decompositions, which were constructed using algorithms presented in [1] and [2].

References:

1. Choban M.M. and Budanaev I.A. *Distances on Monoids of Strings and Their Applications*, Proceedings of the Conference on Mathematical Foundations of Informatics MFOI2016, July 25-29, 2016, Chisinau, Republic of Moldova, 2016, 144-159.

2. Choban M.M. and Budanaev I.A. *About Applications of Distances on Monoids of Strings*, Computer Science Journal of Moldova 24 (2016), no. 3, 335-356.

3. Choban M.M. and Budanaev I.A. *About applications of topological structures in computer sciences and communications*, Acta et Commentationes, Revista Stiintifica, nr.2 (4) , 2017, p. 45-60.

4. Ershov Yu. L. *Model C of partial continuous functionals*, in: R.O. Gandy, J.M.E. Hyland (Eds.), *Logic Colloquium 76, Studies in Logic and Foundations in Mathematics*, vol. 87, Amsterdam: North-Holland 1977, pp. 455-467.

DESPRE UNELE PROPRIETĂȚI ALE QUASIGRUPURILOR CU IDENTITATEA LUI NEUMANN

DIDURIK NATALIA
Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir”, Republica Moldova

Rezumat. În lucrarea dată sunt studiate proprietățile quasigrupurilor cu identitatea lui Neumann. Este demonstrat, că orice buclă, izotopă quasigrupului dat, este grup abelian. S-a găsit legătura cu quasigrupul lui Bol la stânga și la dreapta, cu quasigrupul lui Moufang și cu alte identități. Sunt cercetate pseudoautomorfismele și quasiautomorfismele quasigrupurilor lui Neumann, substituțiile regulate.

Conceptele și definițiile de bază pot fi găsite în [1, 5].

Definiția 1. Quasigrupul $(Q,\cdot)$ se numește quasigrup lui Neumann, dacă în $(Q,\cdot)$ are loc identitatea [2, 4, 7]

$$x \cdot (yz \cdot yx) = z. \qquad (1)$$

Propoziția 1. Orice quasigrup lui Neumann $(Q,\cdot)$ are unitate la dreapta $xe = x$ pentru $\forall\, x \in Q$.

Propoziția 2. Orice buclă, izotopă quasigrupului lui Neumann, este grup abelian.

Demonstrație. Este suficient să cercetăm bucla $(Q,\circ)$, unde

$$x \circ y = x \cdot L_e^{-1} y. \qquad (2)$$

Din (2) primim $xy = x \circ L_e y = x \circ Ly$, unde $L_e = L$.

$$xy = x \circ Ly. \qquad (3)$$

Din (1) și (3) urmează

$$x \circ L\big((y \circ Lz) \circ L(y \circ Lx)\big) = z. \qquad (4)$$

Înlocuim în (4) $x = e$,

$$L\big((y \circ Lz) \circ Ly\big) = z. \qquad (5)$$

Înlocuim în (5) $y = e$, primim $L^2 z = z$, de unde urmează $L^2 = \varepsilon, L = L^{-1}$,

$$(y \circ Lz) \circ Ly = Lz. \qquad (6)$$

Fie $z = e$, primim $y \circ Ly = e, L = I$. Atunci $y \circ y^{-1} = y \circ Ly = e$. Din (6) avem $(y \circ z) \circ Ly = z$, de unde urmează $(y \circ z) \circ y^{-1} = z$ și $(Q,\circ)$ este CI-buclă [2].

În (4) substituim $y = x$, atunci $x \circ L(x \circ Lz) = z$.

Din $(y \circ z) \circ y^{-1} = z \implies \big((y \circ z) \circ y^{-1}\big) \circ (y \circ z)^{-1} = z \circ (y \circ z)^{-1} \implies y^{-1} = z \circ (y \circ z)^{-1}$.

Atunci $y^{-1} \circ z^{-1} = (y \circ z)^{-1}$ sau $Ly \circ Lz = L(y \circ z)$. Am primit, că $L = I$ este automorfism. Acum din (4) primim

$$x \circ \big((Ly \circ z) \circ (y \circ Lx)\big) = z. \quad (7)$$

Substituim în (7) $y = x$ și primim $x \circ (Ly \circ z) = z, I = L$, de unde urmează, că $(Q,\circ)$ este LIP-buclă [1].

Din (7) urmează

$(y^{-1} \circ z) \circ (y \circ x^{-1}) = x^{-1} \circ z.$ (8)

În (8) efectuăm substituția $z \to y \circ z$,

$z \circ (y \circ x^{-1}) = x^{-1} \circ (y \circ z).$ (9)

În (9) substituim $z = e$, primim $y \circ x^{-1} = x^{-1} \circ y$. $(Q,\circ)$ este buclă comutativă.

Prin urmare, putem scrie

$z \circ (y \circ x^{-1}) = x^{-1} \circ (y \circ z) = (y \circ z) \circ x^{-1} = (z \circ y) \circ x^{-1}$ de unde urmează, că $z \circ (y \circ x^{-1}) = (z \circ y) \circ x^{-1}$. $(Q,\circ)$ este grup abelian.

Propoziția 3. Orice quasigrup lui Neumann este quasigrup lui Bol la stânga cu identitatea

$x(y \cdot xz) = (x \cdot yx)z,$ (10)

quasigrup lui Bol la dreapta cu identitatea

$(zx \cdot y)x = z \cdot L_{f_x}^{-1}(xy \cdot x),$ (11)

și quasigrup lui Moufang cu identitatea

$x(y \cdot xz) = (x \cdot yf_x)x \cdot z.$ (12)

Cercetăm miezul quasigrupului lui Neumann $x + y = x \cdot yx$. [3]

Cunoaștem din [6], că $(Q,+)$ este grupoid distributiv la stânga.

Propoziția 4. Miezul $(Q,+)$ quasigrupului lui Neumann este grupoid distributiv și au loc legile distributive $x(y + z) = xy + xz,\ (y + z)x = yx + zx$.

Propoziția 5. Orice quasigrup lui Neumann $(Q,\cdot)$ este quasigrup medial cu unitate la dreapta $e = xx, \forall x \in Q$ și invers; orice quasigrup medial $(Q,\cdot)$ cu unitate la dreapta $e = xx, \forall x \in Q$ este quasigrup lui Neumann.

Propoziția 6. Quasigrupul lui Schweitzer $(Q,\cdot)$ [2] cu identitatea

$yz \cdot yx = xz,$ (13)

este quasigrup lui Neumann.

Propoziția 7. Nucleul la dreapta N_r quasigrupului lui Neumann nu este vid și are loc

$N_r = \{a \in Q | ea = a\}.$ (14)

Propoziția 8. Orice subquasigrup H quasigrupului lui Neumann este normal.

Definiția 2.

1. Bijecția θ mulțimii Q se numește pseudoautomorfism la dreapta al quasigrupului $(Q,\cdot)$, dacă există măcar un element $c \in Q$ astfel, încât $\theta x \cdot (\theta y \cdot c) = \theta(x \cdot y) \cdot c$ pentru toți $x, y \in Q$, adică $(\theta, R_c\theta, R_c\theta)$ este autotopia quasigrupului $(Q,\cdot)$.

2. Bijecția θ mulțimii Q se numește pseudoautomorfism la stânga al quasigrupului $(Q,\cdot)$, dacă există măcar un element $c \in Q$ astfel, încât $(c \cdot \theta x) \cdot$

$\theta y = c \cdot \theta(x \cdot y)$ pentru toți $x, y \in Q$, adică $(L_c\theta, \theta, L_c\theta)$ este autotopia quasigrupului $(Q,\cdot)$. Elementul c se numește companionul lui θ.

Propoziția 9. Orice quasigrup lui Neumann $(Q,\cdot)$ este G-quasigrup la stânga, adică orice element $a \in Q$ este companionul căruiva pseudoautomorfism la stânga.

Propoziția 10. În quasigrupul lui Neumann are loc $G_1 \subset G_2 \subset G_3$, unde G_1 – grupul automorfismelor, G_2- grupul pseudoautomorfismelor la stânga, G_3- grupul quasiautomorfismelor.

Remarcă. Includerea strictă e evidentă, așa cum $\theta = L_a R_a$ este pseudoautomorfism la stânga pentru orice $a \in Q$, iar L_a, R_a sunt quasiautomorfisme pentru orice $a \in Q$. Aceasta urmează din faptul, că $(Q,\cdot)$ este quasigrupul lui Moufang.

Propoziția 11. În quasigrupul Neumann $(Q,\cdot)$ orice quasiautomorfism γ are forma

$$\gamma = R_a\gamma' = L_b\gamma'', \qquad (15)$$

unde γ', γ'' sunt automorfismele quasigrupului $(Q,\cdot)$, iar b și a careva elemente din Q și invers, substituția γ din (15) este quasiautomorfism.

Corolar. Quasiautomorfismul γ quasigrupului lui Neumann $(Q,\cdot)$ este automorfism atunci și numai atunci, când $\gamma e = e$, unde $xe = x$.

Propoziția 12. Orice autotopie (α, β, γ) quasigrupului lui Neumann $(Q,\cdot)$ are forma $(\alpha, \beta, \gamma) = (L_s, L_t, L_s R_t^{-1})\theta$, unde θ este automorfismul quasigrupului $(Q,\cdot)$, s, t careva elemente fixate din Q.

Definiția 3. Substituția α mulțimii Q quasigrupului $(Q,\cdot)$ se numește substituție regulată la stânga a quasigrupului, dacă are loc

$$\alpha(xy) = \alpha x \cdot y, \qquad (16)$$

pentru orice $x, y \in Q$.

Analog se definește substituția regulată la dreapta β

$$\beta(xy) = x \cdot \beta y, \qquad (17)$$

pentru orice $x, y \in Q$.

Definiția 4. Substituția γ se numește substituție regulată medie a quasigrupului $(Q,\cdot)$, dacă există substituția γ', încât are loc egalitatea

$$\gamma x \cdot y = x \cdot \gamma' y, \qquad (18)$$

pentru orice $x, y \in Q$.

Propoziția 13. Grupurile substituțiilor regulate la stânga, la dreapta și medii ale quasigrupului lui Neumann sunt subgrupuri ale grupului de quasiautomorfisme și are loc

$$\mathcal{L} = \mathcal{L}_{(\circ)}, \mathcal{R} = \mathcal{R}_{(\circ)}, \Phi = \Phi_{(\circ)}, \quad (19)$$

unde $\mathcal{L}, \mathcal{R}, \Phi$ corespunzător grupul substituțiilor regulate la stânga, la dreapta și medii ale quasigrupului $(Q,\cdot)$, iar $\mathcal{L}_{(\circ)}, \mathcal{R}_{(\circ)}, \Phi_{(\circ)}$ corespunzător grupul substituțiilor regulate ale grupului $(Q,\circ)$, unde $x \circ y = x \cdot L_e y = x \cdot y^{-1} = x \cdot Iy$.

Mai profund cu rezultatele cercetării quasigrupurilor lui Neumann se poate de cunoscut în [3].

Concluzie. Cercetând quasigrupurile lui Neumann s-a demonstrat, că orice buclă, izotopă quasigrupului dat, este grup abelian. S-a demonstrat, că nucleul la dreapta nu este vid. Este cercetat miezul quasigrupului lui Neumann şe este demonstrat, că este grupoid distributiv.

Referințe bibliografice:

1. В. Д. Белоусов. Основы теории квазигрупп и луп. Наука, Москва, 1967.

2. А. А. Гварамия, М. М. Глухов. Решение основных алгоритмических проблем в некоторых классах квазигрупп с тождествами. Сибирский математический журнал, том 10, №2, Москва, 1969.

3. Н. Н. Кройтор. Квазигруппы с тождеством Ноймана. Вестник Приднестровского университета. Серия: физико–математические и технические науки, №3, 2007.

4. H. O. Pflugfelder. Quasigroups and Loops: Introduction. Heldermann Verlag, Berlin, 1990.

5. Victor Shcherbacov. Elements of Quasigroup Theory and Applications. CRC Press, Boca Raton, 2017.

6. И. А. Флоря. Квазигруппы Бола. Исследования по общей алгебре, АН МССР, 1965.

7. G. Higman and B. H. Neumann. Groups as groupoids with one law. Publ. Math. Debrecen, 2:215–221, 1952.

SECURITATEA INFORMATIONALA IN REPUBLICA MOLDOVA VS SECURITATEA INFORMATIONALA LA NIVEL MONDIAL

IAVORSCHI INGA
Universitatea Tehnică din Moldova

Securitatea informaţională reprezintă un domeniu cu mai multe intrebări decît răspunsuri. Am avansat considerabil în ultimii 30 de ani datorită progresului înregistrat în domeniul tehnologiilor informaţionale. Suntem într-un proces de transformare continuu, unde în fiecare zi apar funcţii noi ale roboţilor, maşini cu autopilot, drone pe post de chelneri şi lista poate fi suplinită cu multe alte inovaţii atractive. Totodată, împreună cu progresele fascinante din domeniul TIC simetric cresc şi ameninţările la securitatea cibernetică.

Impactul economic acestor ameninţări se apropie la un **miliard (rusa – miliasd)** de dolari SUA pe an. Analiştii aşteaptă în 2018 o creştere a pieţei securitatii informaţionale cu încă 8% - în total 96,3 miliarde de dolari.[1]

Suntem dependenţi de tot ce ne economiseşte timpul. Am ajuns să facem schimb de date pe timp. Un exemplu elocvent ar fi o casa inteligentă, care are nevoie de date personalizate, cu care operează acest sistem electronic inteligent, pentru a reduce din propriile responsabilităţi ce ţin de menaj, prepararea bucatelor sau alte mofturi inteligente specifice unei persoane ce face parte din societatea modernă. Odată cu evoluţia acestei societăti am ajuns sa fim usor controlabili.

Dacă ai fi fost întrebat în trecut pe cineva din serviciile secrete care este dispozitivul ce oferă informaţie suficientă pentru filarea unei persoane, ar fi răspuns simplu ceva care are coordonate geografice şi oferă cît mai multe date personale. Astăzi practic toate device-urile au încorporate camere video, gps şi respectiv o serie de date ce determină posesorul acestuia.

Pornind de la afirmaţia că cine e posesor de informaţie acela deţine lumea subînţelegem valoarea neestimabilă a informaţiei. În data de 26 mai 2018 intra în vigoare un Regulamentul european privind protecţia datelor cu caracter personal. Acest regulament vine cu o serie strictă de recomandări pentru operatorii de date. Aceste rigori sunt necesare pentru a preveni, a proteja si înlătura incidentele de securitate.

Cu toate că în Moldova legislaţia impune rigori mai drastice în sectorul informaţional, organul abilitat de control nu deţine resurse umane pentru a face faţă fluxului mare de lucru. Datorită acestui fapt avem o mare diferenţă atunci cînd se operează cu datele la noi în ţară comparativ ce restul ţărilor. Cu toate că avem o ţară dezvoltată la capitolul IT cu cele mai mari viteze de internet şi accesibile ca preţ, putine persoane cunosc noţiunea de audit informaţional.

Din experimentul efectuat de mine personal 90% din personele juridice nu dispun de cadre calificate care documentează setările, politicile, ajustările

sistemului informațional a companiei în care activează. Auditului în țările Europene este o practică obișnuită, de aceea incidentele de securitate la ei sunt reduse.Pentru a argumenta opinia vizavi de securitatea datelor cu caracter personal am efectuat urmatorul experiment. Pentru descrierea exercițiului efectuat am folosit 3 parametri.

D (Disponibilitatea)- presupune că în procesul de operare cu datele, utilizatorii autorizați au accesul la informație atunci cînd este necesar.

I (Integritate) - implementarea protocoalelor interne de securizare a informațiilor conform standartului ISO 27001.

C (Confidențialitate) - presupune că accesul la date îl dețin doar persoanele autorizate.

Am evaluat protecția datelor la cîteva companii din domenii diferite (IT, producere, contabilitate, prestări servicii, medicină) cu ajutorul sistemului **DIC**. Verificării au fost supuse toate bazele operaționale de date existente în companiile unde am efectuat experimentul.

Astfel am obtinut urmatoarele rate

I. pentru parametru D-80%.

II. pentru parametru C -50%(rata cea mai ridicata fiind la companiile din medicină).

III. pentru prametru I - 20%(rata cea mai ridicată la firmele IT).

În concluzie- puțini pot avea siguranța că datele personale odată oferite voluntar sau involuntar vor fi prelucrate în mod discret,corect și sigur de operatorul de date.

De aceea pentru sporirea parametrilor DIC este necesar de implimentat o serie de politici de securitate adecvate, cu practici și structuri bine organizate, cu resurse software licentionate și nu în ultimul rînd de personal competitiv, pentru a spori performanța obiectivelor de securitate.Pentru a garanta protecția datelor e necesar să se ea în calcul urmatoarele aspecte.

1. Riscurile potențiale rezultate în urma auditului informațional care descriu amenințările asupra resurselor, vulnerabilitațile sistemelor la amenințări de securitate sau probabilitatea de producere a unui incident de securitate.

2. Legislația Republicii Moldova privind protecția datelor cu caracter personal pe care trebuie să o respecte organizațiile.

3. Stabilirea unor obiective legate de securitatea datelor,a organizațiilor ce vizează resursele necesare pentru a fi protejate, potențialele riscuri ce țin de aceste resurse, ierarhizarea riscurilor, efectuarea periodică a auditului pentru a înlătura și a diminua potențialii factori de risc.

Poziționarea Moldovei într-o zonă de risc. Necesitatea de a proteja datele apare in urma incidentelor de securitate care se produc zilnic fie ca e vorba de fraudele bancare, escrocherii sau alte scurgeri de informație. Conform practicii din anul 2017 cînd s-a produs cel mai mare atac hacker din lume, prezent în cel puțin

99 de ţări care a infectat peste 100.000 de calculatoare din intreaga lume cum ar fi Rusia, China, SUA, Spania, Germania, Franta.

Atacul de tip „cerere de rascumparare", a fost unul care avea dublu scop. Pe de o parte, cerea de bani, în aceasta fiind similar cu multe tipuri de atac din trecut, dar de data asta cu o eficacitate şi viteza de implantare la nivel de sisteme cu relevanţa internaţională. Conform datelor oferite de site-ul malwaress.com putem vedea impactul global al virusului in figurile de mai jos.

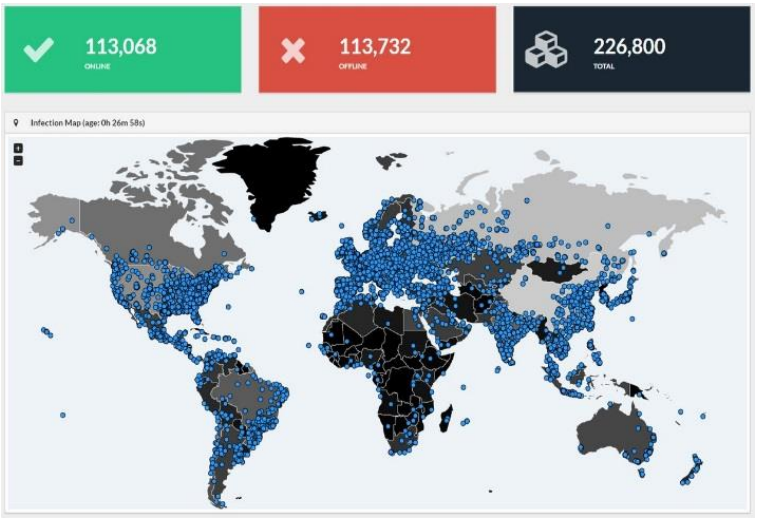


Figura 1. Calculatoarele on-line in timpul atacului.

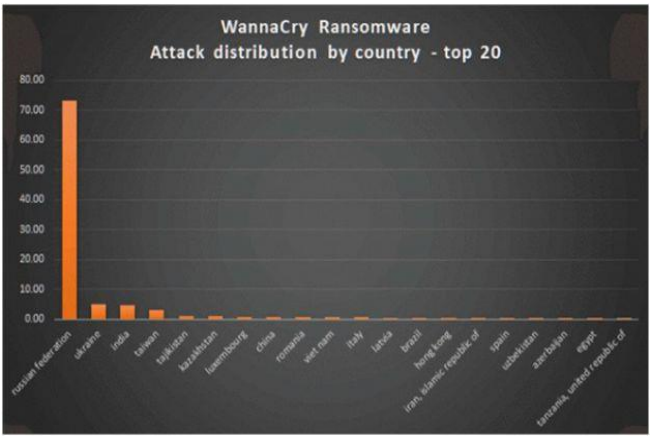


Figura 2 Ţările cele mai afectate de virus conform statisticii oferite de Kaspersky.

Din statistica de mai sus rezultă că ţările vecine cu Moldova sunt în topul preferinţelor atacatorilor. Ceea ce ne induce la ideea ca ne aflăm într-o zona critică. Inspiraţi de acest tip de atac au fost şi hackerii din Moldova care acţionau cu o schemă mai simpla în felul următor, la calculatoarele unde era instalată baza contabilă apărea urmatorul mesaj (recuperarea datelor pentru suma de 300 de $). În cazul celor ce au fost ţinta WannaCry oamenii urmau să plătească cu bitcoini atunci în Moldova era mai simplu de urmărit răufăcătorii pentrucă se cereau bani reali.

Totusi oamenii au ales să plătească deoarece aveau programe nelicenţionate, de copii de rezerve nu dispuneau şi cel mai impresionant nici specialişti sau organe specializate în domeniu securităţii informaţionale nu cunoşteau. Să fi avut statut de operator cu parametri DIC=100% atunci la sigur nu deveneau ţinta escrocilor.

Seriile de scurgeri de date pot continua spre exemplu recent gigantul Facebook a fost ţinta atacurilor cibernetice in urma cărora 300000 de conturi au fost sparse. Ceea ce rezultă ca să poţi proteja datele cu caracter personal trebuie sa respecţi anumite reguli de utilizare, special concepute pentru a opera cu datele, sa nu faci abuz de încredere a personalului tehnic, să documentezi orice proces nou iniţiat în cadrul companiei, să faci audit informaţional conform unui grafic personalizat, să fii informat despre soluţiile noi ce apar pe piaţă şi nu în ultimul rînd să foloseşti programe licenţionate.

Nu există un regulament unic valabil pentru toate domeniile existente de activitate, în schimb poţi să iţi personalizezi propria politică de scuritate, reeşind din speificul de lucru, pentru a obţine siguranţa că informaţia nu va fi vulnerabilă din punct de vedere a securităţii.

Referințe bibliografice:

1. https://ro.wikipedia.org/wiki/Gartner
2. Informații proprii din cadru procesului de activitate a firmei DATA PROTECTION CONSULTING.
3. https://malwareless.com/wannacry-ransomware-massively-attacks-computer-systems-world/

THE ROLE OF QUASIGROUPS IN CRYPTOSYSTEMS. A GENERALISATION OF MARKOVSKY ALGORITHM

MALYUTINA NADEJDA
State Univeristy "Dimitrie Cantemir", Republic of Moldova

Introduction. The theory of quasigroup applications in cryptology has gone through a period of rapid growth [3, 4]. Therefore any review of results in the given area of research quite quickly becomes outdated.

Cryptology is a science that consists of two parts: cryptography and cryptanalysis. Cryptography is a science of methods of transformation of information to protect it from an unlawful user. Cryptanalysis is a science of methods and ways of breaking down the ciphers. In some sense cryptography is a defense, i.e., this is a science of construction of new ciphers, but cryptanalysis is an attack, i.e., this is a science and some kind of "art" a set of methods for the breaking the ciphers [4].

Almost all known constructions of error detecting and error correcting codes, cryptographic algorithms and enciphering systems have made use of associative algebraic structures such as groups and fields [3,4]. We can use such non-associative structures as quasigroups and neo-fields in almost all branches of coding theory, and especially in cryptology. Often the codes and ciphers based on non-associative systems show better possibilities than the known codes and ciphers based on associative systems [3,4].

This article will address the issues of unilateral quasigroups for known cryptographic algorithm Markovsky, and will be built generalization of Markovsky cryptographic algorithm, which is based on the use of the n-ary groupoid, reversible in at least one place.

Basic concepts and definitions

Definition 2.1 Non-empty set Q with a binary operation A defined on it is called a groupoid and is designated (Q, A).

Definition 2.2 Groupoid (Q, A) is called a quasigroup if $\forall\, a, b \in Q$ equations: $A(a, x) = b$ and $A(y, a) = b$ is uniquely solvable.

This definition of a quasigroup is called existential [1].

Definition 2.3 With a given binary quasigroup (Q, A) it is possible to associate five others, so- called parastrophes of quasigroup (Q, A):

$$A^{(12)}(x_2, x_1) = x_3 \text{ (operation } *)$$
$$A^{(13)}(x_3, x_2) = x_1 \text{ (operation } /)$$
$$A^{(23)}(x_1, x_3) = x_2 \text{ (operation } \backslash)$$
$$A^{(123)}(x_2, x_3) = x_1 \text{ (operation } //)$$
$$A^{(132)}(x_3, x_1) = x_2 \text{ (operation } \backslash\backslash)$$

Quasigroups are one of the means for secure encryption [3, 4].

A quasigroup $(Q,\cdot)$ and its (23) - parastroph $(Q,\backslash)$ satisfy the following identities: $x\backslash(x\cdot y)=y,\quad x\cdot(x\backslash y)=y$

It is proposed to use this property of the quasigroups to construct a stream cipher.

Markovsky algorithm

Let A- be a non-empty alphabet, $k-$ be a natural number,

$u_i,u_j\in A, i\in\{1,\dots k\}$. Define a quasigroup$(A,\cdot)$. It is clear that the quasigroup $(A,\backslash)$ is defined in a unique way. We take a fixed element l $(l\in A)$, which is called a leader. Let $u_1u_2\dots u_k$ be a k- tuple of letters from the alphabet A. The authors propose the following ciphering procedure:

$v_1=l\cdot u_1$

$v_2=v_1\cdot u_2$, …

$v_i=v_{i-1}\cdot u_i$, where $i=2,3\dots k$

Therefore we obtain the following ciphertext $v_1v_2\dots v_k$.

The enciphering algorithm is constructed in the following way:

$u_1=l\backslash v_1$

$u_2=v_1\backslash v_2$, …

$u_i=v_{i-1}\backslash v_i$, where $i=2,3\dots k$

In this encryption procedure, a private key for both sender and receiver is quasigroup $(A,\cdot)$ and leader element l. Therefore this is a cryptosystem with symmetric keys. The authors claim that this cipher is resistant to the brute force attack and to the statistical attack [4].

Example 3.1 Let alphabet A have the form: $A=\{0,1,2,3\}$. We construct the following quasigroup:

·	**0**	**1**	**2**	**3**
0	1	3	0	2
1	2	1	3	0
2	3	0	2	1
3	0	2	1	3

Then quasigroup $(A,\backslash)$ has the following Cayley table:

\	**0**	**1**	**2**	**3**
0	2	0	3	1
1	3	1	0	2
2	1	3	2	0
3	0	2	1	3

Let $l = 2$ and the open text is: u = 001320321.
Then the ciphertext is: v =303312132.
Applying the decoding function to v we get: 001320321= u
Markovsky algorithm will work for left and right quasigroups.

Example 3.2. Let alphabet A have the form: $A = \{0,1,2,3\}$. We construct the following left quasigroup:

·	**0**	**1**	**2**	**3**
0	0	2	1	3
1	1	0	2	3
2	0	2	3	1
3	3	1	0	2

Then quasigroup $(A,\backslash)$ has the following Cayley table:

\	**0**	**1**	**2**	**3**
0	0	2	1	3
1	1	0	2	3
2	0	3	1	2
3	2	1	3	0

Let $l = 3$ and the open text is: u = 23100313, then : v =03111313.
Applying the decoding function to v we get: 23100313= u
Let $(Q,\cdot)$ - right quasigroup (only one equation is uniquely solvable: $A(y,a) = b$) and its (13) - parastroph $(Q,/)$ satisfy the following identities: $(y/x)\cdot x = y$, $(y\cdot x)/x = y$
For right quasigroup algorithm Markovsky would be:
$v_1 = u_1 \cdot l$

$v_2 = u_2 \cdot v_1$, …

$v_i = u_i \cdot v_{i-1}$, where $i = 2,3 \ldots k$

Therefore we obtain the following ciphertext $v_1 v_2 \ldots v_k$.

The enciphering algorithm is constructed in the following way:

$u_1 = v_1 / l$

$u_2 = v_2 / v_1$, …

$u_i = v_i / v_{i-1}$, where $i = 2,3 \ldots k$

Example 3.3 Let alphabet A have the form: $A = \{0,1,2,3,4\}$. We construct the following right quasigroup:

·	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**
0	4	4	0	2	1
1	0	2	4	1	3
2	2	0	1	3	2
3	1	3	2	0	4
4	3	1	3	4	0

Then quasigroup $(A,/)$ has the following Cayley table:

/	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**
0	1	2	0	3	4
1	3	4	2	1	0
2	2	1	3	0	2
3	4	3	4	2	1
4	0	0	1	4	3

Let $l = 2$ and the open text is: u = 43210013.

Then the ciphertext is: v =30241430.

Applying the decoding function to v we get: 42310013= u

In this construction *n*-ary quasigroups and their parastrophes can also be used [4].

A generalisation of Markovsky algorithm

We will consider modification of Markovsky crypto-algorithm [3] based *n* –ary groupoid which is invertible on at least one place. It is clear that Markovsky crypto-algorithm which is based on binary or *n*-ary quasigroup has better «mixing properties» than proposed algorithm [4].

But from the other side it is well known that binary (*n*-ary) quasigroup used in Markovsky algorithm is its key. It is clear that number of *i*-invertible *n*- groupoids (number *n* is fixed) is more then number of *n*-ary quasigroups (number *n* is fixed) [3,4].

Definition 4.1 n-Ary groupoid $(Q, f)$is called *invertible on the i-th place*, $i = \overline{1,n}$, 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 $a_1, \dots, a_{i-1}, a_{i+1}, \dots, a_n, a_{n+1} \epsilon Q$.

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:

$$f\left(a_1, \dots, a_{i-1}, {}^{(i,n+1)}f(a_1, \dots, a_{i-1}, a_{n+1}, a_{i+1}, \dots, a_n), a_{i+1}, \dots, a_n\right) = a_{n+1}$$
$${}^{(i,n+1)}f(a_1, \dots, a_{i-1}, f(a_1, \dots, a_{i-1}, x_i, a_{i+1}, \dots, a_n), a_{i+1}, \dots, a_n) = x_i$$

Algorithm 4.2 Let Q be a non-empty finite alphabet and $k -$ be a natural number, $u_i, v_i \in Q, i \in \{1, \dots k\}$. Define an *n*-ary groupoid (Q, f), which is invertible on $n -$ th place. It is clear that groupoid $\left(Q, {}^{(n,n+1)}f\right)$ is defined in a unique way. Take the fixed elements $l_i^{(n-1)(n-1)}$ $(l_i \in Q)$, which are called leaders.

Let $u_1 u_2 \dots u_k$ be a *k*- tuple of letters from Q.

The following ciphering (encryption) procedure is proposed:

$$v_1 = f\left(l_1^{(n-1)}, u_1\right)$$
$$v_2 = f\left(l_n^{(2n-2)}, u_2\right), \dots,$$
$$v_{n-1} = f\left(l_{n^2-3n+3}^{(n-1)(n-1)}, u_{n-1}\right),$$
$$v_n = f(v_1^{n-1}, u_n),$$
$$v_{n+1} = f(v_2^n, u_{n+1}),$$
$$v_{n+2} = f(v_3^{n+1}, u_{n+2}),$$

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

The deciphering algorithm is constructed similarly with binary case:

$$u_1 = {}^{(n,n+1)}f\left(l_1^{(n-1)}, v_1\right)$$
$$u_2 = {}^{(n,n+1)}f\left(l_n^{(2n-2)}, v_2\right), \dots,$$
$$u_{n-1} = {}^{(n,n+1)}f\left(l_{n^2-3n+3}^{(n-1)(n-1)}, v_{n-1}\right),$$
$$u_n = {}^{(n,n+1)}f(v_1^{n-1}, v_n),$$
$$u_{n+1} = {}^{(n,n+1)}f(v_2^n, v_{n+1}),$$

$u_{n+2} = {}^{(n,n+1)}f(v_3^{n+1}, v_{n+2})$,

Indeed, for example, ${}^{(n,n+1)}f(v_1^{n-1}, v_n) = {}^{(n,n+1)}f\left(v_1^{n-1}, f(v_1^{n-1}, u_n)\right) == u_n$.

Example 4.3 We construct ternary groupoid (R_3, f), $R_3 = \{0,1,2\}$ which is defined over the ring $(R_3, +, \cdot)$of residues modulo 3 and which is invertible on the third place. We define ternary operation f on the set R_3 in the following way: $f(x_1, x_2, x_3) = \alpha x_1 + \beta x_2 + x_3 = x_4$, where $\alpha 0 = 2$,

$\alpha 1 = 2$, $\alpha 2 = 0$, $\beta 0 = 1$, $\beta 1 = 1$, $\beta 2 = 1$.

In this case ${}^{(3,4)}f(x_1, x_2, x_4) = x_3 = 2 \cdot \alpha x_1 + 2 \cdot \beta x_2 + x_4$

Check:

$f(x_1, x_2, x_3) = f(x_1, x_{2,}\, {}^{(3,4)}f(x_1, x_2, x_4)) = \alpha x_1 + \beta x_2 + 2 \cdot \alpha x_1 + +2 \cdot \beta x_2 + x_4 = x_4$.

${}^{(3,4)}f(x_1, x_2, f(x_1, x_2, x_3)) = 2 \cdot \alpha x_1 + 2 \cdot \beta x_2 + \alpha x_1 + \beta x_2 + x_3 = x_3$

We propose as leader elements the following elements:

$l_1 = 1, l_2 = 2, l_3 = 0, l_4 = 1$.

In this case open text 201121 is transformed in the following crypto-text:

202101.

Example 4.4 We construct ternary groupoid (R_3, f), $R_3 = \{0,1,2\}$ which is defined over the ring $(R_3, +, \cdot)$of residues modulo 3 and which is invertible on the third place. We define ternary operation f on the set R_3 in the following way: $f(x_1, x_2, x_3) = \alpha x_1 + \beta x_2 + \gamma x_3 = x_4$, where $\alpha 0 = 1$, $\alpha 1 = 1$, $\alpha 2 = 0$, $\beta 0 = 1$, $\beta 1 = 1$, $\beta 2 = 2, \gamma 0 = 1, \gamma 1 = 2, \gamma 2 = 0$.

In this case ${}^{(3,4)}f(x_1, x_2, x_4) = \gamma x_3 = 2 \cdot \alpha x_1 + 2 \cdot \beta x_2 + x_4$,

$x_3 = \gamma^{-1} 2 \cdot \alpha x_1 + \gamma^{-1} 2 \cdot \beta x_2 + \gamma^{-1} x_4$

Check:

$f(x_1, x_2, x_3) = f(x_1, x_2, \gamma^{-1}\left({}^{(3,4)}f(x_1, x_2, x_4)\right)) = \alpha x_1 + \beta x_2 + 2 \cdot \alpha x_1 + +2 \cdot \beta x_2 + x_4 = x_4$.

${}^{(3,4)}f(x_1, x_2, f(x_1, x_2, x_3)) = 2 \cdot \alpha x_1 + 2 \cdot \beta x_2 + \alpha x_1 + \beta x_2 + \gamma x_3 = \gamma x_3$

We propose as leader elements the following elements:

$l_1 = 1, l_2 = 2, l_3 = 0, l_4 = 1$.

In this case open text 201121 is transformed in the following crypto-text:

001122.

Conclusions. We know that Markovsky algorithm is not resistant relatively some kinds of cryptographical attacks [5, 6]. We plan to better proposed algorithm using ways indicated in [4].

References:

1. V. D. Belousov. *Foundations of the Theory of Quasigroups and Loops*. Nauka, Moscow, 1967. (in Russian), p.5-6.

2. V. D. Belousov. *n- Ary Quasigroups*. Stiintsa, Kishinev, 1971 (in Russian), p.3-10.V. A. Shcherbacov. *Quasigroup based crypto-algorithms*, 2012, arXiv: 1201.3016, p.3-8.

3. V. A. Shcherbacov. *Elements of Quasigroup Theory and Applications*. CRC Press, Boca Raton, 2017, p.435-444 .

4. M. Vojvoda. *Cryptanalysis of one hash function based on quasigroup*. Tatra Mt. Math.Publ., 29: 2004. MR2201663 (2006k: 94117), p.173-181.

5. M. Vojvoda. *Stream ciphers and hash functions - analysis of some new design approaches*. PhD thesis, Slovak University of Technology, July, 2004.

APPLICATION OF BESSEL BEAM FOR DIGITAL HOLOGRAPHIC MICROSCOPY

CAZAC VERONICA, ACHIMOVA ELENA
State Univeristy "Dimitrie Cantemir", Republic of Moldova

Goal. We aim at studying the shape, phase and intensity modulation of the Bessel beam by controlling the parameters of the height and base angle of the given axicon and the incident beam size (or the SLM size) and propagation distance from SLM to the CCD camera.

Definition, application and possible setups. Bessel beams constitute "diffraction-free" beams that are a result of the interference between an infinite number of plane waves whose wavevectors are distributed on the generatrix of a cone. Compared to a Gaussian beam, the Bessel beam has depth with narrow central peak. The transverse profile is made of an intense central core surrounded by a large number of circular lobes of lower intensity. Because of the spatial limitation, the intensity of Bessel beams varies along the propagation. Due to an extended focal long focal line of the central core of the beam Bessel beams have found various applications: nonlinear optics, laser nanoprocessing, light-matter interaction, imaging, optical trapping, nonlinear optics, laser micromachining [1]. Bessel beam feature can be useful for optical coherence tomography and light sheet microscopy to improve the resolution over an extended imaging depth and reduce scattering artifacts [2].

Several methods can be used in order to produce a finite Bessel beam. First, by building a set-up with the Spatial light modulator (SLM) in the far-field (a phase mask of the Fourier transform of a Bessel beam is introduced on the SLM where most of the beam is redirected to the zero order, effectively applying a ring shaped amplitude mask). Second, by means of a Fourier transform (FT) using a lens (this achieves good control over the propagation parameters of the beam, and makes a very pure Bessel mode. However, the annular aperture uses only a part of the incident beam, placing an upper bound on efficiency of order 5% [3] if a Gaussian beam is used to illuminate the hologram). Third, by directly resembling a glass axicon on the SLM (this produces a Bessel beam which starts immediately after the plane of the SLM, i.e. the Fresnel configuration)[3]. Fourth, by using the SLM as the axicon, and producing a beam as shown in Fig. 1.

Set up description. In our system, a SLM based method was used to generate the achromatic Bessel beam. Gaussian beams from a single laser line is propagated through the SLM, where an axicone is projected and ultimately reshaped into a Bessel beam. Ideal Bessel beams are infinitely wide, propagation-invariant beams which, for the lowest-order beams, have a bright central core. In the real case, because of the finite size of the input laser beam on the axicon, the resulting far

field image of the Bessel beam (more correctly called Bessel-Gauss beam if the illuminating beam is Gaussian) has a well defined width. The characteristics of the resulting Bessel beam are decided by a combination of the incident beam size (or the SLM size) and the base angle of the axicon, which is tunable in an SLM. In our setup, laser wavelength λ = 633 nm, the pixel size of the CCD is 2.2µm, the base angle of the axicon is θ =0.5 rad and we start with the variation of the height of the given cone H=0.1π to 2 π and the propagation distance to SLM from 0,1 to 10 cm. Simulation of this experiment has the following steps:

1. Generating of the plane wave;
2. Create an axicon wih a certain radius and height and projecting on the SLM display;
3. Adding the plane wave to the axicon, zeropadding and propagating on distance d;
4. Recording the obtained phase and amplitude modulation on the CCD;

Detailed illustration of the set up can be seen in fig. 1.

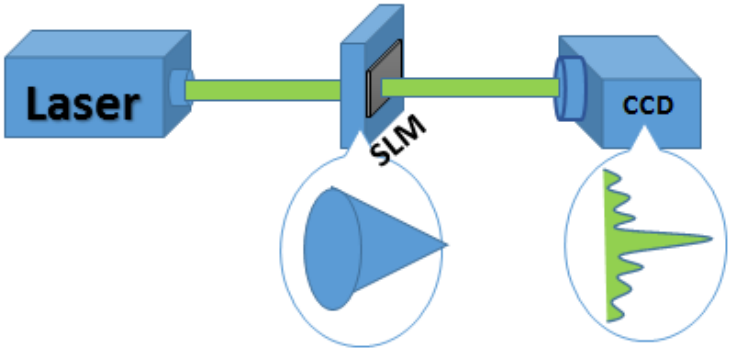


Figure 1. *Experimenta set up: an axicon produces a Bessel beam when illuminated with a plane wave.*

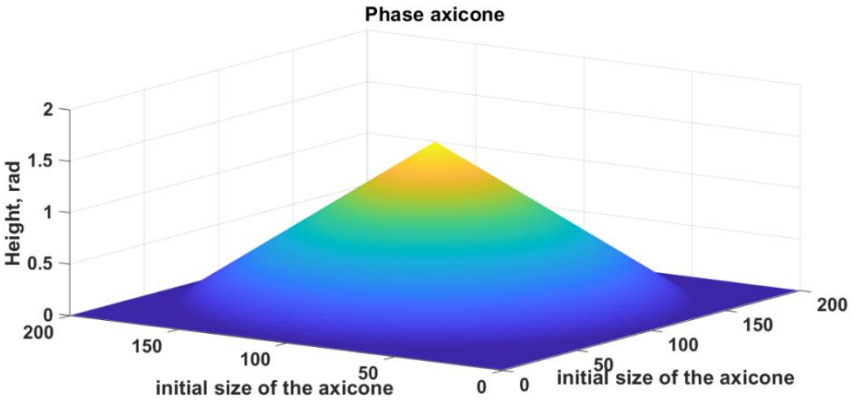


Figure 2. *The phase cone that what projected on the SLM.*

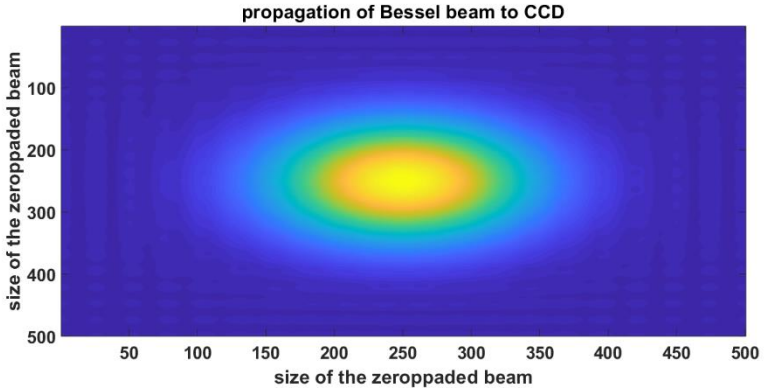


Figure 3 *Angluar spectrum function was applied to the axicone(that was zerropadded), and the light is propagated to the CCD*

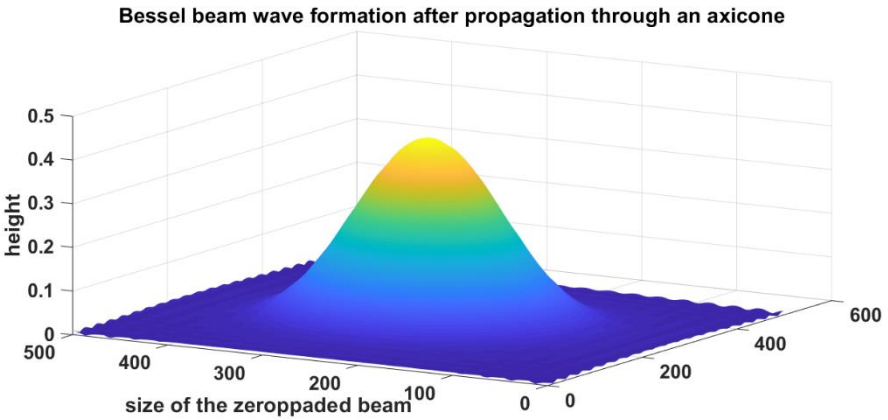


Figure 4. *The surface of the produced Bessel Beam*

.

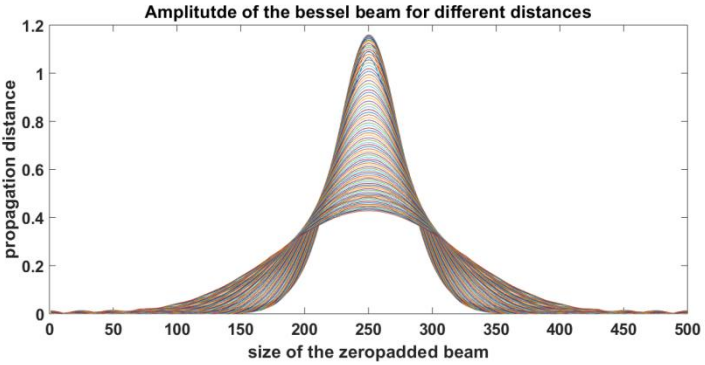


Figure 5 *Amplitude(absolute value) of the Bessel beam for propagation distance from 0.1 to 10 cm*

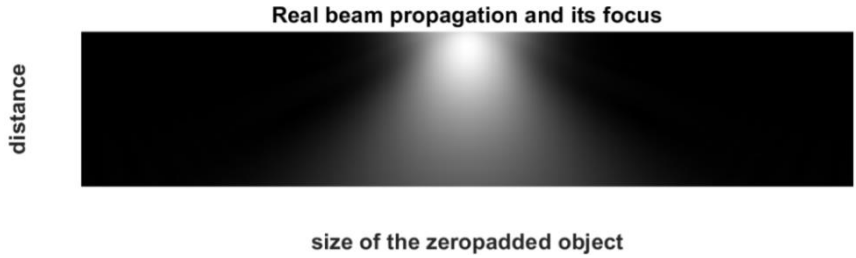


Figure 6. *Real illustration of the Bessel beam for propagation distance from 0.1 to 10 cm.*

Next investigations: For managing the goal of the experiment study the shape, phase and intensity modulation of the Bessel beam by controlling the parameters of the height and base angle of the given axicon and the incident beam size (or the SLM size) and propagation distance from SLM to the CCD camera: we need to investigate the real phase modulation, phase distribution statistics in a single pixel, fill factor of the SLM '' Holoeye LC-2012'' as well as polarization that influences the early mentioned parameter.

References:

1. Ismail Ouadghiri-Idrissi, Remo Giust, Luc Froehly, Maxime Jacquot, Luca Furfaro, John M. Dudley, and Francois Courvoisier '''Arbitrary shaping of on-axis amplitude of femtosecond Bessel beams with a single phase-only spatial light modulator'', Optics Express, Vol. 24, No. 11, (2016)

2. Dongli Xu, Weibin Zhou, and Leilei Peng ,''Cellular resolution multiplexed FLIM tomography with dual-color Bessel beam'' Biomedical Opt. Express, Vol. 8, No. 2, (2017)

3. R. Bowman, N. Muller, X. Zambrana-Puyalto, O. Jedrkiewicz, P. Di Trapani, and M.J. Padgett, ''Efficient generation of Bessel beam arrays by means of an SLM'', Eur. Phys. J. Special Topics 199, 159–166 (2011)

NON DECAYING TWO-QUBIT STATES VIA PHONON ENVIRONMENT

CECOI ELENA
State Univeristy "Dimitrie Cantemir", Republic of Moldova

INTRODUCTION. In recent years quantum dot qubit system has attracted a lot of attention due to possible applications in quantum technologies. As a consequence, the collective interaction of excitons in closely spaced artificial molecules and arrays of nearly identical quantum dots through the electromagnetic modes were demonstraded in [1], including the spontaneous emission of phonons by coupled quantum dots [2]. Furthermore, phonon dynamics of a nanomechanical oscillator due to cooperative effects was theoretically investigated in [3].

Full entanglement via phonon subsystem of a laser-pumped pair of two-level qubits was obtained in [4].

Here, we analyze the time evolution of a laser-pumped qubit pair with the aim to populate the subradiant two-particle state of the system. Indeed, we have found that the subradiant state gets populated in the steady-state due to phonon processes mediated by the laser pumping effects.

THE MODEL AND ANALYTACAL FORMALIS. As mentioned above, we shall discuss here a pair of two-level quantum dots interacting with the environmental electromagnetic field reservoir as well as with an external coherent laser source. The master equation describing the investigated model in the Born-Markov approximations can be represented as follows [5-7]:

$$\dot{\rho} + \frac{i}{\hbar}[H,\rho] = -\frac{\gamma}{2}(1+\chi_r)\left[R_{es} + R_{sg},\left(R_{se}+R_{gs}\right)\rho\right]$$
$$-\frac{\gamma}{2}(1-\chi_r)\left[R_{ea} - R_{ag},\left(R_{ae}-R_{ga}\right)\rho\right]$$
$$-\Gamma(1+\bar{n})[R_{sa,}\ R_{as}\rho] - \Gamma\bar{n}[R_{as,}\ R_{sa}\rho] + \text{H.c.}, \qquad (1)$$

where

$$\Gamma = \frac{\pi}{4}\sum_{\xi=\{1,2\}}\sum_{p\xi}\left(\lambda_{p\xi}^{(\xi)}/\hbar\right)^2\delta(\omega_{p\xi} - 2\Omega_{dd}).$$

and $\Omega_{dd}>0$, is the decay rate among the symmetrical and antisymmetrical two-qubit states due to phonon thermostat [4].

In Eq. (1), the Hamiltonian characterizing the coherent quantum dynamics of the qubits interacting with the laser field is

$$H = H_o + H_i, \qquad (2)$$

where

$$\frac{H_0}{\hbar} = 2\Delta R_{ee} + (\Delta + \Omega_{dd})R_{ss} + (\Delta - \Omega_{dd})R_{aa}, \quad (3)$$

and

$$H_i = \sqrt{2}\hbar\Omega(R_{es} + R_{sg} + R_{se} + R_{gs}). \quad (4)$$

Here, Ω is the corresponding Rabi frequency, Δ is the detuning of the two-level qubit's frequency from the laser one. χ_r signify the radiative coupling among the two-level qubits while Ω_{dd} corresponds to the dipole-dipole interaction potential, respectively. The radiative coupling χ_r goes to zero (unity) for larger (smaller) interparticle separations r in comparison to the photon emission wavelength. Corres-pondingly, Ω_{dd} tends to zero or to the static dipole-dipole interaction potential. The single-qubit spontaneous decay rate is $\gamma = \frac{k^3 d^2}{6\pi\epsilon\epsilon_0\hbar}$, where k is the resonant photon wave-vector in the medium, while ϵ_0 is the vacuum permitivity whereas ϵ is the relative dielectric constant of the semiconductor. The two-qubit transition operators are obtained using the common Dicke states, namely, $R_{\alpha\beta} = |\alpha\rangle\langle\beta|$, where $\{\alpha, \beta\} \in \{e, g, s, a\}$ denote the two-qubit excited state and the ground state, and the symmetrical and antisymmetrical collective states, respectively. They obey the commutation relation: $[R_{\alpha\beta}, R_{\alpha'\beta'}] = \delta_{\beta\beta'}R_{\alpha\alpha'} - \delta_{\alpha'\alpha}R_{\beta'\beta}$ Notice that the collective two-qubit states are defined as follows [5,6]. Thus (see Fig.1),

$$\begin{aligned} |e\rangle &= |e_a\rangle\,|e_b\rangle, \\ |g\rangle &= |g_a\rangle\,|g_b\rangle, \\ |s\rangle &= \frac{1}{\sqrt{2}}\{|e_a\rangle|g_b\rangle + |g_a\rangle|e_b\rangle\}, \\ |a\rangle &= \frac{1}{\sqrt{2}}\{|e_a\rangle|g_b\rangle - |g_a\rangle|e_b\rangle\}. \end{aligned} \quad (5)$$

The spontaneous damping occurs via the symmetrical channel $|e\rangle \rightarrow |s\rangle \rightarrow |g\rangle$ and, respectively, through the antisymmetrical one, $|e\rangle \rightarrow |a\rangle \rightarrow |g\rangle$ (see Figure 1).

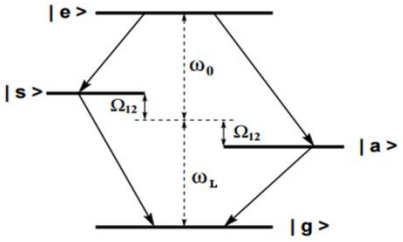


Figure 1 *Schematic of the involved two-qubit collective transitions.*

Using the master equation (1) one can obtain the following expression for the population of the subradiant state in the absence of the laser field [4]:

$$\langle R_{ss}(t)\rangle = \frac{e^{-\Gamma+t}}{\bar{\Omega}}(\sinh(\bar{\Omega}t)(2\bar{n}\Gamma R_{aa}(0) + (\Gamma+\gamma\chi_r)\,R_{aa}(0)) + \bar{\Omega}R_{ss}(0)\cosh(\bar{\Omega}t)$$

$$+\frac{\gamma R_{ee}(0)e^{-\Gamma+t}}{\bar{\Omega}(\Gamma^2-\bar{\Omega}^2)} \times (\bar{\Omega}\cosh(\bar{\Omega}t)\,(\gamma\,(1+\chi_r)^2 - 4\bar{n}\Gamma + \bar{\alpha}\,\sinh(\bar{\Omega}t))$$

$$+\frac{\gamma R_{ee}(0)e^{-2\gamma t}}{\Gamma^2-\bar{\Omega}^2}\,(4\bar{n}\Gamma - \gamma(1+\chi_r)^2, \qquad (6)$$

Where

$$\bar{\alpha} = \Gamma_-\{\gamma\chi_r(\chi_r+1) + \Gamma(1+\chi_r-2\bar{n}(1-\chi_r))\} - (1+\chi_r)\bar{\Omega}^2,$$

while $\Gamma_\pm = \Gamma(1+2\bar{n}) \pm \gamma$, $\bar{\Omega} = \sqrt{\Gamma^2(1+2\bar{n})^2 + \gamma\chi_r(2\Gamma+\gamma\chi_r)}$.

Depending on the initial conditions for $\langle R_{ss}(0)\rangle$, $\alpha \in \{e,s,a,g\}$, and the ratio γ/Γ as well as environmental temperatures one can observe a clear population transfer to the subradiant state, because the superradiant state is almost empty at the end of the evolution. In the absence of phonons and without a cw coherent pumping field, i.e. $\Gamma = 0$ and $\Omega = 0$ the well-known solution is [5,6]:

$$\langle R_{ss}(t)\rangle = \langle R_{ss}(0)\rangle e^{-\gamma(1+\chi_r)t} + \frac{1+\chi_r}{1-\chi_r}\left\{e^{-\gamma(1+\chi_r)t} - e^{-2\gamma t}\,\langle R_{ee}(0)\rangle\right\}, \quad (7)$$

Actually, phonons change the phase of the cooperative two-particle state:

$$|\Psi_\Phi\rangle = (|eg\rangle + e^{i\Phi}|ge\rangle/\sqrt{2}. \qquad (8)$$

So, the antisymmetrical state $|a\rangle \equiv |\Psi_\pi\rangle$ is a subradiant one, since it couples weakly with the vacuum modesof the electromagnetic field reservoir; see the solid curves in Fig.2.

We detect that in the laser presence with strong phonon damping, the populations do not depend on the external control parameters, except the temperature. If $\overline{n} \to 0$, $\langle R_{aa}\rangle \to 1$ while all other populations are almost zero, while if $\overline{n} \gg 1$, then $\langle R_{aa}\rangle = \langle R_{ee}\rangle = \langle R_{ss}\rangle = \langle R_{gg}\rangle$ =1/4. The concurrence in this particular case, i.e. for $\gamma/\Gamma \ll 1$ is close to unity [4].

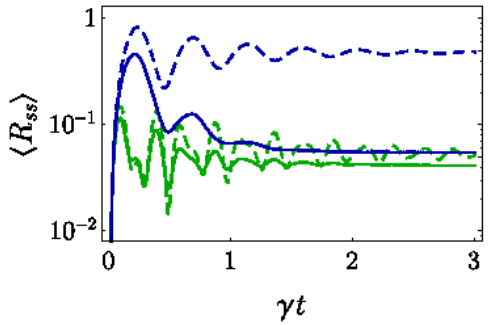


Figure 2.*Time-dependences of the populations of the superradiant state* $|s\rangle$ *versus the scaled time for* $\Omega_{dd} > 0$. *The solid blue line corresponds to* $\Delta = -\Omega_{dd}$, *whereas the solid green curve is for* $\Delta = \Omega_{dd}$. *The dashed lines stand for* $\Gamma = 0$. *The oscillations in are due to coherent driving of the transitions* $|e\rangle \to |s\rangle \to |g\rangle$.

CONCLUSION. Summarizing, we have shortly described the interaction of a laser-pumped two-level qubit pair mediated by the electromagnetic as well as phonon environments. Interestingly, in the presence of phonons things change considerabbly. Particularly, phonons opens an aditionally decay channel $|s\rangle \to |a\rangle$ allowing, in the presence of a cw laser field, to populate almost completely the subradiant state.

Bibliography:

1. M. Scheibner, T. Schmidt, L.Worschech, A. Forchel, G.Bacher, T. Passow, and D. Hommel, Superradiance of quantum dots, Nat. Phys. 3, 106 (2007).

2. T. Brandes, and B. Kramer, Spontaneous emission of phonons by coupled quantum dots, Phys. Rev. Lett. 83,3021 (1999).

3. V. Ceban, P. Longo, and M. A. Macovei, Fast phonon dynamics of a nanomechanical oscillator due to cooperative effects, Phys. Rev. A 95, 023806 (2017).

4. E. Cecoi, V. Ciornea, A. Isar, M. A. Macovei, Entanglement of a laser-driven pair of two-level qubits via its phonon environment, JOSA B 35, 1127 (2018).

5. R. H. Lehmberg, Radiation from an N-atom system. I.General formalism, Phys. Rev. A 2, 883 (1970).

6. R. H. Lehmberg, Radiation from an N-atom system. II. Spontaneous emission from a pair of atoms, Phys. Rev.A 2, 889 (1970).

7. M. Kiffner, M. Macovei, J. Evers, and C. H. Keitel, Vacuum induced processes in multilevel atoms, Prog. Opt.55, 85 (2010).

INFLUENȚA SUBSTITUȚIEI ÎN SISTEMUL $Rb_{0.8}Fe_{1.6}Se_{2-z}S_z$ ASUPRA PROPRIETĂȚILOR MAGNETICE

CROITORI DORINA, ȚURCAN V.
Universitatea de Stat „Dimitri Cantemir”, Republica Moldova

INTRODUCERE. Supraconductorii pe bază de Fe cu temperaturi critice înalte [1-3] reprezintă unii dintre cele mai studiate materiale. Printre grupele acestei clase de supraconductori, calcogenizii de Fe au atras o atenție deosebită. S-a stabilit că temperatura critică de trecere în stare supraconductibilă poate fi mărită prin aplicarea presiunii sau odată cu substituția Se prin Te [5]. Mai mult ca atât, prin intercalarea compusului FeSe cu metale alcaline (K, Rb, şi Cs), au fost obținute probe supraconductoare cu T_C între 27 și 33K [6-10]. Pentru compușii similari, intercalați cu K a fost demonstrată posibilitatea de a varia temperatura critică prin substituirea ionilor de seleniu cu ionii de sulf [11], ceea ce deschide noi posibilități în analiza corelațiilor electronice și magnetice în aceste sisteme. De exemplu, compusul FeSe, manifestă o temperatură critică $T_C \approx 8$ K la presiunea ambiantă, dar aceasta se mărește considerabil până la 37 K prin aplicarea presiunii hidrostatice [4].

Calcogenizii ternari de fier $A_{1-x}Fe_{2-y}Se_2$ (cu A = K, Rb, Cs) reprezintă un grup important pentru supraconductorii pe bază de fier cu temperaturi critice înalte. Acestea manifestă proprietăți structurale şi electronice deosebite, inclusiv coexistența fazei supraconductoare cu cea antiferomagnetică cu valoare mare ale momentelor magnetice locale ale ionilor de fier [12]. Faza izolatoare în acest sistem arată o ordonare antiferomagnetică (AFM) cu temperatura critică de trecere în stare magnetică ordonată T_N, care depășește 500 K şi momentul magnetic local de $3.3\mu_B$ pentru ionul de Fe [12]. Cu toate că rezultatele studiilor asupra proprietăților intrinsece a acestor materiale au fost raportate în diferite lucrări, caracteristicile complete nu sunt încă clare. De exemplu: rezultatele asupra proprietăților magnetice şi de transport ale acestor materiale descrise de diferiți autori, variază semnificativ, sugerând o influență puternică a condițiilor de obținere a materialelor, conținutul impurităților şi devierile de stoichiometrie.

În lucrarea dată se descrie cum se modifică proprietățile magnetice ale sistemului $Rb_{0.8}Fe_{1.6}Se_{2-z}S_z$ în funcție de concentrația substituției: *z=0; 0.1;0.25;0.5;1.0;1.1;1.2, 1.3,1.4;1.7 şi 2.0.*

EXPERIMENT. Monocristalele din sistemul $Rb_{0.8}Fe_{1.6}Se_{2-z}S_z$ au fost crescute prin metoda Bridgman. Compoziția chimică a fost determinată cu analizatorul Cameca SX50. Difracția cu raze X asupra monocristalelor a fost efectuată la

temperature camerei cu difractometrul X Calibur E echipat cu un detector CCD şi un monocromator de grafit utilizând radiaţia MoKα.

Măsurătorile magnetice au fost efectuate folosind magnetometrul SQUID (MPMS-5, Quantum Design) în intervalul de temperaturi cuprins între 1.8 K şi 400 K şi în câmp magnetic extern până la 5 T. Câmpul magnetic a fost aplicat paralel şi perpendicular axei *c*.

REZULTATE. Dependenţele de temperatură a susceptibilităţii magnetice $\chi_{\parallel}$ şi $\chi_{\perp}$ în funcţie de temperatură pentru monocristale cu proprietăţi supraconductoare şi ne-supraconductoare cu diferite substituţii sunt prezentate în Figura 1 (a) şi respectiv Figura 1 (b) . Măsurătorile au fost efectuate în câmp magnetic aplicat paralel şi perpendicular axei *c*. Pentru probelele cu substituţiile respective susceptibilitatea $\chi_{\perp}$ şi $\chi_{\parallel}$, arată dependenţe neliniare odată cu creşterea temperaturii. Cu creşterea substituţiei *z* până la 1.1 susceptibilitatea prezintă o creştere în valoare nesemnificativă doar până aproape de tranziţia în stare supraconductoare, excepţie pentru proba cu substituţia $z = 0.1$. Pentru această probă a fost observată o valoare mărită pentru susceptibilitate, motivul căreea nu este încă stabilit. Pentru monocristalele, care nu posedă proprietăţi supraconductibile cu $z \geq 1.4$ susceptibilitatea arată o dependenţa de temperatură similară cu cele în cazul probelor cu substituţia $z \leq 1.1$. În Figura 1 (b) dependența susceptibilității $\chi_{\perp}$ în funcție de temperatură este arătată pentru probele cu substituție limită de $z = 2$ măsurată în câmpul magnetic aplicat perpendicular axei *c*. Pentru temperaturi mai joase decât 50 K, susceptibilitatea $\chi_{\perp}$ are o valoare mult mai mare şi arată o schimbare neesențială cu temperatura. Un comportament similar pentru susceptibilitate $\chi_{\perp}$ a fost găsit pentru probele cu toate substituţiile. Astfel de comportament pentru susceptibilitatea $\chi_{\perp}$ şi $\chi_{\parallel}$, este caracteristic pentru antiferomagneţii anizotropici cu axa *c* fiind direcţie de alinierea spinilor. Antiferomagnetismul anizotropic observat în toate probele studiate, reprezintă o caracteristică specifică pentru sistemul $Rb_{1-x}Fe_{2-y}Se_{2-z}S_z$.

În Figura 2 este prezentată bucla de histereză pentru probele supraconductoare măsurată la 2 K cu câmpul magnetic aplicat de-a lungul axei *c*. Răspunsul diamagnetic pentru probele cu substituțiile până la $z = 1$ (cu excepția probei $z = 0.25$) este foarte asemănătoare cu cea pentru proba fără substituție ($z = 0$). Oricum, în comparație cu proba cu $z = 0$, efectul ,,fish-tail,, nu este observat în bucla de histereză pentru probele cu substituții chiar şi pentru $z = 0.1$. Aceasta indică a schimbare semnificativă a dinamicii fluxului care are loc cu substituția şi care este legat de distribuția spațială a fazei supraconductoare. Studiile Mössbauer [13] a probelor cu substituție au detectat separarea de fază cu prezența fazei principale AFM (de 88% până la 92%) și fazei secundare paramagnetice asemănătoare cu

$Rb_{1-x}Fe_{1.6}Se_2$. În ceea ce priveşte proba cu $z = 1.1$, răspunsul diamagnetic scăzut poate fi o consecinţă a apropierii domeniului critic de suprimare a stării supraconductoare în acest sistem.

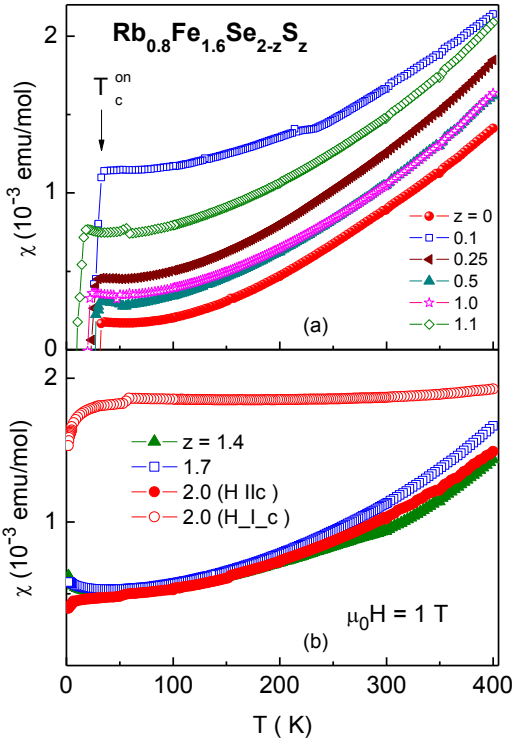


Figura 1. *Dependenţa susceptibilităţii magnetice $\chi_{||}$ şi $\chi_{\perp}$, pentru probele supraconductoare (a) şi nesupraconductoare (b) din sistemul $Rb_{1-x}Fe_{2-y}Se_{2-z}S_z$*

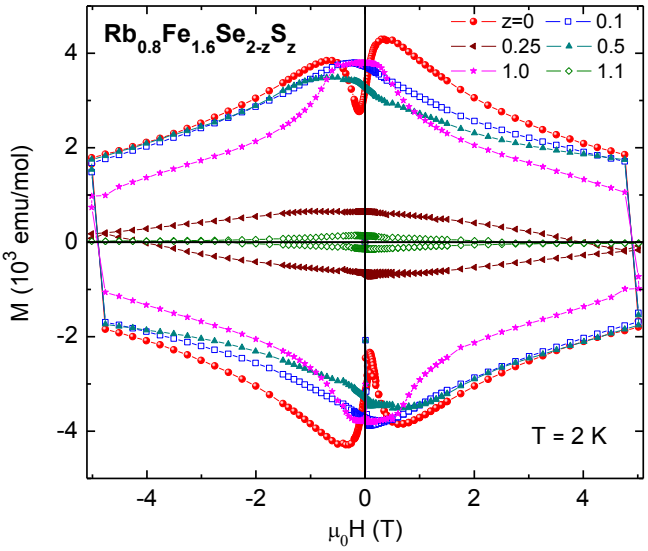


Figura 2. *Bucla de histereză măsurată la 2K cu câmp magnetic aplicat de-a lungul axei c pentru diferite probe supraconductoare* $Rb_{1-x}Fe_{2-y}Se_{2-z}S_z$

CONCLUZII. În urma cercetărilor efectuate a fost elaborată tehnologia de creștere a monocristalelor din sistemul $A_{1-x}Fe_{2-y}Se_{2-z}S_z$. Au fost crescute monocristale perfecte de puritate înaltă a elementelor constituiente cu substituția variabilă. A fost efectuată analiza structurală prin metoda difracției cu raze X și au fost determinate compozițiile chimice și constatată lipsa impurităților în aceste monocristale S-a determinat starea magnetică de bază a compușilor. Din analiza susceptibilității magnetice, s-a constatat că pentru întreg domeniul de substituție cercetat se manifestă un comportament tipic pentru antiferomagnetismulanizotropic. Aceasta reprezintă o caracteristică specifică pentru sistemul $Rb_{1-x}Fe_{2-y}Se_{2-z}S_z$.

MULȚUMIRI. Mulțumiri pentru suport : proiectului pentru tineri cercetători CSSDT 18.80012.02.10F și proiectului instituțional CSSDT 15.817.02.06F

Referințe bibliografice:

1. Y. Kamihara, T. Watanabe, M. Hirano, et.al., *J. Am. Chem. Soc*. **130**, 3296 (2008).
2. M. Rotter, M. Tegel, D. Johrendt. *Phys. Rev. Lett*. **101**, 107006 (2008).
3. J.H. Tapp, Z. Tang, B. Lv, et.al., *Phys. Rev. B*, **78**, 060505 (2008).
4. S. Medvedev, T.M. McQueen, I.A. Troyan, et.al, *Nature Materials* **8**, 630 (2009).
5. K. W. Yeh, T.-W. Huang, Y. Huang, et.al., *Europhys. Lett.* **84**, 37002 (2008).
6. A. Krzton-Maziopa, Z. Shermadini, E. Pomjakushina, et.al., *J. Phys. Condensed Matter* **23**, 052203 (2011).
7. J. J. Ying, X. F. Wang, X. G. Luo, et.al.,, *Phys. Rev. B* **83**, 212502 (2011).
8. C.H. Li, B. Shen, F. Han, et.al., *Phys. Rev. B* **83**, 184521 (2011).
9. X. G. Luo, X. F. Wang, J. J. Ying, et.al., *arXiv: 1101.5670* (nepublicat).
10. Y. Mizuguchi, H. Takeya, Y. Kawasaki, et.al., *Appl. Phys. Lett*. **98**, 042511 (2011).
11. Lei H, Abeykoon M, Bojin E S, et.al.,, *Phys. Rev. Lett.*, **107**, 137002, (2011).
12. V. Tsurkan, J. Deisenhofer, A. Günther, *Phys. Rev. B* **84**, 144520 (2011)
13. V. Ksenofontov, G. Wortmann, V.Tsurkan, et.al., *Phys.Rev. B* **84**, 180508(R) (2011).

INTRA- AND INTERCENTER INTERACTIONS IN CRYSTALS OF VALENCE TAUTOMERIC [CrCo] HETEROMETALIC DINUCLEAR COMPLEXES

KUZNETSOV ALEKSANDR
State Univeristy "Dimitrie Cantemir", Republic Of Moldova

1. Introduction. The polarization switching mechanism is used in various devices such as pyroelectric sensors and memory devices. The change in polarization mostly occurs by ion displacement. The development of materials whose polarization switches via electron transfer in order to enhance operation speed is a challenge. In recent paper [1] it was devised a strategy for the selective synthesis of a heterometallic dinuclear [(Cr(*SS*-cth))(Co(*RR*-cth))(μ-dhbq)]$(PF_6)_2Cl$ complex (here cth=5,5,7,12,12,14-hexamethyl-1,4,8,11-tetraazacyclotetradecane, dhbq=deprotonated 2,5-dihydroxy-1,4-benzoquinone, *SS* and *RR* denote the enantiomer chiral ligands [2], *R* and *S* assign the configuration of stereogenic centers, *R* for rectus=right and *S* for sinister=left) with a polar crystal structure that possesses a molecular alignment facilitating polarization switching. The molecular structure of the chiral terminal ligand (cth) and of the heterometallic dinuclear complex $[CrCo]^{3+}$ obtained by single-crystal structural analysis at 220K [1] are given in Fig. 1.

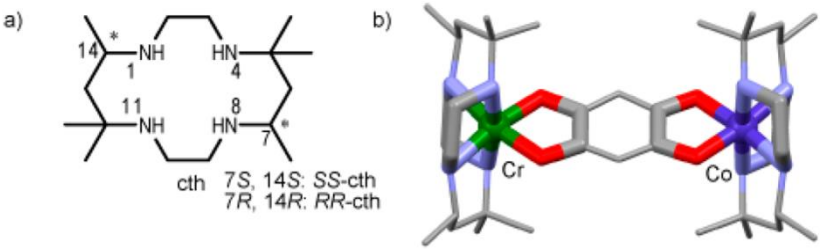


Figure 1. a) *Molecular structures of the chiral terminal ligand (cth);*
b) Molecular structure of the heterometallic dinuclear complex $[CrCo]^{3+}$
obtained by single-crystal structural analysis at 220K [1].

Single-crystal analysis revealed that both $[CrCo](PF_6)_2Cl$ and $[CrCo](PF_6)_3$ are polar in structure. In both complexes the bond lengths around the Cr ions and the Co ions suggest that the valence states of the metals are Cr^{3+} and Co^{3+} at 200K,

while at 400K these valence states are Cr^{3+} and Co^{2+} reflecting thus the occurrence of the ligand-metal electron transfer characteristic of valence tautomeric systems.

In [1] it has been also demonstrated that polarization in the mentioned compound can be modulated both by visible-light irradiation and temperature change. However, paper [1] contains only experimental data and no theoretical treatment of the main mechanisms driving the change in spectroscopic, magnetic and polarization properties under action of external stimuli. We are going to develop for the first time a model of magnetic and spectroscopic behavior of [CrCo] complexes demonstrating valence tautomeric transformation accompanied by polarization changes. In this work we employ the previous experience acquired in the theoretical study of valence tautomeric compounds [3] and analyze the main interactions leading to the phenomena observed in [1].

2. **States of a molecule with localized electrons.** Each molecule is supposed to consist of a Cr^{3+}-ion (a), Co-ion (b), and a ligand (L) ($dhsq^{\bullet 3-}$ or $dhbq^{2-}$). Three unpaired electrons of the Cr^{3+}-ion occupy the low-lying *d*-orbitals φ_{a_3}, φ_{a_4}, φ_{a_5} (Fig. 2a). Five *d*-orbitals of the Co-ion are taken to form two groups. The energy gap between the group of low-lying orbitals φ_{b_3}, φ_{b_4}, φ_{b_5} and the higher in energy orbitals φ_{b_1}, φ_{b_2} will be considered well above than the separation of states in each group. Six electrons of the *ls*-Co^{3+}-ion are paired up in the orbitals φ_{b_3}, φ_{b_4}, φ_{b_5} (Fig. 2b). The unpaired electron of the *ls*-Co^{2+}-ion may occupy either of the two orbitals φ_{b_1} or φ_{b_2} (Fig. 2c). The lowest in energy occupation schemes for the *hs*-Co^{2+}-ion look as follows: two of the low-lying orbitals are doubly occupied and the other three orbitals are singly occupied (Fig. 2d). For the ligand the only molecular orbital φ_L is taken into account. The orbital φ_L contains one electron for the $dhsq^{\bullet 3-}$-ligand (Fig. 2e) and no electrons for the $dhbq^{2-}$-ligand (Fig. 2f).

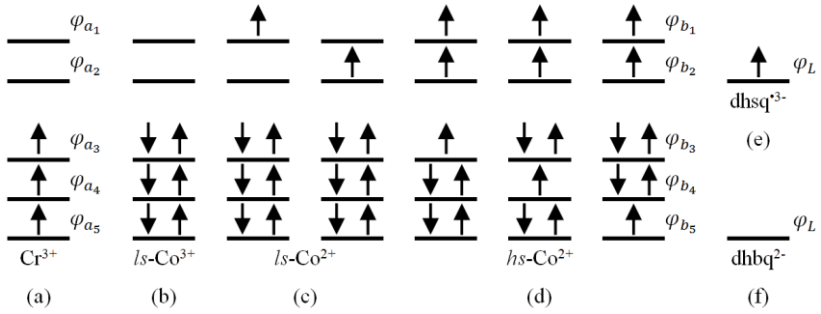


Figure 2. *Schemes of orbitals for the Cr-ion, Co-ion and ligands.*
(a) Cr^{3+}-ion. (b) ls-Co^{3+}-ion. (c) ls-Co^{2+}-ion. (d) hs-Co^{2+}-ion. (e) $dhsq^{\bullet 3-}$. (f) $dhbq^{2-}$.

As a basis set we take the states of a molecule with localized electrons arising from its three configurations:

I Cr^{3+}-dhsq$^{\bullet 3-}$-*ls*-Co^{3+}, **II** Cr^{3+}-dhbq^{2-}-*ls*-Co^{2+}, **III** Cr^{3+}-dhbq^{2-}-*hs*-Co^{2+}. **(1)**

In the states of configurations I and II the full spin of the molecule acquires the values 1 or 2. In the state of configuration III the full spin values are 0, 1, 2, 3. While constructing the wave functions of the localized molecular states, the following spin-coupling scheme is applied:

$$\vec{S}_a + \vec{S}_L = \vec{S}_{aL}, \quad \vec{S}_{aL} + \vec{S}_b = \vec{S}, \tag{2}$$

where $\vec{S}_a$ is the spin of the Cr^{3+}-ion, $\vec{S}_L$ is the spin of the ligand ($S_L = 1/2$ for dhsq$^{\bullet 3-}$-ligand, $S_L = 0$ for dhbq^{2-}-ligand), $\vec{S}_b$ is the Co-ion and $\vec{S}$ is the total spin of the [CrCo] complex. $\vec{S}_{aL}$ is the intermediate spin. For the wave functions of the localized molecular states we accept the following notation:

$$| j\ (\alpha)\ S\ M \rangle. \tag{3}$$

Here $j = 1,2,3$, and refers to the configuration from which the state originates, S is the value and M is the projection of the full spin $\vec{S}$. The index α takes on the value 0 for the states arising from configuration I ($j = 1$), but for the states of configuration II ($j = 2$) $\alpha = 1,2$ and corresponds to the label of the *d*-orbital with the unpaired electron in the *ls*-Co^{2+}-ion (Fig. 2c). Finally, for $j = 3$, α acquires the values 3,4,5 that point out to the singly occupied *d*-orbital of the lower group of orbitals in the *hs*-Co^{2+}-ion (Fig. 2d). In the accepted spin-coupling scheme the molecular wavefunctions can be presented as follows:

$$\begin{aligned} | 1\ (0)\ S\ M \rangle = & \sum_{all\ m} C^{1m_{a_{54}}}_{\frac{1}{2}m_{a_5}\frac{1}{2}m_{a_4}} C^{\frac{3}{2}m_a}_{1m_{a_{54}}\frac{1}{2}m_{a_3}} C^{SM}_{\frac{3}{2}m_a\frac{1}{2}m_L} \times \\ \times & \Big| \varphi_{a_5}(m_{a_5})\, \varphi_{a_4}(m_{a_4})\, \varphi_{a_3}(m_{a_3})\, \varphi_L(m_L)\, \varphi_{b_5}\left(\frac{1}{2}\right) \times \\ \times & \varphi_{b_5}\left(-\frac{1}{2}\right)\, \varphi_{b_4}\left(\frac{1}{2}\right)\, \varphi_{b_4}\left(-\frac{1}{2}\right)\, \varphi_{b_3}\left(\frac{1}{2}\right)\, \varphi_{b_3}\left(-\frac{1}{2}\right) \Big|, \end{aligned} \tag{4}$$

$$|\,2\,(1)\,S\,M\,\rangle = \sum_{all\ m} C^{1m_{a_{54}}}_{\frac{1}{2}m_{a_5}\frac{1}{2}m_{a_4}} C^{\frac{3}{2}m_a}_{1m_{a_{54}}\frac{1}{2}m_{a_3}} C^{SM}_{\frac{3}{2}m_a\frac{1}{2}m_{b_1}} \times$$
$$\times \Big| \varphi_{a_5}(m_{a_5})\,\varphi_{a_4}(m_{a_4})\,\varphi_{a_3}(m_{a_3})\,\varphi_{b_5}\left(\frac{1}{2}\right)\,\varphi_{b_5}\left(-\frac{1}{2}\right) \times \tag{5}$$
$$\times\, \varphi_{b_4}\left(\frac{1}{2}\right)\,\varphi_{b_4}\left(-\frac{1}{2}\right)\,\varphi_{b_3}\left(\frac{1}{2}\right)\,\varphi_{b_3}\left(-\frac{1}{2}\right)\,\varphi_{b_1}(m_{b_1})\Big|,$$

$$|\,3\,(3)\,S\,M\,\rangle =$$
$$= \sum_{all\ m} C^{1m_{a_{54}}}_{\frac{1}{2}m_{a_5}\frac{1}{2}m_{a_4}} C^{\frac{3}{2}m_a}_{1m_{a_{54}}\frac{1}{2}m_{a_3}} C^{1m_{b_{32}}}_{\frac{1}{2}m_{b_3}\frac{1}{2}m_{b_2}} C^{\frac{3}{2}m_b}_{1m_{b_{32}}\frac{1}{2}m_{b_1}} C^{SM}_{\frac{3}{2}m_a\frac{3}{2}m_b} \times$$
$$\times \Big| \varphi_{a_5}(m_{a_5})\,\varphi_{a_4}(m_{a_4})\,\varphi_{a_3}(m_{a_3})\,\varphi_{b_5}\left(\frac{1}{2}\right)\,\varphi_{b_5}\left(-\frac{1}{2}\right) \times \tag{6}$$
$$\times\, \varphi_{b_4}\left(\frac{1}{2}\right)\,\varphi_{b_4}\left(-\frac{1}{2}\right)\,\varphi_{b_3}(m_{b_3})\,\varphi_{b_2}(m_{b_2})\,\varphi_{b_1}(m_{b_1})\Big|,$$

where $|...|$ stands for the Slater determinant, φ_{a_i}, φ_{b_j}, φ_L are the orbitals of Cr-ion Co-ion and the ligand, $C^{d\delta}_{b\beta g\gamma}$ are the Clebsch-Gordan coefficients. The $|\,2\,(2)\,S\,M\,\rangle$ wavefunction $(\alpha = 2)$ can be obtained from $|\,2\,(1)\,S\,M\,\rangle$ wavefunction by substitution $b_1 \leftrightarrow b_2$. The $|\,3\,(4)\,S\,M\,\rangle$ and $|\,3\,(5)\,S\,M\,\rangle$ wavefunctions can be obtained from $|\,3\,(3)\,S\,M\,\rangle$ wavefunction by substitution $b_3 \leftrightarrow b_4$ and $b_3 \leftrightarrow b_5$ respectively.

3. Hamiltonian of intra- and intercenter interactions. The Hamiltonian of the crystal can be presented as follows:

$$H = \sum_n H_e^n + \sum_n H_L^n + \sum_n H_{eV}^n + H_{st} + V_{dd}, \tag{7}$$

where H_e^n is the electronic Hamiltonian determining the eigenfunctions and the eigenvalues of a molecule in the fixed nuclear configuration, H_L^n is the Hamiltonian of molecular vibrations, H_{eV}^n is the Hamiltonian of vibronic interaction, H_{st} is the Hamiltonian of cooperative electron-deformational interaction and V_{dd} is the dipole-dipole interaction between the molecules.

Each electronic Hamiltonian H_e includes two parts:

$$H_e = h + g, \tag{8}$$

where h involves kinetic and potential energies of all electrons, g is the two-particle (interelectronic repulsion) contribution. In the basis (3) the diagonal part of the matrix of H_e can be written in the form:

$$H_e = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & \Delta_1 I_2 & 0 \\ 0 & 0 & \Delta_2 I_3 \end{pmatrix} - 2\vec{S}_a\vec{S}_L \times \begin{pmatrix} J_1 I_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \quad \textbf{(9)}$$

where "0" on the diagonal of the first matrix stands for the states $|\ 1\ (0)\ S\ M\ \rangle$, I_1, I_2 and I_3 are the unit matrices of dimensions 8, 16 and 48, respectively, Δ_1 and Δ_2 are the energies with allowance only for crystal-field splitting and intra- and intercenter Coulomb interactions, J_1 is the exchange parameter for the states $|\ 1\ (0)\ S\ M\ \rangle$. Due to the large distance between the *ls*-Co^{2+}-ion (*hs*-Co^{2+}-ion) and the Cr^{3+}-ion in the cluster the overlap of the wavefunctions of these pairs of ions is negligible, and, therefore, their exchange interaction is not taken into account. The only nondiagonal matrix element refers to electron transfer between the ligand and Co-ion. For this matrix element we find:

$$\langle\ 1\ (0)\ S\ M\ |\ H_e\ |\ 2\ (\alpha)\ S'\ M'\ \rangle = t_\alpha \delta_{S,S'} \delta_{M,M'}, \quad \textbf{(10)}$$

where t_α is the electron transfer parameter determined as:

$$t_\alpha = \langle \varphi_L | h | \varphi_{b_\alpha} \rangle + \sum_{i=3,4,5} \left(\langle \varphi_{a_i} \varphi_L | g | \varphi_{a_i} \varphi_{b_1} \rangle + 2 \langle \varphi_L \varphi_{b_i} | g | \varphi_{b_1} \varphi_{b_i} \rangle \right). \quad \textbf{(11)}$$

The Hamiltonian of molecular vibrations has the form:

$$H_L = \frac{\hbar\omega}{2} \left(Q^2 - \frac{\partial^2}{\partial Q^2} \right), \quad \textbf{(12)}$$

where ω is the vibrational frequency, Q is the coordinate of the full symmetric vibration of the nearest surrounding of the Co-ion.

The Hamiltonian of electron-vibrational interaction has the form:

$$H_{eV} = V(\vec{r})Q, \tag{13}$$

where the electronic part of the operator H_{eV} is determined as

$$V(\vec{r}) = \sum_{i,j} \frac{\partial}{\partial Q} W\left(\left|\vec{r}_i - \vec{R}_j\right|\right) = \sum_i v(\vec{r}_i)\,. \tag{14}$$

In the basis of localized states (3) the matrix of H_{eV} for the Co-ion has the diagonal form:

$$H_{eV} = Q \begin{pmatrix} 6\lambda I_1 & 0 & 0 \\ 0 & (6\lambda+\mu) I_2 & 0 \\ 0 & 0 & (5\lambda+2\mu) I_3 \end{pmatrix}, \tag{15}$$

where $\lambda = \left\langle \varphi_{b_i} \middle| v(\vec{r}_i) \middle| \varphi_{b_i} \right\rangle$ $(i = 3,4,5)$, $\mu = \left\langle \varphi_{b_i} \middle| v(\vec{r}_i) \middle| \varphi_{b_i} \right\rangle$ $(i = 1,2)$. The crystal is considered to be built up of N Cr-Co molecules. Each crystal cell contains one molecule. The transformation that occurs in the crystal is accompanied by the appearance of the full symmetric strain due to the transition *ls*-Co^{3+} → *hs*-Co^{2+}. Further on we introduce the intramolecular strain ε_1 and the intermolecular strain ε_2 and corresponding to these full-symmetric strains bulk moduli c_1 and c_2. The contribution of uniform strains ε_1 and ε_2 to the crystal Hamiltonian can be set out by the operator

$$\begin{aligned} H_{st} = \frac{N c_1 \Omega_0 \varepsilon_1^2}{2} + \frac{N c_2 (\Omega - \Omega_0)\varepsilon_2^2}{2} + p\Omega_0 \sqrt{3} N \varepsilon_1 + \\ + \sqrt{3} p (\Omega - \Omega_0) N \varepsilon_2 + \sum_{\vec{n}} V_{st} \varepsilon_1 \tau_{\vec{n}}\,, \end{aligned} \tag{16}$$

where p is the external hydrostatic pressure, Ω_0 and Ω are the molecular and unit cell volumes in the absence of pressure. The first four terms in (16) describe the elastic energy of the deformed crystal and the fifth one corresponds to the coupling of the *d*-electrons with the uniform deformation ε_1. The matrix of $\tau_{\vec{n}}$ in the basis (3) is diagonal:

$$\tau_{\vec{n}} = \begin{pmatrix} I_1 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{V_{st}^{(1)}}{V_{st}} I_2 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{V_{st}^{(2)}}{V_{st}} I_3 \end{pmatrix}, \qquad \textbf{(17)}$$

where V_{st}, $V_{st}^{(1)}$ and $V_{st}^{(2)}$ are electron-deformational coupling constants.

The intermolecular dipole-dipole interaction can be written in the form:

$$V_{dd} = -\frac{1}{2}\sum_{n,m} K(n-m) d_n d_m\,,\ d_n = \begin{pmatrix} -eR & 0 & 0 \\ 0 & 2eR & 0 \\ 0 & 0 & 3eR \end{pmatrix}, \qquad \textbf{(18)}$$

where n, m number interacting molecules, d_n is the operator of the *x*-component of the *n*-th molecule dipole moment, R is the half distance between the ligand and the cobalt ion.

Further, the Hamiltonian (7) will be applied to the calculation of the magnetic and spectroscopic characteristics of the crystal containing [CrCo] complexes as structural units.

References:

1. S. Kanegawa, Y.Shiota, S.Kang, K.Takahashi, H.Okajima, A.Sakamoto, T.Iwata, H.Kandori, K.Yoshizawa, O.Sato, *J.Am.Chem.Soc.*, **138**, 14170 (2016).

2. K. Isele, V.Broughton, C.Matthews, A.Williams, G.Bernardinelli, P.Franz, S.Decurtins, *J.Chem.Soc., Dalton trans.*, 3899 (2002).

3. (a) S. I. Klokishner *Chem.Phys.*, **269**, 411 (2001); (b) S.I.Klokishner, O.S.Reu, *Chem.Phys.*, **286**, 115 (2003); (c) S.I.Klokishner, O.S.Reu, *Polyhedron*, **22**, 2401 (2003).

CLUSTER TETRANUCEAR HETEROMETALIC PIVALAT CU NUCLEUL *[$MN^{III}_2GD^{III}_2$]*

DARII MARIANA
Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir”, Republica Moldova

În ultimul deceniu a existat un interes extraordinar în sinteza, investigarea și posibilele aplicări ale clusterelor 3d-4f heterometalice. Prin aplicarea strategiei blocurilor structurale de construcție, cercetările derulate pe parcursul acestei lucrări au permis crearea designului unor noi sisteme homo- și heteropolimetalice, conținând ionul metalic de Mn(II, III, IV) care să prezinte proprietăţi magnetice interesante [1]. Interesul deosebit față de carboxilați, în special față de carboxilații metalelor de tip 3d și 4f, este determinat de o serie de caracteristici cum ar fi: proprietatea de a forma clusteri homo- și heteronucleari cu o variație a numărului atomilor de metal în moleculă; manifestarea diferitor interacțiuni magnetice și a proprietăților de catalizatori în diferite procese chimice.

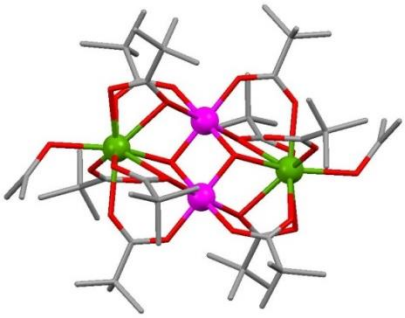
Un cluster nou tetranuclear heterometalic cu formula $[Mn_2Gd_2O_2(piv)_8(Hpiv)_2(EtOH)_2]$ (unde Hpiv = acid pivalic) a fost obținut la interacțiunea dintre $Mn(piv)_2$**,** $Gd(NO_3)_3{\cdot}6H_2O$ și trietanolamină într-un amestec de etanol și acetonitril. Complexul a fost caracterizat cu ajutorul spectroscopiei în IR şi studiului cu raze X.

Spectrul în IR al compusului $[Mn_2Gd_2O_2(piv)_8(Hpiv)_2(EtOH)_2]$ conţine benzi puternice și largi în regiunea 1580 - 1564 cm^{-1} și la 1406 cm^{-1}, provenite de la vibraţii de valenţă asimetrice şi simetrice ale grupărilor carboxilice coordinate ale liganzilor pivalici, respectiv. Benzile vibraţiilor de valenţă C–H simetrice şi asimetrice ce aparţin grupării *terț*-butil a acidului pivalic şi trietanolamină sânt observate în regiunea 2929 - 2862 cm^{-1}, împreună cu o bandă unică puternică la 1482 cm^{-1} şi un doublet în intervalul 1373 - 1357 cm^{-1}, care corespund respectiv vibraţiilor simetrice şi asimetrice deformaţionale ale grupului metilic ($-CH_3$) și metilen ($-CH_2-$). Benzile slab pronunţate observate la 3275 cm^{-1} sunt vibraţii ν(OH) corespunzătoare moleculelor EtOH.

Conform studiului cu raze X s-a determinat că acest cluster cristalizează în singonia monoclinică, grupul spațial *C*2/*c*, având parametrii celulei elementare a = 27,883(2), b = 13,369(4), c = 24,212(2) Å, β = 128,04(11)°, V = 7107,9(11) $Å^3$.

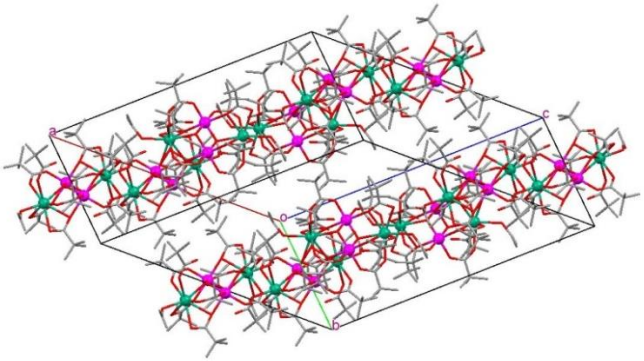
Rezultatul analizei cu raze X a arătat că complexul posedă unităţi tetranucleare $[Mn_2Gd_2O_2(piv)_8(Hpiv)_2(EtOH)_2]$ prezentate în figura 1. Structura nucleului Mn_2Gd_2 a compusului constă din doi ioni de mangan(III) si doi ioni de gadoliniu(III), conectaţi prin două punţi μ_3-oxo. Fiecare margine a rombului Mn_2Gd_2 din fragmentul de bază este adiţional conectată prin legături de tip punte, formate prin antrenarea a opt liganzi de pivalat. Fiecare din ionii de Mn^{III} are numărul de coordinare şase şi adoptă o configuraţie coordinativă octaedrică, iar

ionii Gd^{III} primesc numărul de coordinare nouă. Atomii centrali de mangan(III) sunt coordinaţi de doi atomi μ_3-oxo Mn–μ_3-O 1,897(5) Å, patru atomi de oxigen de la diferiţi liganzi de pivalat (Mn–O 1,960(5) – 2,196(4) Å). Atomii terminali de Gd^{III} sunt înconjuraţi de atomul de oxigen μ_3 (Gd–μ_3-O 2,571(6) Å), sapte atomi de oxigen de la diferiţi liganzi de pivalat (Gd–O 2,505(4) –2,571(4) Å) și atomul de oxigen aparținând moleculei de EtOH cu distanţa Gd–O de 2,395(4) Å (Tab. 1).

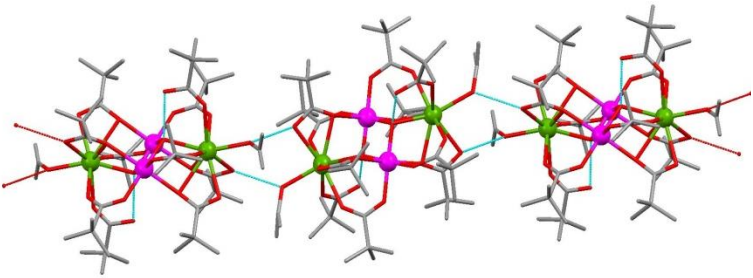


(a)

Figure 1. Structura moleculară a clusterului $[Mn_2Gd_2O_2(piv)_8(Hpiv)_2(EtOH)_2]$. Cod de culoare: Mn – violet, Gd- verde (bile), O – roşu, N – albastru, C – sur (bastoane). Atomii de hidrogen și moleculele de solvent sunt omise pentru claritate.



(b)



(c)

Figure 2. Fragment din structura cristalină, cu evidențierea lanțului polimeric via legături de hidrogen O–H¨O. Cod de culoare: Mn – violet, Gd- verde (bile), O – roșu, N – albastru, C – sur (bastoane). Atomii de hidrogen și moleculele de solvent sunt omise pentru claritate.

O analiză a modului de împachetare a componentelor a stabilit un sistem de legături de hidrogen intra- și intermoleculare, ultimele unind clusterii heterohexanucleari în lanțuri unidimensionale prin punți de hidrogen (fig. 2). Grupările carboxilice OH necoordinate formează legături de hidrogen intramoleculare O–H···O cu atomii de μ_3-oxo (O_{12}–H_{12}···O_3 = 2,791(6) Å) așa cum se arată în figura 2c. Adițional, moleculele de etanol coordonate formează legături intermoleculare O–H···O cu grupurile coordonate de pivalat (O_8–H_4···O_4 = 2,551(6) Å). *Tabel 1*. Distanțe interatomice (Å) din poliedrele de coordinare ale atomilor de metal .

Gd(1)-O(6)	2,364(4)	Gd(1)-O(5)	2,571(4)
Gd(1)-O(4)	2,365(3)	Mn(2)-O(4)	1,891(3)
Gd(1)-O(2)	2,382(4)	Mn(2)-O(4)	1,897(4)
Gd(1)-O(12)	2,395(4)	Mn(2)-O(11)	1,953(4)
Gd(1)-O(10)	2,451(4)	Mn(2)-O(9)	1,961(4)
Gd(1)-O(1)	2,483(4)	Mn(2)-O(5)	2,197(4)
Gd(1)-O(7)	2,505(4)	Mn(2)-O(1)	2,324(4)
Gd(1)-O(3)	2,507(4)		

Referine bibliografice:

1. George E. Kostakis, Ayuk M. Akoab and Annie K. Powell. *Chem. Soc. Rev.* 2010, 39, 2238–2271.

OBŢINEREA ŞI PROPRIETĂŢILE TERMOELECTRICE A FOLIILOR DIN ALIAJELE $BI_{L-X}SB_X$

GHERGIŞAN IGOR
Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir”, Republica Moldova

INTRODUCERE. Aliajele Bil-xSbx sunt cele mai bune materiale termoelectrice şi magneto-termoelectrice cu temperatură scăzută, în special pentru răcitoare şi electronice milivoltice [1]. Există un set limitat de materiale care au proprietăţile termoelectrice, mecanice şi alte caracteristici necesare pentru aplicaţii practice. În prezent, creşterea eficienţei termoelectrice Z este asociată cu noi fenomene, cum ar fi efectul dimensiunii cuantice, starea "izolatorului topologic". În prezent, interesul sporit pentru aliajele pe bază de $Bi_{l-x}Sb_x$ se datorează creşterii preconizate a eficienţei termoelectrice, datorită efectului dimensiunii cuantice în structurile cu dimensiuni reduse [2], care a stimulat un număr mare de lucrări teoretice şi experimentale [3-5] în această direcţie. În plus, aliajele Bi_{l-x} Sb_x din regiunea de concentrare a semiconductorilor, cu spectrul inversat [6], sunt izolatoare topologice (IT) [7-9].

Scopul acestei lucrări a fost studierea proprietăţilor termoelectrice ale foliilor de aliaje $Bi_{l-x}Sb_x$ în fazele semimetal ($x<0,4$) şi semiconductor ($0,7<x<20$), unde trebuie să se realizeze proprietăţile stărilor de suprafaţă. Ratele ridicate de cristalizare în fabricarea foliilor de aliaje $Bi_{l-x}Sb_x$ asigură o distribuţie uniformă a Sb în volumul de folii. A fost făcută analiza şi compararea rezultatelor experimentale privind eficienţa termoelectrică în foliile cu filamente, probe masive de o compoziţie similară.

Probele şi procedura experimentală. Foliile din aliaje ale sistemului Bismut-antimoniu $Bi_{l-x}Sb_x$ ($0<x<0,15$) s-au obţinut prin cristalizarea de mare viteză a picăturii de topitură a compoziţiei corespunzătoare pe suprafaţa lustruită interioară a unui cilindru de cupru rotativ (Fig. 1) [14].

Temperatura topiturii a fost controlată de un termocuplu situat în cuptorul din imediata vecinătate a topiturii şi a fost setat în intervalul 550-570 K. Pentru omogenizarea topiturii, timpul de menţinere în cuptor a fost de 60 de secunde.

Grosimea foliilor cercetate era 15-50 μm. Rata de răcire a fazei lichide, aşa cum a fost arătată teoretic, nu a fost mai mică de $5*10^5$ м/s.

Pentru un studiu cuprinzător al efectelor galvano-magnetice, oscilaţiile Shubnikov de Haas (SHD) în cînp magnetic longitudinal (H || I) şi perpendicular (H ⊥ I) pîna la 14 T în intervalul de temperaturi $1,3< T< 300$ K a foliilor de $Bi_{l-x}Sb_x$ a fost aplicată metoda de patru contacte.

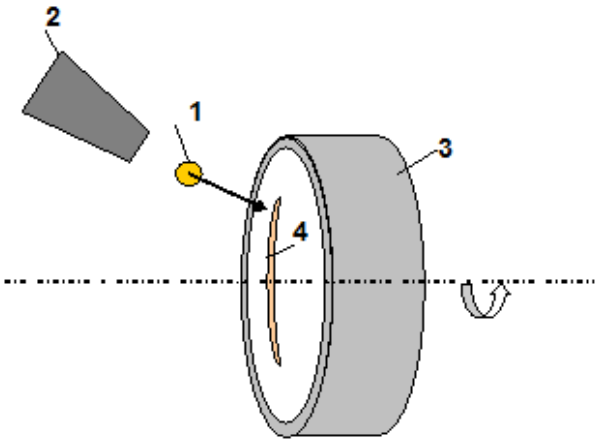


Figura 1. *Schemă de instalare pentru fabricarea foliilor de aliaje $Bi_{1-x}Sb_x$. 1-picătura de topitura, 2- fiolă cu topitură, 3- matrice rotativă, 4 – folie.*

Oscilațiile SHD au fost observate numai în folii Bi-3ат.%Sb pe derivatul magnetorezistenței ∂R/∂H(H), când câmpul magnetic este perpendicular pe planul foliei, adică paralel cu axa trigonală C_3.

Perioada SHD a oscilațiilor $\Delta(1/H)=0,58*10^{-5}$ Oe^{-1} corespunde valorii obținute pe probe masive Bi-3ат.%Sb în direcția în care câmpul magnetic este direcționat de-a lungul axei C_3 [15] confirmând orientarea predominantă a axei trigonale perpendiculare pe planul foliei

Fig. 2 prezintă dependențele de temperatură ale rezistenței R(T) foliilor $Bi_{1-x}Sb_x$ diferite compoziții (0< x< 16ат.%Sb). După cum se poate vedea din figură, există o tranziție clară a dependenței metalice R(T) pentru un Bi pur la un semiconductor cu x= 0,09 ÷0,16Sb.

Curbele 4, 5 conțin o diagramă liniară a dependențelor $lgR(10^3/T)$ (inserția din Fig. 2), din care a fost determinată energia de activare (lățimea benzii interzise) pentru compoziții Bi-9ат%Sb, Bi-16ат%Sb, care au fost 9,8 μeV și 17,3 μeV corespunzător, acest lucru este în concordanță cu datele obținute din mostrele masive $Bi_{1-x}Sb_x$ compoziția corespunzătoare.

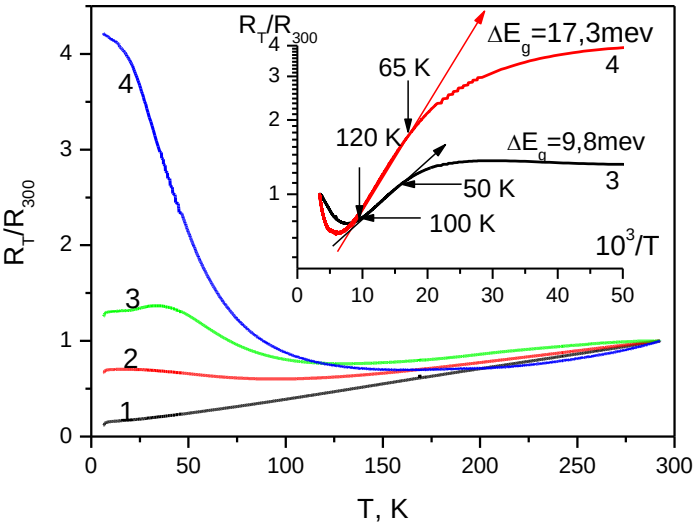


Figura 2. *Dependența de temperatură a rezistenței relative $R_T/R_{300}(T)$ aliajele de folie $Bi_{1-x}Sb_x$ diferite compoziții. Înserare: în funcție de $lgR(10^3/T)$. Atunci când temperatura este scăzută de la 300 la 3 K, rezistența unui corp masiv Bi-9am.%Sb a crescut cu mai mult de 2 ordine de mărime, în timp ce în folie (d = 27 μm) din aceeași compoziție, rezistența a crescut de 1,5 ori.*

Figura 3 prezintă dependențele de temperatură ale puterii termoelectrice α (T) a foliilor $Bi_{1-x}Sb_x$ în intervalul de temperatură 4,2-300 K. Ca și în eșantioanele vrac, valorile maxime ale α sunt obținute în aliaje 9-16ат.%Sb în intervalul de temperatură 50-100 K, cu toate acestea, valorile absolute maxime α, care alcătuiesc -190 μB/K, oarecum mai scăzută decât în probele globale și firele cu cristale unice de compoziție similară (fig. 8, curba 5).

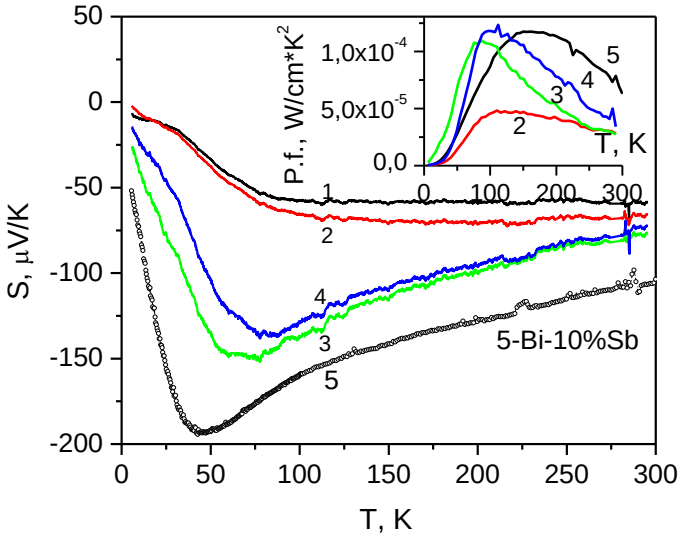


Figura 3. *Dependenţa de temperatură a termocuplării foliilor de aliaje $Bi_{1-x}Sb_x$. 1- Bi, d= 15 μм, 2- Bi-3am.%Sb, d= 12 μм, 3- Bi-9am.%Sb, d= 27 μм, 4- Bi-16am.%Sb, d= 23 μм, 5- fibre Bi-10am.%Sb, d= 1,8 μм. Pe inserţie: dependenţa de temperatură a factorului de forţă P.f.(T)*

Utilizarea datelor experimentale ρ(T) и α(T) (Fig. 2, 3) a fost calculat factorul de forţă P.f.= $|\alpha|^2\sigma$ pentru foliile din toate compoziţiile investigate (inseraea în Fig. 3). Valorile maxime ale P.f. se realizează în folii Bi-9ат.%Sb şi Bi-16ат.%Sb în intervalul de temperatură de 90-150 K şi obţine valori P.f.= $1*10^{-4}$ Вт/см*K^2 şi $1,2*10^{-4}$ Вт/см*K^2. În folii Bi-3ат.%Sb valoarea maximă este $5*10^{-5}$ Вт/см*K^2. Pentru comparaţie, Fig. 3 prezintă valorile obţinute în filamente Bi-10ат%Sb [16]. Valoarea P.f. în filamente monocristalice Bi-10ат.%Sb, d= 1,8 μм sunt apropiate de valorile obţinute pe folia de compoziţie 9÷16ат.%Sb, cu toate acestea, intervalul de valori maxime este mult mai larg şi trecerea la temperaturi ridicate (120-200 K). Dacă presupunem valorile conductivităţii termice χ în folii ca şi în eşantioane masive de compoziţie similară [17], adică Bi-16ат.%Sb (cu valoarea maximă a factorului de putere), $\chi=2,3*10^{-2}$ Вт/см*K (la T= 130-150 K), s-a obţinut ZT= 0,6, dar pentru fibre Bi-10ат.%Sb ZT= 0,85. Ambele valori depăşesc ZT pentru probele masive de compoziţie similară, care conform [17] este ZT = 0,4 la 80 K.

Analiza P.f. şi estimarea ZT în folii, filamente şi mostre masive $Bi_{1-x}Sb_x$ ne permite să concluzionăm că o creştere a eficienţei termoelectrice ZT= $\alpha^2\sigma/\chi$ în folii datorită reducerii conductivităţii termice χ, datorită împrăştierii fononilor la suprafaţă şi la graniţele granulelor, ceea ce duce la o creştere a ZT la T> 100 K.

Referințe bibliografice:

1. Jandl P. and Birkholz. Thermogalvanomagnetic properties of Sn- doped Bi95Sb5 and its application for solid state cooling. J. Appl. Phys. 76(11), 1994, 7351-7366.

2. Hicks L.D. and Dresselhaus M.S. Thermoelectric figure of merit of a one-dimensional conductor. Phys. Rev. B 47, 1993, 16631.

3. Lin Y.-M., Cronin S., Rabin O., Ying J. Y., and Dresselhaus M. Transport properties of Bi1−xSbx alloy nanowires synthesized by pressure injection. Appl. Phys. Lett. 79, 2001, 677-679.

4. Lin Y.-M., Rabin O., Cronin S., Ying J.Y., and Dresselhaus M. Semimetal-semiconductor transition in Bi1-xSbx alloy nanowires and their thermoelectric properties. Appl. Phys. Lett. 81, 2002, 2403-2405.

5. Rabin O., Lin Y.-M., and. Dresselhaus M. S. Anomalously high thermoelectric figure of merit in Bi1-xSbx nanowires by carrier pocket alignment. Appl. Phys. Lett. 79(1), 2001, 81-83.

6. Брандт Н.Б., Мюллер Р., Пономарев Я.Г. Исследование закона дисперсии носителей в висмуте, легированном примесями акцепторного типа. ЖЭТФ, 71, 6(12), 1976, 2268-2277

7. Fu L., Kane C. L. Superconducting Proximity Effect and Majorana Fermions at the Surface of a Topological Insulator. Phys. Rev. Lett. 100 (9), 2008, 96407.

8. Qi X. L., Li R., Zang J., Zhang S.C. Inducing a magnetic monopole with topological surface States. Science, 323(5918), 2009, 1184-1187.

9. Dong-Xia Qu, Sarah K. Roberts, and George F. Chapline. Observation of Huge Surface Hole Mobility in the Topological Insulator Bi0.91Sb0.09 (111). Phys. Rev. Lett. 111, 2013, 176801.

10. E. I. Rogacheva, A.A. Yakovleva, V.I. Pinegin, M.S. Dresselhaus. Concentration anomalies of properties in Bi–Sb semimetallic solid solutions. Journal of Physics and Chemistry of Solids, 69(2–3), 2008, 580–584.

11. Partin D., Heremans J., Morelli D., Thrush C., Olk C., Perry T. Growth and characterization of epitaxial bismuth films. Phys. Rev. B. 38 (6), 1988,3818.

12. Tang Shuang, and Dresselhaus Mildred. Constructing Anisotropic Single-Dirac-Cones in Bi1–xSbx Thin Films. Nano Lett., 12(4) 2012, 2021–2026.

13. Nikolaeva Albina A., Konopko Leonid A., Huber Tito E., Bodiul Pavel P., Popov Ivan A. Prospects of nanostructures Bi1−xSbx for thermoelectricity. Journal of Solid State Chemistry, 193, 2012, 71-75.

14. Demidchik A.V., Shepelevich V.G. Thermal Stability of Bi–Sb (8–12 at % Sb) Foils Prepared by Rapid Solidification. Inorganic Materials. 40(4), 2004, 391–394.

15. Cuff K. F., Ellett M. R., Horst R. B., and Williams L. R., "Shubmkov-de Haas Investigations of the Bil-xSbx (0<x<0.3) System", Proceedings of The

International Conference on the Physics of Semiconductors, Kyoto, Japan, 1966 - Journal of the Physical Society of Japan, Vol. 21, Supplement, 1966, 666-671.

16. Бодюл П.П., Молошник Е.Ф., Попов И.А., Ботнарь О.В., Истрате Е.К. Термоэлектрические свойства нитей Bi1-xSbx (0≤x≤0,12) в зависимости от диаметра, состава и температуры. Ж. Термоэлектричество № 1, 2010, с. 10.

17. Редько Н.А. Электронные и фононные явления переноса в полуметаллических и полупроводниковых сплавах висмут-сурьма. Диссер. докт. физ.-мат. наук. Санкт- Петербург, 1998.

QUANTUM FLUCTUATIONS IN LASER PUMPED MOLECULAR SYSTEMS WITH PERMANENT DIPOLE

MÎRZAC ALEXANDRA
Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir", Republica Moldova

INTRODUCTION. All light fields fluctuate: their amplitudes and phases are subject to a stochastic indeterminacy. For example, radiating atoms can collide with other atoms so that the phase of the emitted light is disrupted, optical components in a light source can vibrate in an uncontrolled fashion and lead to random changes in frequency and amplitude, and the rate of atomic excitation in any light sources can vary in a random way. These factors can in principle be eliminated by a careful design of the light source. Even if all these influences are removed, however, we are left with a more fundamental kind of optical noise. Optical fields obey the laws of quantum mechanics and have an inherent quantum indeterminacy which cannot be removed no matter how carefully the light source is controlled [1].

Applications in communication or precision measurements require only one of the quadratures of the field. It is thus possible to circumvent the quantum limitation expressed by the Heisenberg inequality by reducing the fluctuation in one of the quadratures below that of a coherent state, at the expense of increasing the noise in the other quadrature, preventing the Heisenberg inequality from being violated [2]. Such states are called squeezed state. Frequently this name is reserved for the states with a product of dispersions saturating the Heisenberg relation. One should note, however, that for the application mentioned above, this characteristic is not essential, the main requirement being the reduction of quantum fluctuations in the quadrature to be used for the transmission of a signal for a precision measurement [3]. A special class of squeezed states of the minimum uncertianity type may be obtained by applying to the vacuum state the unitary transformation [4]

In the analogy of the articial atom picture, a quantum dot is described as a two-level system when studying the fundamental excitonic transitions $|1S_h - 1S_e\rangle \longrightarrow |vac\rangle$ since it is the only optical transition that is spectrally well isolated from the quasi-continuum states. In this context, the empty quantum dot state $|vac\rangle$ coresponds to the two-level system ground state $|g\rangle$, whereas the configuration where an exciton populate the quantum dot (i.e the $|1S_h - 1S_e\rangle$ state) characterizes the two-level system excited state $|e\rangle$. The energy difference between these two states is then defined as $\hbar\omega_0 = \hbar\omega_e - \hbar\omega_g = E_X$, where $\hbar\omega_g$ and $\hbar\omega_e$ are the energies of the ground and excited states, respectively, and E_X the exciton energy. From the fundamental perspective, and important implication of the artificial atom model where the escition can be considered as a two-level system is the developement of quantum optics experiments in solid state physics. First, can

be cited the emission of photons with a sub-poissonian statistics. The emission of antibunched photons and the associated photon antibunching dip, which were first demonstrated by Michler et al. [5] is now at the implementation of integrated single photon sources that could be used for applications [6] such as quantum cryptography [7].

MODEL. We are studying a two-level system, with permanent dipole, which is interacting with two external coherent lasers. The first laser is close to resonance with transition frequency of two-level system, while the second laser is close to resonance with splitting frequency of levels into "double dressed" state (Fig.1) [8].

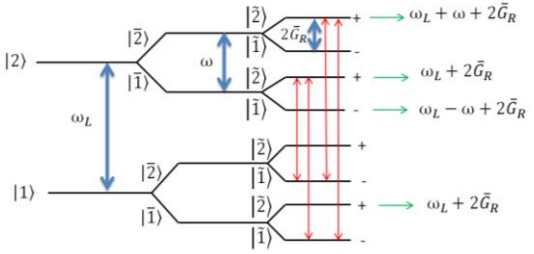


Figure 1. *Energy diagram of a two-level system, with permanent dipole.(a) A laser of moderate intensity with frequency ω_L is interacting with molecular system, generating dynamic Stark splitting of energy levels. (b) the second laser with frequency ω, near the value of Rabi frequency, due to the first laser, is leading to transitions between "double-dressed states" (c) "Double-dressed states" with $2\bar{G}_R$ correspond to Rabbi splitting frequency*

The Hamiltonian describing such a model, in the frame of rotating wave approximation at the first laser frequency, as well in the dipole approximation is [8]:

$$H = \sum_k \hbar(\omega_k - \omega_L)a_k^\dagger a_k + \hbar\Delta S_z + \hbar\Omega(S^+ - S^-) + \hbar G S_z \cos(\omega_2 t) + \\ + i\sum_k \left(\overrightarrow{g_k}\cdot\vec{d}\right)(a_k^\dagger S^- - a_k S^+), \qquad (1)$$

where, $\Omega = dE_1/(2\hbar)$ corresponds to Rabi frequency, $d \equiv d_{21} = d_{12}$ is dipolar moment transition, E_1 is the amplitude of the first laser, $\hbar G S_z \cos(\omega t)$ describes the interaction between the second laser with frequency ω_2 and amplitude E_2 with molecular system, due to the presence of permanent dipole included in the term $G = (d_{22} - d_{11})E_2/\hbar$. The last term describes the interaction between molecular subsystem and vacuum modes of electromagnetic field from

the bath. By $\vec{g} = \sqrt{2\pi\hbar\omega_k/V}\,\vec{e}_\lambda$, we note the molecule – vacuum coupling constant, where $\vec{e}_\lambda$ means the photon polarization vector and $\lambda \in \{1,2\}$, where V is the quantification volume. $\Delta = \omega_{21} - \omega_L$ is the laser field detuning from molecular transition ω_{21}. Molecular operators in the fundamental state are $S^+ = |2\rangle\langle 1|$ și $S^- = [S^+]^\dagger$ and they are satisfying the commutation relations, as follows, $[S^+, S^-] = 2S_z$ and $[S_z, S^\pm] = \pm S^\pm$, meanwhile $a_k^\dagger$ and a_k are bosonic creation and annihilation operators, $\left[a_k, a_k^\dagger\right] = \delta_{kk'}$ and $[a_k, a_{k'}] = \left[a_k^\dagger, a_{k'}^\dagger\right] = 0$.

RESULTS AND DISCUSSIONS. The steady – state spectrum of squeezing is then defined as [9]:

$$S_\varphi(\nu) = (\gamma/|\mu|^2) \int_0^\infty [exp(i\nu\tau) + exp(-i\nu\tau)] \times \lim_{t\to\infty} \Gamma_\varphi(t+\tau, t)\, d\tau, \qquad (2)$$

where $\Gamma_\varphi(t+\tau, t) = \langle : \Delta E_\varphi(t+\tau)\Delta E_\varphi(t) : \rangle$. Reduced quantum fluctuations are phase dependent, which is expressed by the weak oscillating terms of the field emitted to the detector:

$$E_\varphi(t) = \frac{E^{(+)}(t)exp(i\,\varphi) + E^{(-)}(t)exp(-i\,\varphi)}{2}, \qquad (3)$$

φ is the phase angle and $E^{(\pm)}$ are the negative and positive amplitudes of the field. We compute:

$$\Gamma_\varphi(t+\tau, t) = \frac{1}{4}\times$$
$$\langle : \left(E^{(+)}(t+\tau)e^{i\,\varphi} - E^{(-)}(t+\tau)e^{-i\,\varphi} - \langle E^{(+)}(t+\tau)\rangle e^{i\,\varphi} - \langle E^{(-)}(t+\tau)\rangle e^{-i\,\varphi}\right)$$
$$\times \left(E^{(+)}(t)e^{i\,\varphi} - E^{(-)}(t)e^{-i\,\varphi} - \langle E^{(+)}(t)\rangle e^{i\,\varphi} - \langle E^{(-)}(t)\rangle e^{-i\,\varphi}\right) : \rangle, \qquad (4)$$

After making some transformations, we get the explicit form of $\Gamma_\varphi(t+\tau, t)$:

$$\Gamma_\varphi(t+\tau, t) =$$
$$\frac{1}{4}\{e^{2i\varphi}\langle E^{(+)}(t+\tau)E^{(+)}(t)\rangle + e^{-2i\varphi}\langle E^{(-)}(t+\tau)E^{(-)}(t)\rangle +$$
$$+\langle E^{(-)}(t+\tau)E^{(+)}(t)\rangle + \langle E^{(-)}(t)E^{(+)}(t+\tau)\rangle\}. \qquad (5)$$

In the strong field approximation of the strong field and in the absence of the free field, the radiated field $E^{(+)}(t)$ can be substituted by $\mu S_-(t)$, where μ is a geometric factor. Since $E^+ \sim a \sim S^-$; $E \sim a^+ \sim S^+$, in this way, we obtain:

$$\Gamma_\varphi(t+\tau, t) = \frac{|\mu|^2}{4} \times$$
$$\{e^{2i\,\varphi}(\langle S^-(t+\tau)S^-(t)\rangle - \langle S^-(t+\tau)\rangle\langle S^-(t)\rangle) +$$

$$+e^{-2i\,\varphi}(\langle S^+(t)S^+(t+\tau)\rangle - \langle S^+(t)\rangle\langle S^+(t+\tau)\rangle) +$$
$$+(\langle S^+(t+\tau)S^-(t)\rangle - \langle S^+(t+\tau)\rangle\langle S^-(t)\rangle) +$$
$$+(\langle S^+(t)S^-(t+\tau)\rangle - \langle S^+(t)\rangle\langle S^-(t+\tau)\rangle)\}, \quad (6)$$

We substitute solutions of the Master equations for the stationary case in [10]. Analytical expression for the spectrum of squeezing then read as:

$$S_\varphi(\nu) = \frac{\gamma}{4} \times$$
$$\{(\langle \tilde{R}_z^2\rangle_s - \langle \tilde{R}_z\rangle_s^2)[\sin^2 2\,\theta\cos^2 2\bar{\theta}\,(1+\cos 2\,\varphi)\chi_1(\nu) +$$
$$+\frac{1}{2}\sin^2 2\bar{\theta}\left(\cos^4\theta + \sin^4\theta + \frac{1}{2}\sin^2 2\,\theta\cos 2\,\varphi\right)\chi_2(\nu) +$$
$$+\frac{1}{2}\sin^2 2\,\theta\sin^2 2\bar{\theta}\,(1+\cos 2\,\varphi)\chi_3(\nu) +$$
$$+\sin^4\bar{\theta}\left(\cos^4\theta + \sin^4\theta - \langle\tilde{R}_z\rangle_s\cos 2\,\theta - \frac{1}{2}\sin^2 2\,\theta\cos 2\,\varphi\right)\chi_4(\nu) +$$
$$+\cos^4\bar{\theta}\left(\cos^4\theta + \sin^4\theta + \langle\tilde{R}_z\rangle_s\cos 2\,\theta - \frac{1}{2}\sin^2 2\,\theta\cos 2\,\varphi\right)\chi_5(\nu) +$$
$$+\frac{1}{2}\sin^2 2\,\theta\sin^2 2\bar{\theta}\sin 2\,\varphi\,\langle\tilde{R}_z\rangle_s\chi_6(\nu) + \frac{1}{2}\sin^2 2\,\theta\sin^4\bar{\theta}\sin 2\,\varphi\,\langle\tilde{R}_z\rangle_s\chi_7(\nu) +$$
$$+\frac{1}{2}\sin^2 2\,\theta\cos^4\bar{\theta}\sin 2\,\varphi\,\langle\tilde{R}_z\rangle_s\chi_8(\nu), \quad (7)$$

where

$\chi_1(\nu) = \frac{2\bar{\Gamma}_\parallel}{\bar{\Gamma}_\parallel^2+\nu^2}$, $\chi_2(\nu) = \frac{\bar{\Gamma}_s}{\bar{\Gamma}_s^2+(\nu-\omega)^2} + \frac{\bar{\Gamma}_s}{\bar{\Gamma}_s^2+(\nu+\omega)^2}$, $\chi_3(\nu) = \frac{\bar{\Gamma}_s}{\bar{\Gamma}_s^2+(\nu-2\bar{G}_R)^2} + \frac{\bar{\Gamma}_s}{\bar{\Gamma}_s^2+(\nu+2\bar{G}_R)^2}$, $\chi_4(\nu) = \frac{\bar{\Gamma}_s}{\bar{\Gamma}_s^2+(\nu-\omega+2\bar{G}_R)^2} + \frac{\bar{\Gamma}_s}{\bar{\Gamma}_s^2+(\nu+\omega+2\bar{G}_R)^2}$, $\chi_5(\nu) = \frac{\bar{\Gamma}_s}{\bar{\Gamma}_s^2+(\nu+\omega+2\bar{G}_R)^2} + \frac{\bar{\Gamma}_s}{\bar{\Gamma}_s^2+(\nu-\omega-2\bar{G}_R)^2}$, $\chi_6(\nu) = \frac{(\nu-2\bar{G}_R)}{\bar{\Gamma}_s^2+(\nu-2\bar{G}_R)^2} - \frac{(\nu+2\bar{G}_R)}{\bar{\Gamma}_s^2+(\nu+2\bar{G}_R)^2}$, $\chi_7(\nu) = \frac{(\nu-\omega+2\bar{G}_R)}{\bar{\Gamma}_s^2+(\nu-\omega+2\bar{G}_R)^2} - \frac{(\nu+\omega-2\bar{G}_R)}{\bar{\Gamma}_s^2+(\nu+\omega-2\bar{G}_R)^2}$, $\chi_8(\nu) = \frac{(\nu+\omega+2\bar{G}_R)}{\bar{\Gamma}_s^2+(\nu+\omega+2\bar{G}_R)^2} - \frac{(\nu-\omega-2\bar{G}_R)}{\bar{\Gamma}_s^2+(\nu-\omega-2\bar{G}_R)^2}$, $\bar{\Gamma}_s = 4\bar{\Gamma}_0 + \bar{\Gamma}_+ + \bar{\Gamma}_-$, $\Gamma_\parallel = 2(\bar{\Gamma}_- + \bar{\Gamma}_+)$, $\langle\tilde{R}_z\rangle_s = \frac{\bar{\Gamma}_- - \bar{\Gamma}_+}{\bar{\Gamma}_- + \bar{\Gamma}_+}$.

Integrating (7), we compute the formula expressing total quantum fluctuations, as follows: Computing:

$$\langle{:}\left(\Delta E_\varphi\right)^2{:}\rangle = \pi\frac{d^2}{2\pi\gamma} \times$$
$$\{(\langle\tilde{R}_z^2\rangle_s - \langle\tilde{R}_z\rangle_s^2)[4\sin^2 2\,\theta\cos^2 2\bar{\theta}\cos^2\varphi +$$
$$+\sin^2 2\bar{\theta}\left(\cos^4\theta + \sin^4\theta + \frac{1}{2}\sin^2 2\,\theta\cos 2\,\varphi\right) +$$
$$+\sin^2 2\,\theta\sin^2 2\bar{\theta}\,(1+\cos 2\,\varphi) +$$
$$+2\sin^4\bar{\theta}\left(\cos^4\theta + \sin^4\theta - \langle\tilde{R}_z\rangle_s\cos 2\,\theta - \frac{1}{2}\sin^2 2\,\theta\cos 2\,\varphi\right) +$$

$$+2\cos^4\bar{\theta}\left(\cos^4\theta+\sin^4\theta+\langle\tilde{R}_z\rangle_s\cos 2\,\theta-\frac{1}{2}\sin^2 2\,\theta\cos 2\,\varphi\right)+$$
$$+\sin^2 2\theta\sin^2 2\bar{\theta}\sin 2\,\varphi\,\langle\tilde{R}_z\rangle_s+\sin^2 2\theta\sin^4\bar{\theta}\sin 2\,\varphi\,\langle\tilde{R}_z\rangle_s+$$
$$+\sin^2 2\theta\cos^4\bar{\theta}\sin 2\,\varphi\,\langle\tilde{R}_z\rangle_s. \qquad (8)$$

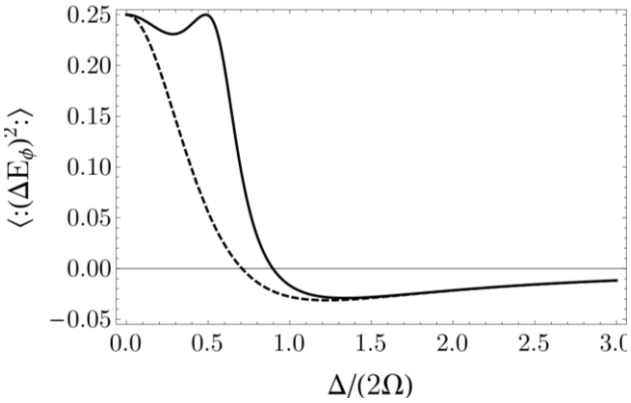


Figure 2. *The variance* $\langle:\left(\Delta E_\phi\right)^2:\rangle$ *in units of* $|d|^2$ *as a function of* $\Delta/2\Omega$ *for* $g=0$ *(dashed line)* $g=16$ *(solid line). Other parameters are* $\varphi=-\frac{\pi}{4}$, $\omega=100$, $q=0.7$, $\Omega=45$, $\gamma=1$.

Conclusion. We have discussed the variance $\langle:\left(\Delta E_\phi\right)^2:\rangle$ in resonance fluorescence processes of laser pumped two-level systems possessing permanent dipoles. We have found distinct quantum fluctuations features which are due to permanent dipoles. In **Fig.2** we plot the variance $\langle:\left(\Delta E_\phi\right)^2:\rangle$ for certain parameters of interest.

References:

1. R.Loudon, P.L.Knight, Squeezed light, Journal of Modern Optics, 1987, vol.34, N. 6/7, 709 – 759.

2. D. Stoler, Equivalence Classes of Minimum Uncertainty Packets, Phys. Rev. D 1, 3217 – Published 15 June 1970

3. L. Davidovich, Sub – Poissonian processes in quantum optics, Reviews of Modern Physics, Vol. 68, No.1, pp. 127 - 173.

4. C. M. Caves, Quantum-Mechanical Radiation-Pressure Fluctuations in an Interferometer, Phys. Rev. Lett. 45, 75 – Published 14 July 1980]

5. P. Michler, A. Kiraz, C. Becher, W. V. Schoenfeld, P. M. Petroff, Lidong Zhang, E. Hu, and A. Imamoğlu, A quantum dot single-photon turnstile device. Science, 290(5500):2282–2285, 2000.

6. N. Gisin, G. Ribordy, W. Tittel, and H. Zbinden. Quantum cryptography. Review of Modern Physics, 74:145–195, 2002.

7. R. Laflamme, and G. J. Milburn. A scheme for efficient quantum computation with linear optics. Nature, 409:46–52, 2001.

8. M. Macovei, M. Mishra, C. H. Keitel, "Population inversion in two-levle systems possessing permanent dipoles", Physical Review A, 92, pp. 013846-1 – 013846-5, 2015.

9. Q. V. Lawande, S. V. Lawande, "Squeezing in cooperative resonance fluorescence", Physical Review A 38, pp. 800 – 807, 1988.

10. A. Mirzac, Resonance Fluorescence Pumped in Pumped Molecular Systems with Permanent Dipoles, Tendințe Contemporane ale Dezvoltării Științei: viziuni ale tinerilor cercetători, pp. 79 – 84.

MORPHOLOGY, OPTICAL AND ELECTRICAL PROPERTIES OF $Mg_XZn_{1-X}O$:In THIN FILMS OBTAINED BY AEROSOL DEPOSITION METHOD

VADIM MORARI,
State Univeristy "Dimitrie Cantemir", Republic of Moldova

Transparent conducting oxides (TCO) are characterized by a unique combination of low electrical resistivity and high optical transparency. Zinc Oxide (ZnO) is one of a select group of materials currently being considered to compete with indium oxide (In_2O_3) and tin oxide (SnO_2). Three major substitutional elements have emerged as candidates for bandgap tailoring: Mg [1-3] , V[4] and Cd[5] . Mg and V are known to broaden the bandgap, whereas Cd is known to narrow it. Out of these dopants Mg has following advantages: first, the ionic radius of Mg^{2+} is comparable to that of Zn^{2+}: 0.57 Å and 0.60 Å, respectively. Second, as shown in Fig. 1, it is possible to widen band gap of the alloy in the same way that band gap widening has been shown in III-V compounds.

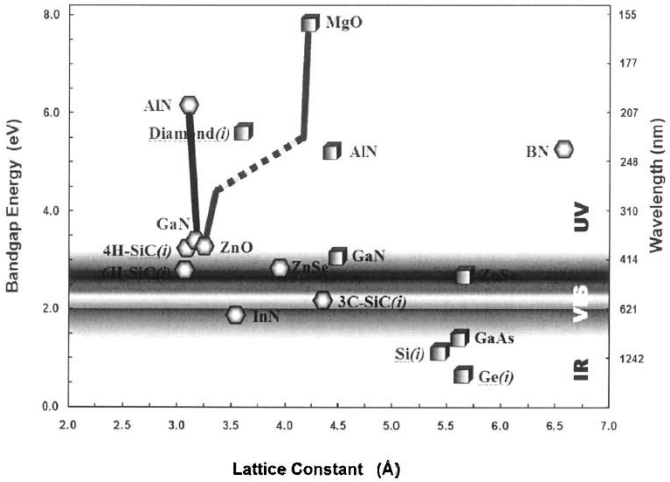


Figure 1. *Band gap and crystallography of various electronic materials.*

By doping suitable Mg into ZnO, it may be possible to obtain a ternary $Zn_{1-x}Mg_xO$ alloy with a wider bandgap, where the band gap of ZnMgO alloy can be tuned from 3.3 up to 7.8 eV by tuning the Mg content from 0 - 100 %. The corresponding cutoff wavelength range is 380-160 nm. This variation of band gap as a function of alloy composition is the largest one than that found in well-

established semiconductor systems such as GaAs, AlGaN, and Si [6]. However, structural transition from hexagonal wurtzite type to cubic structure could pose limitations near mixed phase region, since the large crystal structure dissimilarity between the wurtzite-hexagonal ZnO and rock-salt-cubic MgO can cause unstable phase mixing.

Recently, many techniques have been employed to produce high quality hexagonal $Zn_{1-x}Mg_xO$ thin films, including molecular beam epitaxy [7], metal organic chemical vapor deposition [8], laser ablation, radio frequency magnetron sputtering, sol-gel and spray pyrolysis [9] methods. The spray pyrolysis method is effective for thin film $Zn_{1-x}Mg_xO$ growth, because damage to the surface due to plasma is avoided, high vacuum is not required, and equipment costs are low.

Experimental details. $Mg_xZn_{1-x}O$ thin films were deposited by the spray pyrolysis method at 500 - 550 °C on Si (100) substrates. Various ratios of $Mg(CH_3COO)_2 \cdot 4H_2O$ and $Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$ dissolved in a mixture of dimethylformamide. In this work, we used the magnesium concentration of 20 mol% in ZnO. The thickness of the samples is approximately 100 nm. Doping with In was performed by adding $InCl_3$ to the solution. Indium concentration varied between 1 and 5 mol% in ZnO. Samples were examined by XRD, EDX and SEM for structural characterization.

SEM Morphology and EDX analysis

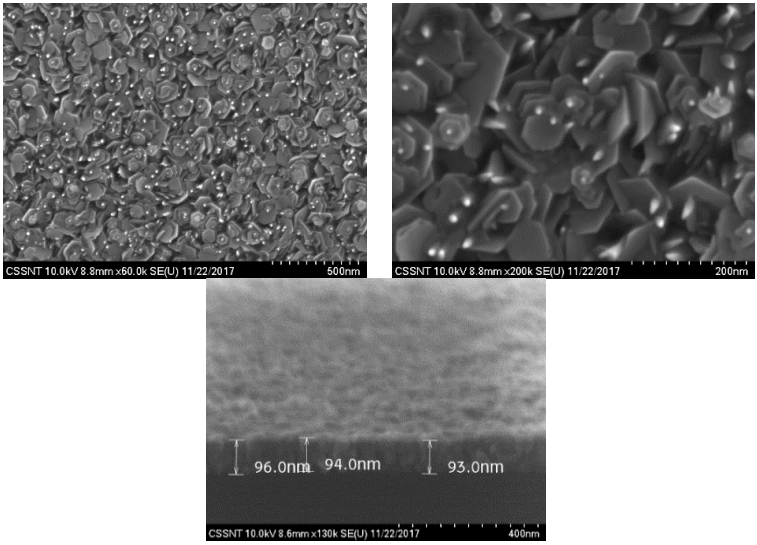


Figure 2. *SEM image of $Zn_{1-x}Mg_xO$:In thin films obtained by aerosol deposition methods.*

Figure 2 presents the SEM results of $Zn_{0.8}Mg_{0.2}O$ thin films, from which it can be seen that the grain size of all the films is about 100 nm. However, it is obvious that the undoped ZnO thin films is rough even after annealing, and the annealed Mg doped films have smoother surface and smaller grain size with increasing Mg doping concentration, indicating that Mg doping is favorable to obtain ZnO films with better crystal quality. SEM morphology analysis demonstrates the uniformity of thin films. The thickness of the layers obtained is 80 – 100 nm.

The concentration of Mg, Zn and O in $Zn_{0.8}Mg_{0.2}O$:In (x) thin films measured by EDX (Fig. 3) is given in Table 1.

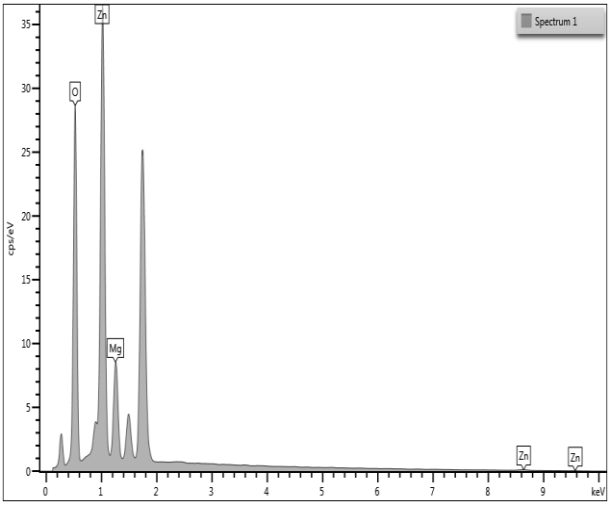


Figure 3. *EDX analysis of $Zn_{0.8}Mg_{0.2}O$:In thin films by spray pyrolysis.*

Table 1

Quantitative analysis

Statistics	O	Mg	Zn
Max	57.36	15.28	27.65
Min	57.17	15.00	27.36
Average	57.30	15.19	27.51
Standard Deviation	0.09	0.13	0.13

The analysis of optical absorption spectra and XRD diffraction

The analysis of optical absorption spectra in the coordinates of $(\hbar\omega\alpha)^2 = f(\hbar\omega)$ revealed a direct bandgap value of around 3.76 eV for aerosol deposited films for a 20 at% concentration of magnesium acetate in the processing solution, which corresponds to around 20 (mol%) of Mg in the ZnMgO solid solution (Fig. 4). It is found that the optical bandgap of $Zn_{0.8}Mg_{0.2}O$ films increases with increasing the Mg content.

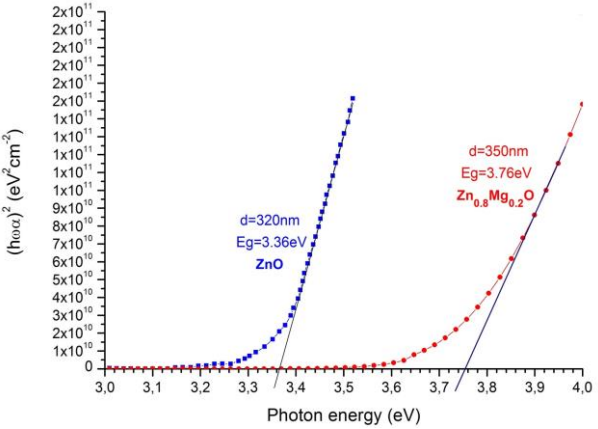


Figure 4. *Band gap of ZnO and* $Zn_{0.8}Mg_{0.2}O$:In *thin films obtained by aerosol deposition methods.*

Figure 5 shows the variation of the c lattice parameter as a function of the Mg molar fraction as obtained from the (002) reflection in the XRD data. The diffraction angle of the (002) plane is larger in the $Zn_{0.8}Mg_{0.2}O$ films as compared with ZnO thin films. This indicates that the Zn^{2+} ions are successfully substituted by Mg^{2+} ions in the ZnO lattice.

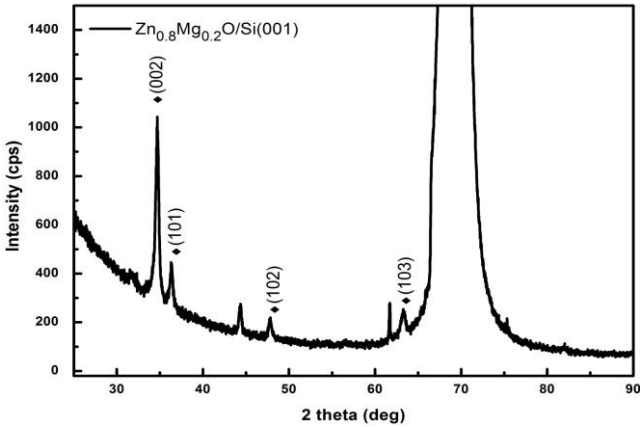


Figure 5. *XRD diffraction of $Zn_{0.8}Mg_{0.2}O$:In thin films by spray pyrolysis.*

Conclusion. Therefore, the results of this study suggest that the aerosol deposition is a more preferable method for the preparation of $Zn_{1-x}Mg_xO$ thin films for optoelectronic applications. $Zn_{0.8}Mg_{0.2}O$:In (X) films on silicon substrate were grown by the spray pyrolysis method at 500 °C. All films indicate high quality with (002) orientation strongly observed in the XRD patterns. The optical bandgap becomes larger with increasing Mg content. This means that Mg atoms can be successfully substituted in Zn site in the $Zn_{1-x}Mg_xO$ films.

ACKNOWLEDGE. This work was supported financially by the ASM and ANCSI through grant no. 16.80013.5007.08 / Ro.

REFERENCES:

1. A. Ohtomo, M. Kawasaki, T. Koida, K. Masubuchi, H. Koinuma, Y. Sakurai, Y. Yoshida, T. Yasuda, Y. Segawa, *Appl Phys. Lett 11,* 2466 (1998).

2. A.K. Sharma, J. Narayan, J.F. Muth, C.W. Teng, C. Jin, A. Kvit, R.M. Kolbas, and O.W. Holland, *Appl Phys. Lett* 75, 3327 (1999).

3. A. Nakamura, K. Yamamoto, J. Ishihara, T. Aoki, and J. Temmyo, Jpn. J. Appl. Phys. 44, 7267 (2005).

4. I. Takeuchi, W. Yang, K.-S. Chang, M. A. Aronova, T. Venkatesan, R. D. Vispute, and L. A. Bendersky, *J. Appl Phys.* 94, 7336 (2003).

5. M. Levinshtein, S. Rumyantsev, M. Shur, Handbook series on semiconductor parameters,., Singapore ; New Jersey : World Scientific, Vol. 1 (1996).

6. M. Yano, K. Ogata, F. Yan, K. Kike, S. Sasa, and M. Inoue, Mater. Res. Soc. Symp. Proc. 744, 75 (2003).

7. Toshihiro Miyata, Shingo Suzuki, Makoto Ishii, Tadatsugu Minami, *Thin Solid Films*, 411,76(2002).

8. T.Makino, Y.Segawa, M. Kawasaki, A. Ohtomo, R. Shiroki, K. Tamura, T. Yasuda, and H. Koinuma, *ApplPhys.Lett* 78, 1237 (2001).

9. T. Terasako, S. Shirakata, and T. Kariya, Thin Solid Films 420/421, 13 (2002).

CHARACTERIZATION OF THIN FILMS OF Zn_2SnO_4 OBTAINED BY SPRAY PYROLYSIS

VADIM MORARI, CURMEI NICOLAI
State Univeristy "Dimitrie Cantemir", Republic of Moldova

Zinc Oxide (ZnO) is widely studied because of its high performance, optical and mechanical properties, low component cost and high chemical stability [1-3]. Although the binary oxides such as ZnO, SnO_2, In_2O_3, etc., find numerous applications, recently, spinel type cadmium stannate (Cd_2SnO_4) has been identified as one of the best candidates for TCO applications due to its promising electrical and optical properties [4]. Ternary materials such as Cd_2SnO_4, Zn_2SnO_4, In_2CdO_4, etc are also considered promising materials for transparent electronic components. However, the well-studied and prospective cadmium stannate (Cd_2SnO_4) cannot be widely spread onto the industry market because of the elevated toxicity [5]. In Fig.1, several combinations of semiconductor compounds for thin film TCO applications are illustrated. Among these ternary compounds, zinc stannate, Zn2SnO4 (ZTO) is being considered as an alternative to Cd2SnO4 due to its low cost, nontoxicity, and similar spinel structure. ZTO possesses excellent properties like large band gap (Eg = 3.6 eV), high electron mobility, high electrical conductivity and low absorption in the visible region. It is implemented in dye-sensitized solar cells, gas sensors, Li-ion batteries etc. [6].

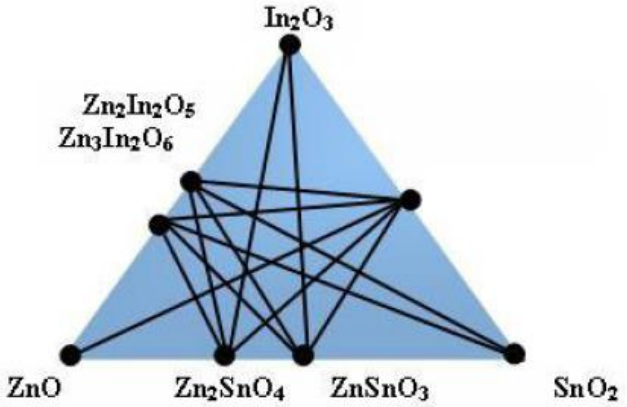


Figure 1. *The diagram of TCO semiconductors for thin film transparent electrode applications*

There are two stoichiometric compounds in the zinc ZnO-SnO_2 system with two different crystallographic phases such as orthorhombic $ZnSnO_3$ and cubic spinel Zn_2SnO_4.

Experimental details. ZTO thin films were deposited by spray pyrolysis technique. Experimental procedure was as follows: firstly, 0.5 M tin tetrachloride ($SnCl_4 \cdot 5H_2O$) and 0,5 M zinc chloride ($Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ were dissolved in ethylic alcohol to form two transparent solutions. The spray mixture, was formed in the ratio of 0.5M [$Zn(NO_3)_2$] : 0.5M [$SnCl_4$] = 1:1. The silicon substrates were cleaned and degreased using an ultrasonic bath containing hydrochloric acid for 15 minutes, then rinsed with a distilled water and acetone. Later on, the precursor was sprayed onto a preheated Si (100) substrate. The best composition of the oxidic compound was obtained, which represents a Zn / Sn ratio of 1:1. The wafers were subjected to thermal treatment at 480 °C.

SEM Morphology

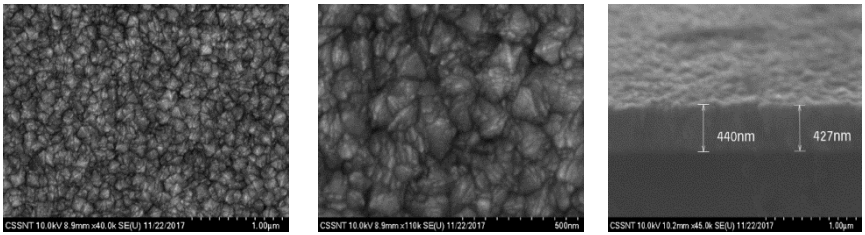


Figure 2. SEM images of a Zn_2SnO_4 thin film obtained by spraying method: the front images (left and middle), the cross section image (right).

The surface morphology and the thickness of a Zn_2SnO_4 thin film annealed at 480 °C were investigated by SEM images presented in Fig.2. As seen in the image, the surface morphology of the film is uniform and the film has a thickness of 420 - 440 nm.

XRD Diffraction

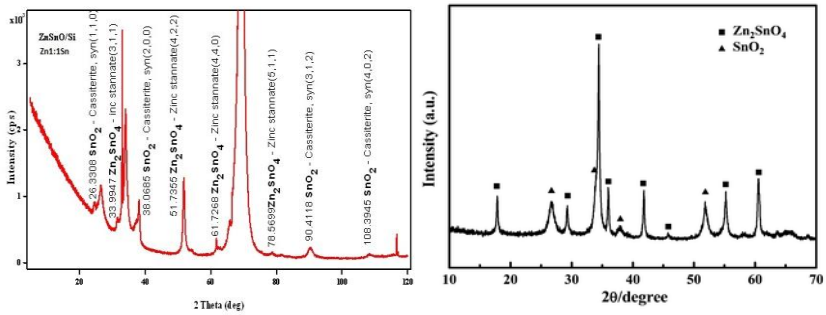
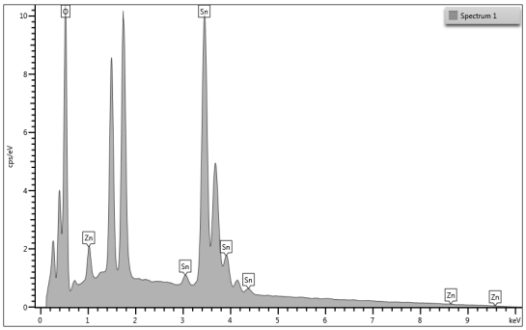


Figure3. *Diffractogram (XRD) corresponding to Zn_2SnO_4 film deposited on Si substrate (Zn1: 1Sn) (a) as compared to published data (b).*

The Zn_2SnO_4 thin films were analyzed by Xray diffraction to identify their crystal structure and crystallinity. Figure 3 shows XRD pattern for the Zn_2SnO_4 films annealed at 480. The diffractograms show well-defined peaks corresponding to planes (311), (422), (440), (511). Moreover, the intensity of the (311) plane increases with the increase in substrate temperature.

Analysis of chemical composition



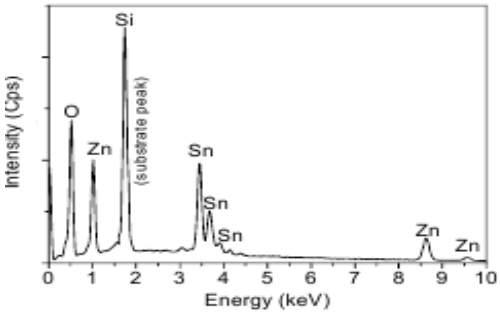


Figure 4. EDX analysis of the thin film of Zn_2SnO_4 (a) as compared to published data (b).

The results of EDX analysis of a Zn_2SnO_4 thin film are shown in Fig. 4 and Table 1.

Table 1

EDX quantitative analysis

Type. Result.	Mass. atom %			
Spectrum Label	Spectrum 1	Spectrum 2	Spectrum 3	Spectrum 4
O	67.83	67.73	67.39	67.65
Zn	2.25	2.35	2.40	2.35
Sn	29.92	29.92	30.22	30.00
Total	100.00	100.00	100.00	100.00

Electrical characterization of a structures obtained by deposition of a n-type *Zn_2SnO_4* film on a p-Si substrate

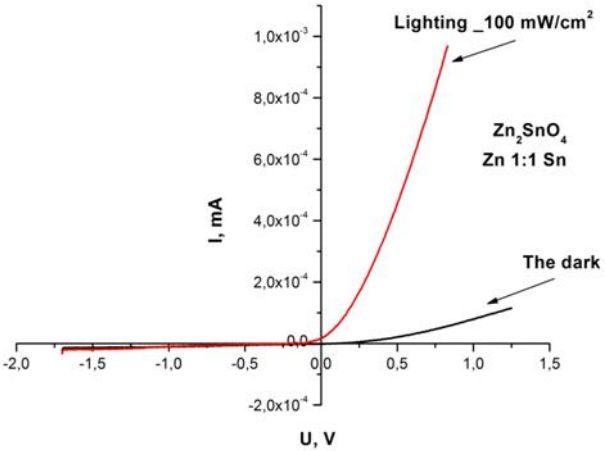


Figure 5. *Current-voltage characteristic of a Zn_2SnO_4 film with Zn / Sn ratio 1: 1 deposited on p-Si (100) substrate.*

Measurements of the current-voltage characteristics of Zn_2SnO_4 films deposited on p-Si (100) carried out with Pd contacts on the surface of the film, under white light irradiation, demonstrated film photosensitivity and increased current proportional to the increase in excitation density.

Optical properties. From Figure 6 it is observed that with increasing Sn concentration in the precursor the value of the band gap increases.

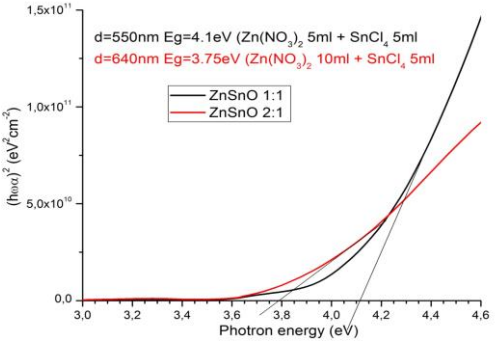


Figure 6. *Linear fit of graphs $(ahv)^2 = f(hv)$ to determine the band gap values of Zn_2SnO_4 thin film.*

A value of the band gap of 4.1 eV is obtained for the ratio of Zn1:1Sn, while the value of 3.75 eV is obtained for the ratio of Zn2:1Sn. Note that band gap of ZnO is equal to 3.37 eV. Below in Fig.7, is presented the photocurrent response of visible lighting.

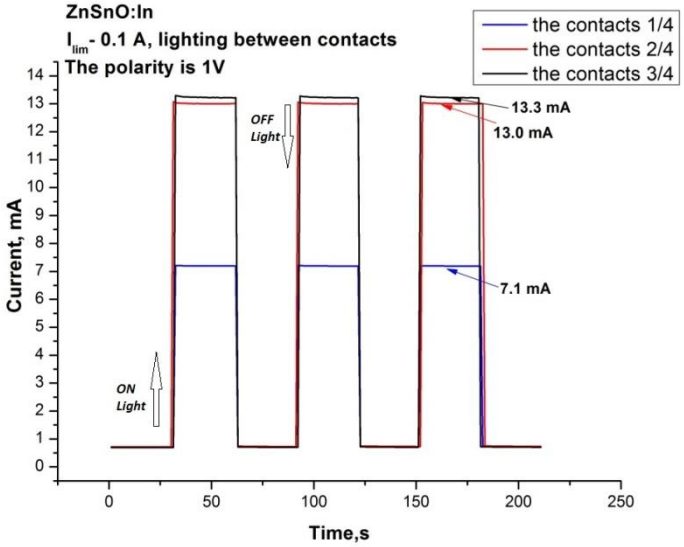


Figure 7. *Photocurrent response of Zn_2SnO_4:In thin films, to on-off cycles of visible lighting*.

The real-time photocurrent response of the self-powered detector at 1V polarity is shown in (fig.7) with use of several contacts under an incident visible light. The incident radiation is switched with an on/off interval of 30 s. Three repeated cycles are displayed in Figure 7, in which the photocurrent is observed to be consistent and repeatable with no degenerate effect found during the detection process.

Conclusion. According to this study, nanostructured films of Zn_2SnO_4 with different chemical composition were obtained, highlighting the modification of film morphology and their structural quality by SEM, XRD, and EDX analysis. By studying the effect of deposition parameters on the film structure, morphology and optical properties, the optimal conditions for ZTO growth have been identified. The extrapolation of the linear part of $(\alpha h\nu)^2 = f(h\nu)$ dependence for ZTO films allowed to determine the band gap (Eg = 3.75 - 4.1 eV). These values are well correlated with the earlier published data for this kind of films.

ACKNOWLEDGE. This work was supported financially by the CSSNT through grant no. 16.80013.5007.08/Ro and of Research Fellowship of the ***Alexander von Humboldt Foundation.***

Bibliography:

1. Özgür Ü., Alivov Ya. I., Liu C., Teke A., Reshchikov M. A., S. Dogan S., Avrutin V., Cho S.-J., Morkoç H. A comprehensive review of ZnO materials and devices // J. Appl. Phys., Vol. 98, 2005, 041301 (103 pages).

2. Pearton S. J., Norton D. P. Ip. K, Heo Y. W. Steiner T. Recent progress in processing and properties of ZnO // Superlattices and Microstructures, Vol. 34, 2003, p. 3-32.

3. Jagadish C. and Pearton, S. (Editors). Zinc Oxide Bulk, Thin Films and Nanostructures: Processing, Properties, and Applications // Elsevier Science & Technology, 2006, 589 p.

4. Abdul Faheem Khan, Mazhar Mehmood, Muhammad Aslam, Muhammad Ashraf, *„Characteristics of electron beam evaporated nanocrystalline SnO_2 thin films annealed in air”*, Applied Surface Science. 2010. V. 256, p. 22-52.

5. R. Dridi, I. Saafi, A. Mhamdi, A. Matri, A.Yumak, M. Haj Lakhdar, A. Amlouk, K. Boubaker, M. Amlouk, *„Structural, optical and AC conductivity studies on alloy ZnO– Zn_2SnO_4(ZnO–ZTO) thin films”,* Journal of Alloys and Compounds. 634 (2015) 179.

6. I. Saafi, R. Dridi, A. Mhamdi, “Study of thickness effects on structural and optical properties of sprayed Zn_2SnO_4 thin films,” Optik., vol 126, pp. 4382-4386, December 2015.

HAMILTONIAN OF TWO UNDISTINGUISHEDATOMS IN RAMAN INTERACTION WITH TWO CAVITY MODES

STARODUB ELENA
State Univeristy "Dimitrie Cantemir", Republic of Moldova

Abstract. The restoration of the initial state of the two atoms and quantified bimodal field in the Raman interaction with Pump and Stokes (anti-Stokes) cavity modes is analytical and numerical study. It is proposed the representation of bimodal field and a system of two atoms in scattering interaction. The exact non-stationary solution of the system of two atoms in interaction with the bimodal field is found, considering that at initial time the atoms enter in the cavity and the wave functions of atoms and cavity field are disentangled. During the flying time, the system of two atoms exchanges the energy to the bimodal field of cavity according to Raman scattering process. It is demonstrated that after this complicated nutation process during the absorption and emission of the photons from Stokes and pump modes the restoration of disentangled states between the system of atoms and field is possible. In this paper, it is analytical demonstrate that the restoration of field and atom initial states is possible. Another attractive effect is connected with stationary trapping effect in the bimodal field, during which the exchange of the energy with the field during the absorption and emission processes is stopped.

Introduction . The cooperative interaction of N two-level radiators with a two mode cavity field was the focus of attention of many experimental and theoretical works [1]. This investigation is connected with application of multi-level system as a qubit in quantum computing and quantum processing of information[2]. In many cases, distinguished ensembles of qubits are used for the realization of quantum registers [3, 4]. The Bose–Einstein condensation of atomic ensembles provides an opportunity to study ensembles of two-level atoms as an indistinguishable system of radiators. In this situation, due to undistingtibility between them. N two-level atoms have a reduced number of states [5,6]. This happens because two excitations are considered as a single collective state: atom A in the excited state and B in the ground state, and atom A in the ground state and B in the excited state. Generally 2^N states of N two-level atoms can be reduced to N + 1 states in processes of coherent excitation, according to the principle of the radiators being indistinguishable. The exact solution of the Schrodinger equation for an equidistant system of radiators in the interaction with a quantized EF has been studied in many theoretical papers [7–9]. In order to treat the interaction of a multi-level atom with a cavity field of arbitrary detuning, a suitable quantum

mechanical theory has been developed by Li et al [8]. Since the total Hamiltonian connects the Fock states in the small region of the Hilbert space, it can be solved in each subspace independently. An attractive approach to the collective spontaneous emission of a two-level system in good cavity limits was proposed by Kozierowski et al [9]. The authors found the exact solution of three two-level atoms in the process of spontaneous emission in the cavity. The developed method allows us to reduce the collective behavior of N undistinguished atoms in interaction with one cavity mode to a system consisting of N + 1 operator equations.

In this paper we study the ensemble of two level atoms in interaction with pump and Stockes modes of cavity. Following the traditional approach proposed in the paper [10] we found the exact solution of two level atoms with bimodal quantified field in Raman interaction. This solution differ from the representation of interaction of two-level systems with bimodal cavity field in which two photons are simultaneous by emitted (or simultaneously absorbed). In our mode simultaneously it is absorbed the photon from the pump mode and emitted the photon in Stockes mode. The similar process take place when the atom pass from excited to ground state. In this case one photon from de Stockes mode is absorbed and another photon in the pump mode is emitted.

Nonequilibrium approach for the description of cooperative interaction of N two-level atoms with a cavity field

Let us consider the three level system in the scattering interaction with two-cavity modes with two resonator frequencies ω_a and ω_b. The Hamiltonian of the system which describes this interaction can be represented in the following form

$$H = \hbar\omega_0 \hat{S}_z + \hbar\omega L_z + \lambda\hbar(\hat{S}^+\hat{L}^- + \hat{L}^+\hat{S}^-). \quad \text{(eq.1)}$$

Here $\omega = \omega_b - \omega_a$, $\hbar\omega_0 = E_2 - E_1$ is the energy difference between the second excited and ground states of atom. The scattering transition take place through the virtual state $|3\rangle$. In the Hamiltonian (eq.1) is introduced the following notations $\hat{S}_z = (|e\rangle\langle e| - |e\rangle\langle e|)$ is the inversion operator for two level system in interaction with cavity modes; $\hat{S}^+ = |e\rangle\langle g|$ and $S^- = |g\rangle\langle e|$ are the excited and lowering operators of atom which satisfy the following commutation relations

$$[\hat{S}^+, \hat{S}^-] = 2\hat{S}_z, [\hat{S}_z, \hat{S}^\pm] = \pm\hat{S}^\pm. \quad \text{(eq.2)}$$

The similar operators may be introduced for two modes of electromagnetic field in the cavity. The expressions $\hat{L}_z = (\hat{b}^\dagger\hat{b} - \hat{a}^\dagger\hat{a})/2$ and $\hat{L}^+ = \hat{a}^\dagger\hat{b}$, $\hat{L}^- = \hat{a}\hat{b}^\dagger$ are the bi-boson operators of two mode fields which represent the photon difference between the numbers of quanta in each modes and the conversions of photons from the a to b modes of cavity respectively. The creation $\hat{b}^\dagger$, $\hat{a}^\dagger$ and annihilation $\hat{b}$, $\hat{a}$ operators describes the processes of simultaneous annihilation of photons in one of the mode and creation of such a photon in other mode. The new field bi-operators satisfy the similar commutation relations described by the expressions (eq.3):

$$[\hat{L}^+, \hat{L}^-] = 2\hat{L}_z, [\hat{L}_z, \hat{L}^\pm] = \pm\hat{L}^\pm. \qquad \text{(eq.3)}$$

In this paper we are interesting in the interaction of the system of two identical atoms with the cavity modes. For this we introduce the collective operators $R^\pm = \hat{S}_1^\pm + \hat{S}_2^\pm$ and collective inversion $R_z = S_{z1} + S_{z2}$. Considering that the two atoms are distinguished we can introduce the new Dicke states $|G\rangle = |g_1, g_2\rangle$; $|I\rangle = [|g_1, e_2\rangle + |e_1, g_2\rangle]/\sqrt{2}$ and $|E\rangle = |e_1, e_2\rangle$. The new operators satisfy the same commutation relations. In the resonance case $\omega = \omega_0$, the Hamiltonian part $H_0 = \hbar\omega_0(S_z + L_z)$ commutes with interaction Hamiltonian part $H_I = \lambda\hbar(R^+L^- + L^-R^+)$ of the total Hamiltonian (eq.1). In this case we can regard the Schrodinger equation in interaction picture as an equation with time independent interaction part of Hamiltonian

$$i\hbar\frac{\partial \mid \Psi(t)\rangle}{\partial t} = H_I \mid \Psi(t)\rangle$$

If both atoms are prepared in the superposition $\mid \Psi_i(0)\rangle = c_2 \mid e_i\rangle + c_1 \mid g_i\rangle$ we can extend this superposition to collective atomic system

$$|\Psi_A(0)\rangle = \alpha\,|E\rangle + \beta\,|I\rangle.$$

Taking into consideration that the cavity field satisfies the similar commutation conditions (eq.3), we consider that at initial stage of interaction of atoms with EMF the two mode state of the field is in the superposition field and the EMF in prepared in the superposition

$$|\Psi_F(0)\rangle = \sum_{m=-j}^{m=j} C_m \mid m,j\rangle.$$

Here the collective photon states, $\mid m,j\rangle$ of the two cavity modes are similar to the angular momentum states described in quantum mechanics. If we consider that the total number of photons in the system is n , we observe that the quantum number $j = n/2$. The equations of L operators of the bimodal cavity field on the collective states $\mid m,j\rangle$ is well described in the quantum mechanics. The wave function of the system $\mid \Psi(t)\rangle = e^{\frac{-i\hat{H}_I t}{\hbar}} \mid \Psi(0)\rangle$ is expressed through twoo vectors in the following way

$|\Psi(t)\rangle = [\alpha\, x(t) + \beta\, y(t) \otimes |\Psi_F(0)\rangle$

Here, the initial state all vectors are expressed through the initial states $x(t) = e^{-i\hat{H}_I t/\hbar} \mid E\rangle$, $y(t) = e^{-i\hat{H}_I t/\hbar} \mid I\rangle$, $\mid \Psi(0)\rangle = \mid \Psi_A(0)\rangle|\Psi_F(0)\rangle$. Taking into consideration the initial conditions for vector operators $x(0) = \mid E\rangle$ and $y(0) = \mid I\rangle$ we obtain the next solutions of the system of equations (eq.4). The Schrodinger equation in interaction picture can be represented as the system of three operator equations:

$$\begin{aligned} \frac{dx(t)}{dt} &= -i\lambda y(t) L^+ \\ \frac{dy(t)}{dt} &= -i\lambda x(t) L^- - i\lambda z(t) L^+ \end{aligned} \qquad \text{(eq.4)}$$

$$\begin{aligned} x(t) &= -ig \mid I\rangle \frac{\sin(\hat{\Omega}t)}{\hat{\Omega}} \hat{L}^+ + g^2 \left\{ E\rangle\hat{L}^- + \mid G\rangle\hat{L}^+ \right\} \frac{\cos(\hat{\Omega}t)}{\Omega} \hat{L}^+ + \mid E\rangle, \\ y(t) &= -ig \mid I\rangle \cos\hat{\Omega}t - ig \left\{ E\rangle\hat{L}^- + \mid G\rangle\hat{L}^+ \right\} \hat{\Omega}^{-2} \times \sin\left(\hat{\Omega}t\right), \end{aligned} \qquad \text{(eq.5)}$$

Here we introduce the operator of Rabi frequency $\hat{\Omega} = \lambda\sqrt{L^+L^- + L^-L^+}$. Taking into consideration the decomposition of the initial bimodal field on the state of angular momentum we observe that the action of three vectors on this states is reduced to the actions of these operators on the $|j,m\rangle$.

$$x(t)|j,m\rangle = -ig \mid I\rangle \mid m+1\rangle\sqrt{(j+m-1)(j-m)}\,\frac{\sin[\hat{\Omega}(m+1)t]}{\hat{\Omega}(m+1)}$$
$$+\mid E\rangle|j,m\rangle+\mid E\rangle|j,m\rangle\left\{g^2(j+m+1)^2(j-m)^2\,\frac{\cos[\hat{\Omega}(m+1)t]}{\hat{\Omega}^2(m+1)}+1\right\}$$
$$+\ g^2 \mid G\rangle \mid j,m+2\rangle\sqrt{(j+m+1)(j+m+2)(j-m)(j-m-1)}$$
$$\times\ \frac{\cos[\hat{\Omega}(m+1)t]-1}{\hat{\Omega}^2(m+1)}$$

$$y(t)\,|\,m,j\rangle = |\,I\rangle\,|\,m,j>\cos\left\{g\sqrt{2}[\,j(j+1)-m^2\,]^{\frac{1}{2}}t\right\}$$
$$-ig\,\frac{\sin\left[\sqrt{2}g(i(j+1)-m^2)^{\frac{1}{2}}t\right]}{2g^2(j(j+1)-m^2)}\{|\,E\rangle\,|\,m-2,j\rangle\sqrt{(j+m)(j-m+1)}$$
$$+\,|\,G\rangle\,|\,m+1,j\rangle\sqrt{(j+m+1)(j-m)}\}.$$

The method of exact solution of Shrodinger equation was proposed. This method can be applied to the correlation between the Pump and Stokes photons. The phases application of this method will be done.

Conclusions. The new solutions of two-level systems with bimodal electromagnetic field in the Raman interaction is proposed . This solution was simplified due to the fact that bimodal field was reduced to "single "mode system of particles belonging to SU(2) simetry. Ising this reduction the exact solution of Shrodinger ecuatic described by matrix represent (eq.4) and (eq.5).

References:

[1] NA Enaki, M Turcan - Optics Communications, 2012 – Elsevier.

[2] Duan L-M, Lukin M, Cirac J I and Zoller P 2001 Nature 414 413.

[3] Felinto D, Chou C W, Riedmatten H, Polyakov S V and Kimble H J 2005 Phys. Rev. A 72 053809.

[4Kuzmich A, Bowen W P, Boozer A D, Boca A, Chou C W, Duan L-M and Kimble H J 2003 Nature 423 731–4.

[5] Dicke R H 1954 Phys. Rev. 93 99.

[6] Enaki N A and Koroli V I 1999 J. Opt. Soc. Am. A 16 2973.

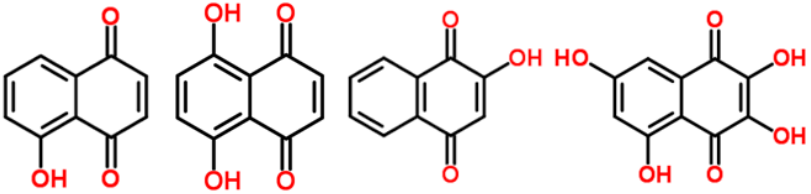
[7] Rupasov V I and Yudson V I 1984 Pis. Zh. Eksp. Teor. Fiz. 86 819

Rupasov V I and Yudson V I 1984 JETP Lett. 59 478 (Engl. transl.)
[8] Li F L, Li X S, Lin D L and George T F 1989 Phys. Rev. A 40 5129.
[9] Kozierowski M, Chumakov S M, Swiatlowski J and Mamedov A 1992 Phys. Rev. A 46 7220
[10] NA Enaki, T Rosca - Physica Scripta, 2012 - iopscience.iop.org

SYNTHESIS OF AMINO ACID DERIVATIVES OF 2-HYDROXYJUGLONE WITH POTENTIAL DEVELOPMENT OF BIOLOGICAL ACTIVITY

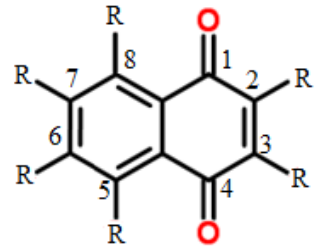
ANDRUSENCO TIMUR, MACAEV FLIUR
Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir", Republica Moldova

INTRODUCTION. 1,4-Naphthoquinones are often found in nature around the world. They can be isolated in the form of various derivatives in living organisms. It was found that practically all known 1,4-naphthoquinone compounds exhibit a number of valuable properties that determine their biological activity and allow them to play an important role in the metabolic processes of the body. They are secondary metabolites isolated from different vegetative, bacterial, fungal, marine and animal sources. In the literature, numerous works have been published in which this information has been confirmed [8, 9].



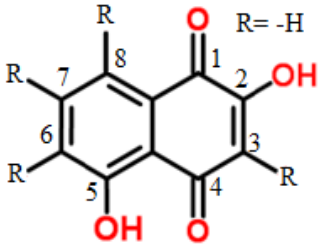
Thus, the compounds of the natural naphthoquinone (2), (7), (8), (9) series were found to contain antioxidant, anti-cancer (antitumor), anti-tuberculosis, antifungal, antiviral, antiseptic bactericidal (antibacterial), antiparasitic effects of biological activity [1, 2, 3, 4, 5] including agrochemical [1-9] (mainly on the basis of allelopathic properties of the quinone nuclei). They have promising potential for the treatment of different diseases due to their specific properties, and for pest control via their molluscicidal and insecticidal activities [8, 9].

So the initial source of the biological activity of compounds of this species can be taken lawsone (8)[8] or another 1,4-naphthoquinone which contains a hydroxyl group in its nucleus. The subject of our scientific research is juglone (2) and its polyfunctional derivatives. The appearance of additional hydroxy groups leads to an increase in biological activity. Therefore, an additional hydroxy group has been added in the juglone molecule at the second position. :



1,4-NAPHTHOQUINONE NUCLEUS

R= -H, -OH



JUGLONE (2)

2,5-DIHYDROXY-1,4-NAPHTHOQUINONE

Many of them are already widely used in medicine[2-5] and the agriculture [1, 6], but their use is substantially limited due to their low solubility in water. Therefore we began to develop the methods for obtaining substances with the potential good solubility in aqueous medium to ensure better bioavailability of both biopharmaceutical and agrotechnical compounds [1].

OBJECTIVE. The purpose of this work was to obtain new polyfunctional 1,4-naphthoquinone derivatives that would be better soluble in water and exhibit properties that promote enhanced biological activity.

REALIZATION. The following decisions were implemented during the development of this material:

- the introduction of hydrophilic groups in the structure of 1,4-naphthoquinones has been performed
- the yield of desired products has been enhanced and methods for their preparation and purification have been improved
- the structure and physico-chemical properties have been detected and demonstrated practically.

CHEMICAL MATERIALS. PPA/HPLC quality solvents and the Sigma-Aldrich reagents have been used in all experiments.

THE RESEARCH RESULTS AND METHODS. The 1,5-dihydroxynaphthalene (1) as the object of the scientific research was selected at the initial stage of this work. It became the basis for obtaining the desired products due to its commercial availability and inexpensive price. Juglone (2) has been obtained from the 1,5-dihydroxynaphthalene (1), by air oxidation on the catalyst in solvent. A description of this process was published by us earlier [7]. For the purpose of further investigation of compounds of the derivatives of the 1,4-naphthoquinone class 2-hydroxyjuglone (4) has been synthesized from juglone (2) [10]. In the literature, a method of obtaining such a compound was published, with the overall yield of the target product in the work being not more than 50%, and the processing of the reaction medium and subsequent purification were problematic enough. We have improved the technique and, at the same time, it has been

possible to increase the total yield of the desired compound to 75% and greatly simplify the procedure for its isolation and purification. This allowed us to save not only time, but also reagents (see Fig. 1).

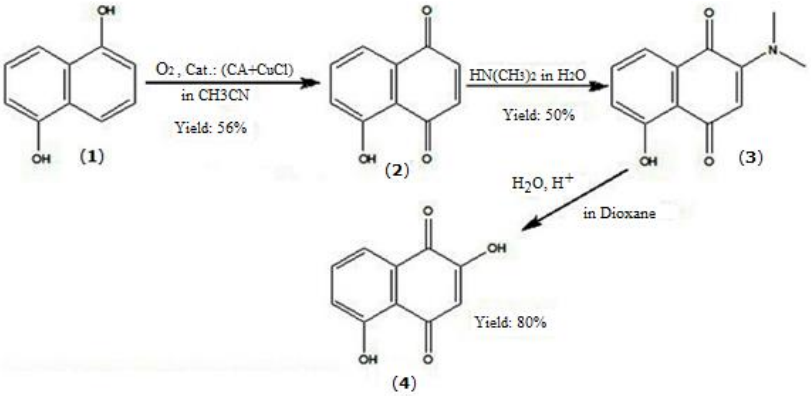
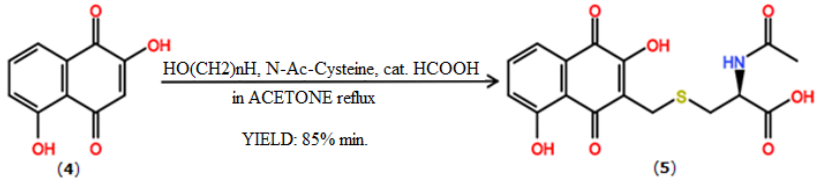


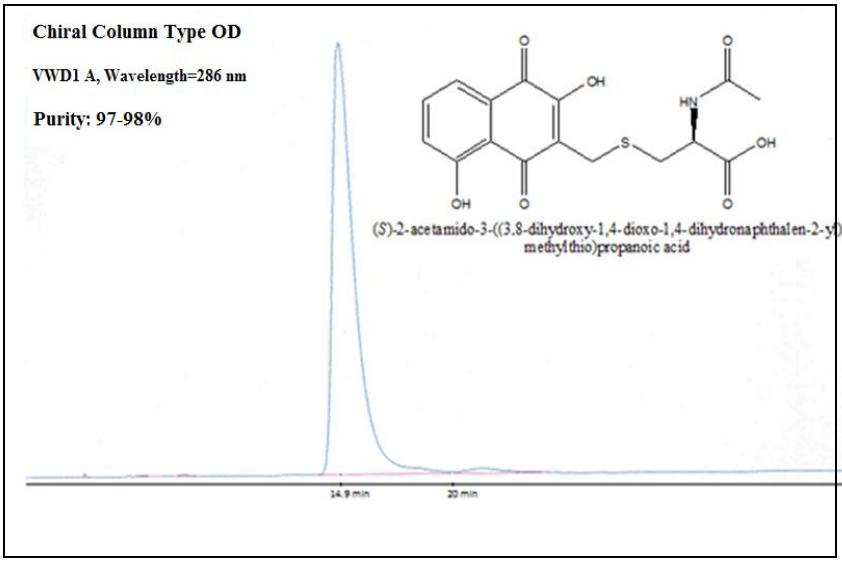
Fig. №1 **2-HYDROXYJUGLONE OBTAINING SCHEME**

In the next step, 2-hydroxyjuglone (4) in the reaction with N-acetyl-L-cysteine and formaldehyde formed the N-substituted amino acid derivative (5) linked via methylene groups at the sulfur atom with the naphthoquinone nucleus. The product obtained has a greater solubility in water and is able to form salts with biologically important metals (Na, K, Ca, Mg, etc.), which potentially leads to increased bioavailability, and hence to a change in biological properties.

N-acetyl-L-cysteine is a molecular subunit that is very popular in medicine (pharm. drug NAC/АЦЦ). It is commercially available and also exhibits the necessary biopharmacological and chemical properties. For these reasons, it has been chosen by us as an object for further modifications in order to obtain 1,4-naphthoquinone polyfunctional derivatives.

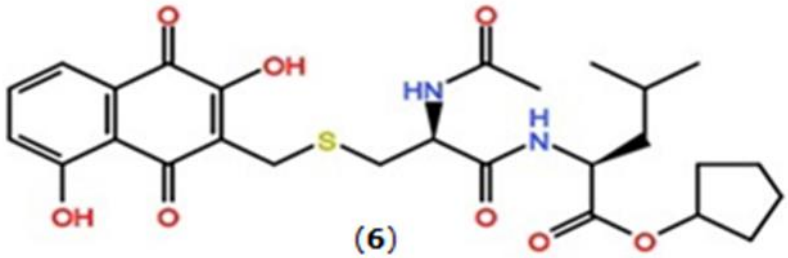


The structure of the compound (5) was confirmed by NMR spectrum analysis results, and optical purity by HPLC data on the chiral column of the brand OD (Fig. 2). A substance that was obtained, has a melting point = 207-208˚C and $[\alpha]_D^{14}$= -83˚ (c=10, MeOH).



The published literature describes a method of obtaining this product in a yield of 72% while purified by preparative chromatography [5]. The well-known technique has been improved by us, which made it possible to simplify the process of isolating the reaction product.

The next step was to obtain a peptide derivative compound (6) based on compound (5). For this, a condensation reaction of the amino group of the cyclopentyl ether of L-leucine with a carboxyl group prepared earlier by the N-substituted naphthoquinone amino acid (5) was carried out. A new heteromeric dipeptide (6) was formed, the structure of which was also confirmed by NMR data.



(6)

(*S*)-cyclopentyl 2-((*S*)-2-acetamido-3-((3,8-dihydroxy-1,4-dioxo-1,4-dihydronaphthalen-2-yl)methylthio)propanamido)-4-methylpentanoate

CONCLUSIONS. As a result of this work, the improved procedure for the preparation of 1,4-naphthoquinone derivatives (3), (4), (5) has been developed. It gives good yields of the desired reaction products and simplifies the stages of the treatment and purification of individual compounds (3), (4), (5). A new substance (6) has been obtained and its physicochemical constants have been determined.

Synthesized compounds may potentially have biological activity and are recommended for further detailed study.

References:

1. *Joshua R.Widhalm and David Rhodes:* Biosynthesis and molecular actions of specialized 1,4-naphthoquinone natural products produced by horticultural plants. Horticulture Research 2016.

2. *W. Paengsri, V.S. Lee, W.L. Chong, H.A. Wahab and A. Baramee*: Synthesis, Antituberculosis Activity and Molecular Docking Studies for Novel Naphthoquinone Derivatives. International Journal of Biological Chemistry 2012, 6: 69-88.

3. *Desiree C Schuck, Sabrina B Ferreira, Laura N Cruz, David R da Rocha, Miriam S Moraes, Myna Nakabashi, Philip J Rosenthal, Vitor F Ferreira and Celia RS Garcia*: Biological evaluation of hydroxynaphthoquinones as anti-malarials: al. Malaria Journal 2013

4. *Erika G. Pinto, Isabela O. Santos, Thomas J. Schmidt, Samanta E. T. Borborema, Vitor F. Ferreira, David R. Rocha, Andre G. Tempone*: Potential of 2-Hydroxy-3-Phenylsulfanylmethyl-[1,4]-Naphthoquinones against Leishmania (L.) infantum: Biological Activity and Structure-Activity Relationships

5. *Yuri E. Sabutskii, Sergey G. Polonik, Vladimir A. Denisenko, Pavel S. Dmitrenok*: A New Method for Thiomethylation of Hydroxy-1,4-naphthoquinones with N-Acetyl-L-cysteine; First Synthesis of Fibrostatins B, C, and D. Elyakov Pacific Institute of Bioorganic Chemistry 2014

6. *Akio IDE, Yoshio UENO, Kenichi TAKAICHI and Hiroyasu WATANABE*, Photochemical Reaction of 2,3-Dichloro-1,4-naphthoquinone (Dichlone) in the Presence of Oxygen. Agric. Biol. Chem., 43 (7), 1387-1394, 1979

7. *Т.В. Андрусенко:* Катализируемое солями меди окисление кислородом воздуха нафталин-1,5-диола до юглона. Тезисы докладов, достижения молодых ученых: химические науки, Всероссийская молодежная конференция г. Уфа, 17-20 мая 2017 г.

8. *Lluvia Itzel López López Ph.D., Sendar Daniel Nery Flores Q.F.B., Sonia Yesenia Silva Belmares Ph.D., Aidé Sáenz Galindo Ph.D*: Naphthoquinones: Biological Properties And Synthesis Of Lawsone And Derivatives — A Structured Review. Vitae, Revista De La Facultad De Química Farmacéutica, 2014

9. *L. Ramos-Peralta, L.I. López-López, S.Y. Silva-Belmares, A. Zugasti-Cruz, R. Rodríguez*: Naphthoquinone: Bioactivity and Green Synthesis. Food Research Department, School Of Chemistry, Universidad Autónoma De Coahuila, Mexico, 2015

10. *Л. Н. Айзенберг, Л. А. Влад, Р. С. Айзенберг:* Синтезы физиологически активных соединений в ряду юглона. Труды Кишиневского сельскохозяйственного института им. Фрунзе, т. 43, 1966

SINTEZA ISATINELOR GLICOZIDICE

BILAN DUMITRU
Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir”, Republica Moldova

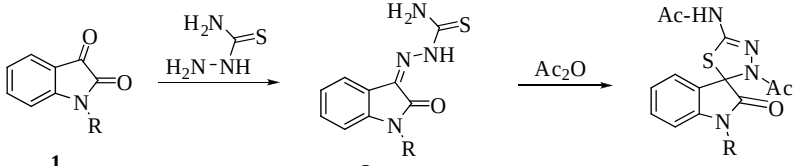
Introducere. În prezent, orice zonă a agriculturii este strâns legată de ştiinţele chimice şi producţia chimică. Fără utilizarea îngrăşămintelor şi a mijloacelor sintetice pentru combaterea buruienilor, a dăunătorilor şi a bolilor plantelor, este imposibil să se obţină randamente ridicate de culturi agricole. În sectorul zootehnic, substanţele chimice sunt, de asemenea, utilizate pe scară largă, inclusiv substanţele anti-microbiene pentru tratamentul diferitelor infecţii. Utilizarea frecventă sau excesivă a celor din urmă duce la apariţia şi răspândirea formelor rezistente de microorganisme. Sarcina chimiei, în acest caz, este dezvoltarea de noi şi noi compuşi biologic activi care ar putea înlocui pe cele anterioare.

Trebuie remarcat faptul că compuşii isatinici sunt întâlniţi pe scară largă în natură. Printre acestea, un loc special î-l ocupă spiro-oxindolii. Pe baza acestuia, şi luând în considerare experimentele anterior efectuate, în calitate de obiect pentru transformările chimice ulterioare am selectat isatină din care prin manipulări relativ simple pot primi o mulţime de diverşi derivaţi.

Dezvoltarea cu succes a chimie spiro-compuşilor în ultimii ani, este indisolubil legată de numeroase studii, nu numai în sinteza de noi compuşi ai acestui grup de substanţe, dar, de asemenea, şi de căutarea compuşilor fiziologic activi. Munca făcută în această direcţie a condus la crearea de noi medicamente eficiente care au fost introduse în practica de tratare a unui şir de boli patologice. În plus, utilizarea spiro-oxindolilor permite de a înfăptui trecerea la compuşi heterociclici care conţin azot, adesea dificil de atins.

Noi am raportat mai devreme [1, 2] că compusul 3e a prezentat o bună activitate împotriva coloniei celulelor MT-4. S-a constatat că oxindolii 2j şi 3e au o activitate ridicată împotriva virusului diareii bovine (WBD). De asemenea, trebuie remarcat faptul că spiro-1,3,4-tiadiazolinoxindolul 3e a prezentat o activitate semnificativă împotriva HIV-1.

Astfel, într-un timp scurt, în două etape pornind de la reactivi ieftini şi disponibili, ceea ce este foarte important pentru industria farmaceutica, s-a obţinut o serie de compuşi noi biologic activi: tiosemicarbazonele 2a-m şi spiro [oxindol (1,3,4-tiodiazolinov)] 3a-l (Fig.1).



a R= H **b** R= Me **c** R=Et **d** R=n-Pr **e** R= Bu **f** R= Bn **g** R= n-heptyl
h R= n-nonyl **i** R= COMe **j** R= $CH_2C(O)CMe_3$ **k** R= $CH_2CH=C(Me)Cl$
l R= $(CH_2)_2COMe$ **m** R= $CH_2CH=CH_2$

Figura 1. *Schema de obţinere a tiosemicarbazonilor 2a-m şi spiro [oxindol- (1,3,4-tiodiazoline)] 3a-l.*

Cu toate acestea, compuşii obţinuţi au un dezavantaj comun: solubilitate scăzută în soluţii apoase. Evident, medicamentele care se dizolvă bine în lichide biologice sunt absorbite mai repede decât atunci când sunt insolubile. Pentru preparatele slab solubile în apă, viteza de dizolvare determină rata de absorbţie. Efectul terapeutic depinde în mod direct de cantitatea de preparat absorbită de organis şi determină biodisponibilitatea acestuia. Solubilitatea îmbunătăţită este utilă nu numai pentru administrarea orală, ci şi necesară pentru medicamentele parenterale.

Scopul acestui studiu a fost de a obţine noi derivaţi de oxindol care ar servi mai târziu ca bază pentru sinteza compuşilor potenţial biologic activi.

Obiectivul principal al acestui studiu a fost sintetizarea compuşilor cu structura dată, a căror solubilitate în apă ar creşte semnificativ.

Pentru a atinge acest scop şi obiective, au fost utilizate metodele de modificare chimică a moleculei. Sa decis introducerea unui fragment de glucoză în compoziţia compuşilor ţintă.

Glicozidele sunt un grup vast de substanţe organice găsite în plante (mai puţin în animale) şi / sau obţinute sintetic.

Materiale. Pentru a confirma structura compuşilor sintetizaţi, s-au efectuat analize folosind următoarele instrumente:

1. GC / MS: detector de masă Agilent 7890GC / 5975C. Coloană: HP-5, 30 m x 0,25 mm, 0,25 pm. Transportor de gaz: He, 1 ml/min. Injector: 250 ^{0}C, coeficientul diviziune - 1:50, volumul probei injectate este de 1 µl. Modul termostat: platou 60ºC 5 min, 9,33ºC / min – 200 ºC, platou 200 ºC 15 min.

2. Spectrele RMN s-au înregistrat în DMSO-d6 cu 1% TMS pe un spectrometru Bruker-Avance III (400,13 şi 100,61 MHz).

În calitate de compuşi iniţiali s-au utilizat reactivi disponibili comercial. Solvenţii au fost utilizaţi după distilarea prealabilă. Pentru cromatografia în

coloană s-a utilizat silicagel de calitate Sigma-Aldrich, dimensiune tehnică a porilor 60 A, ochiuri de plasă 70-230, 63-200 pm.

Rezultatele cercetărilor. În cursul lucrărilor realizate s-au efectuat transformări chimice conform Fig. 2. Pentru a obţine izatina glicozidică, în prima etapă, anilina corespunzătoare 1a-h a reacţionat cu glucoză sau manoză, conform procedurii descrise anterior [3].

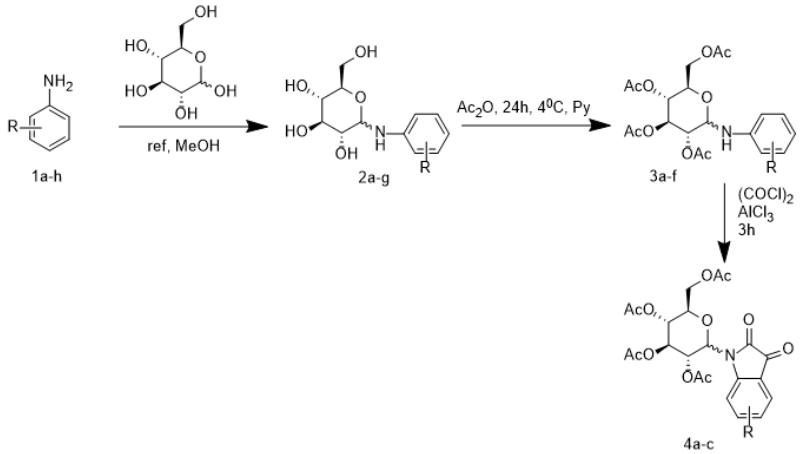


Figura 2. *Schema de preparare a isatinului glicozidat.*

Se încălzeşte masa de reacţie în metanol la reflux timp de 4 ore, rezultând produsele de reacţie corespunzătoare 2a-f. În cazul p-nitroanilinei, 1 g, reacţia a fost lentă timp de 70 de ore. Reacţia cu derivatul 1 h nu a decurs deloc.

Apoi, solventul a fost îndepărtat prin distilare, iar amestecul de reacţie rezultat a fost utilizat fără purificare suplimentară în etapa următoare de acilare, care a fost efectuată în piridină timp de 24 ore. Masa rezultată a fost turnată în apă, precipitatul format a fost filtrat, spălat cu apă şi recristalizat din metanol. Prin GC-MS rezultate ale produsului de reacţie a fost un amestec de α- şi β-anomeri 3a-f într-un raport de 18:82 (tabelul 2), cu excepţia substanţei 3d, care a fost o surpriză. Separarea lor pe TLC in sistem nefras:etilacetat= 2:1 n-a fost observata.

Tabelul 1.

Substanta parentala	**Glicozida**	**Compusul**	**Rand., %**
1a R=4-Me	glucoză	2a R=4-Me	
1b R=4-Me	manoză	2b R=4-Me	90
1c R=4-Cl	glucoză	2c R=4-Cl	
1d R=4-CO2Et	glucoză	2d R=4-CO2Et	
1e R=3,5-Br2	glucoză	2e R=3,5-Br2	93
1f R=1-Me	glucoză	2f R=1-Me	
1g R=4-NO2	glucoză	2g R=4-NO_2	90
1h R=4-COCH3	glucoză	2h R=4-COCH3	0

Tabelul 2.

Compusul	**Rand., %**	**a:b-anomeri**	**Compusul**	**Rand., %**
3a R=4-Me	70 pentru 2 et	18:82	4a R=5-Me	62
3b R=4-Me	61 (55 pentru 2 et)	18:82	4b R=5-Me	52
3c R=4-Cl	62 pentru 2 et	19:81	4c R=5-Cl	10
3d R=4-CO2Et	63 pentru 2 et	18:82	4d R=5-CO2Et	0
3e R=3,5-Br2	69 (64 pentru 2 et)	15:85	4e R=4,6-Br2	0
3f R=1-Me	59 pentru 2 et	17:83		
3g R=4-NO_2	93 (84 pentru 2 et)	0:100		

Compuşi 4a-c au fost obţinuţi cu un randament moderat prin meoda Stolle. În cazul derivaţilor 4a şi 4c, α- şi β- anomeri obţinuţi pot fi divizaţi prin cromatografie pe coloană preparativă pe silicagel. Eluantul utilizat conţine un amestec de solvenţi - nefras: acetat de etil cu gradient de concentraţie de la 9: 1 până la 3: 1.

Nu a fost posibilă realizarea separării produşilor 4b. De asemenea, trebuie remarcat faptul că substanţele 3d-e după adăugarea catalizatorului $AlCl_3$ anhidru, deja la 40^0 C sau întunecat la culoare şi sau smolit şi după 2 ore, produsul dorit nu a fost găsit sau valorile lor erau foarte mici.

Ultima etapă pentru producerea izatinei glicozidice este imposibil de a o efectua după metoda Zandmeera datorită prezenţei în molecula fragmentului de

glucoza, cu toate acestea, și metoda Stolle impune restricții asupra structurii reactantului, care nu trebuie să conțină iod, brom, clor, o grupare ester în compuși aromatici, o grupare carboxil, o grupare hidroxil, și amine primare.

Concluzii. Astfel, în implementarea acestei lucrări au fost preparate și caracterizați compuși noi: β-anomer amestec 4c α- și p anomeri 4b, a fost de asemenea izolat α-anomer 4a.

Referințe bibliografice:

1. Oleg Radul, Natalia Sucman, Serghei Pogrebnoi, Alic Barba, Athina Geronikaki, Fliur Macaev, Chem. J. Mold. 2011, 6 (1), 101-109

2. Сукман Н.С. Международная научно-практическая конференция «Наука, образование, культура» Комрат 2018, 1, 147-148

3. Преображенская Н.М., Ярцева И.В., Эктова Л.В. ДАК 1974, 215, 4, 873-876

SINTEZA COMPUŞILOR TRINORLABDANICI CU FRAGMENT 1,3-TIAZOLIC CU POTENŢIALĂ ACTIVITATE BIOLOGICĂ

BLAJA SVETLANA
Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir", Republica Moldova

Terpenoidele reprezintă una dintre cele mai răspândite clase de compuşi naturali. Frecvent acestea sunt denumite terpene şi reprezintă un grup de substanţe heterogene din punct de vedere structural. Majoritatea terpenoidelor sunt de origine vegetală,mai rar provin din regnul animal. În natură frecvent se întâlnesc derivaţii acestor compuşi sub formă de glicozide, esteri, alcooli, aldehide, cetone, eteri şi acizi carboxilici.

Majoritatea compuşilor terpenici manifestă multiple activităţi biologice accentuate, reglând diverse procese vitale în organismele animale şi vegetale, precum şi în microorganisme. De aceea, terpenoidele şi-au găsit vaste aplicaţii practice în industria farmaceutică, parfumerie şi cosmetică, dar şi în industria alimentară sau cea de prelucrare a tutunului.

O sursă importantă de terpenoide naturale biologic active sunt deşeurile agricole care se obţin în cantităţi mari în rezultatul procesării culturilor agricole precum floarea–soarelui, salvia tămâioasă, levănţică şi altele.

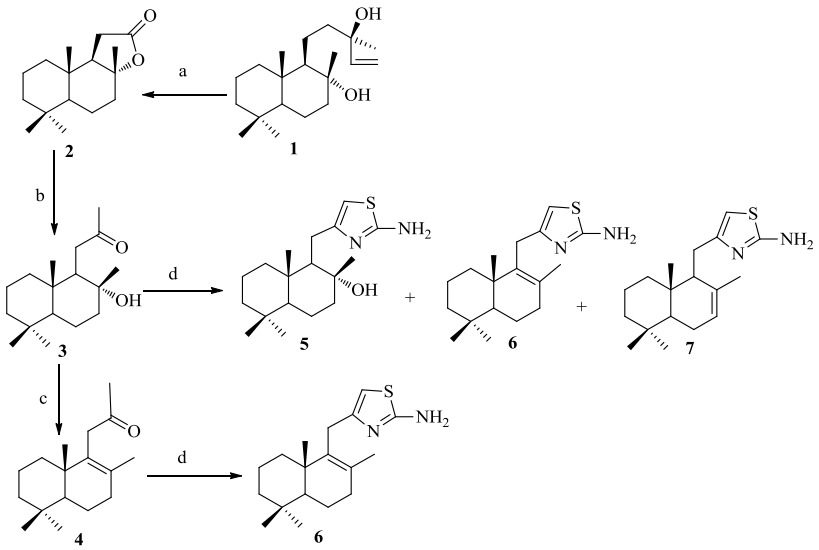
Actualmente, atenţia cercetătorilor este orientată spre sintezele totale sau semisintezele unor analogi terpenici naturali,pornind de la materii prime ieftine şi accesibile. De regulă, aceşti compuşi posedă un spectru larg de activitate biologică: antitumorală, hepatoprotectoare, antiinfamatorie, antiulcer, antibacteriană, antifungică, antivirală, diuretică, care în combinaţie cu toxicitatea joasă le conferă proprietăţi de excepţie.

În ultima perioadă o atenţie deosebită este acordată izolării terpenoidelor naturalecu conţinut de azot, prezenţa căruia în compuşii terpenici amplifică activitatea biologică a acestora [1].

Sinteza derivaţilor 1,3-tiazolici care ar include şi unitatea terpenică, reprezintă un interes deosebit, în perspectiva utilizării lor ca potenţiali agenţi chirali biologic activi. În această ordine de idei, elaborarea unor metode noi de obţinere a ciclului 1,3-tiazolic reprezintă o prioritate a cercetărilor în domeniu, care au ca scop identificarea unor agenţi noi şi eficienţi precum şi a unor proceduri experimentale simple.

Scopul acestei lucrări a fost sinteza compuşilor noi cu schelet hibridtrinorlabdanic şi 1,3-tiazolic, cu potențială activitate biologică,din diterpenoida labdanică naturală, *(-)-sclareol*.

Rezultate şi discuţii. Sintezele au fost realizate în bază de*(-)-sclareol* (**1**), materie primă extrasă din deşeurile vegetale acumulate la producerea uleiului eteric de salvie tămâioasă(*Salvia sclarea L.*)[1].



Schema 1. *Reagenţi şi condiţii de reacţie:a.$Na_2Cr_2O_7$, H_2SO_4/H_2O, 6h, 70%; b. CH_3Li/Et_2O, t.c., 15 min.,65%; c.$MeSO_3SiMe_3$, MeCN, 18℃, 10 min, 80%;d.$SC(NH_2)_2$, I_2, NaOH,EtOH, 4h, Δ,15-82%.*

Oxidarea sclareolului (**1**) a fost realizată cu bicromat de sodiu în mediu acid, conform metodei cunoscute [2],cu formarea γ-lactonei (**2**) numită sclareolida.

La tratarea lactonei (**2**) cu metil-litiu în eter,într-un raport molar de 1:2, s-aobţinut8α-hidroxi-14,15,16-trinorlabd-12-ona(**3**), compus cristalin cu un randament de 65%(p.t. 64-65˚C)conform metodei descrise de autorii [3,4].

În corespundere cu metoda descrisă în lucrarea [5], a fost realizată deshidratarea selectivă a hidroxicetonei (**3**) cu trimetilsililmetansulfonat ($MeSO_3SiMe_3$) în acetonitril,cu formarea 14,15,16-trinorlabd-8(9)-en-12-onei (**4**), cu un randament de 80%.

În continuare hidroxicetona (**3**) şi cetona nesaturată (**4**)au fost supuse reacţiei de condensare–ciclizare cu iod şi tiouree în mediul etanolic la reflux, conform metodei descrise în lucrarea [4]. În cazul cetonei nesaturate (**4**) se formează doar compusul trinorlabdanic tetrasubstituit cu fragment 1,3-tiazolic (**6**), cu un randament de 82%.

În aceleaşi condiţii,din hidroxicetona (**3**) s-a obţinut,cu un randament total de 77%, un amestec format din trei compuşi trinorlabdanici cu fragment tiazolic (**5**)-(**7**), aflaţi într-un raport de 1:1.5:2.5. Tiazolii (**5**)-(**7**) au fost purificaşi prin cromatografie pe coloană şi caracterizaţi prin metode fizico-chimice de analiză.

În spectrele IR ale compuşilor (**5**)-(**7**) sunt prezente benzile de absorbţie caracteristice grupei amino-în regiunea 3305-3191cm^{-1}, legăturii C-N vibraţionale la 1519 cm^{-1}şilegăturilor duble conjugate din fragmentul tiazolic la754cm^{-1}.

În spectrele^{1}H RMN ale compuşilor (**5**)-(**7**)sunt prezente semnalele singlet ale grupelor metil din poziţiile C-17, C-18, C-19şi C-20în regiunea0.8-1.5 ppm, un semnal singlet larg al protonilor din grupa amino- legată de fragmentul tiazolicîn regiunea 5.0-5.3 ppm, şi un semnal singlet al protonului de la legătura dublă a fragmentului tiazolic la 102.0 ppm. În cazul compusului trinorlabdanic cu fragment tiazolic trisubstituit (**7**) este prezent semnalul singlet la 5.4 ppm ce confirmă prezenţa legăturii duble trisubstituite în fragmentul terpenic (Figura 2).

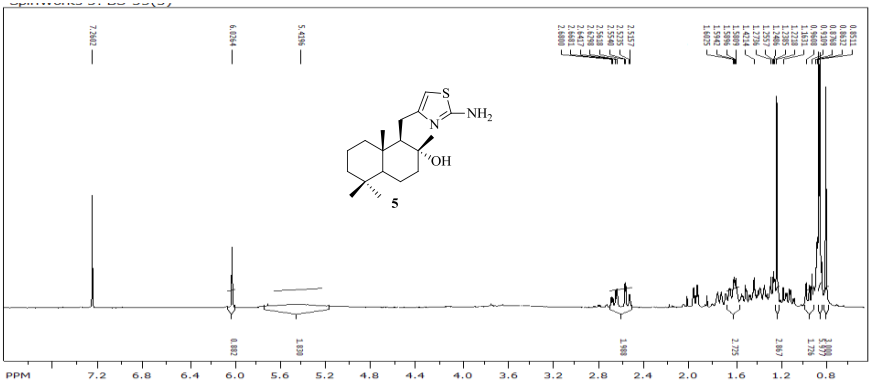


Figura 1. *Spectrul ^{1}H RMN al compusului trinorlabdanic cu fragment 1,3-tiazolic (**5**).*

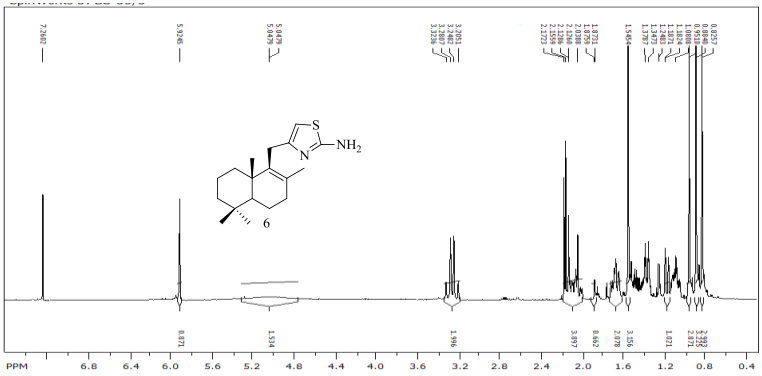


Figura 2. *Spectrul ^{1}H RMN al compusului trinorlabdanic cu fragment 1,3-tiazolic (**6**).*

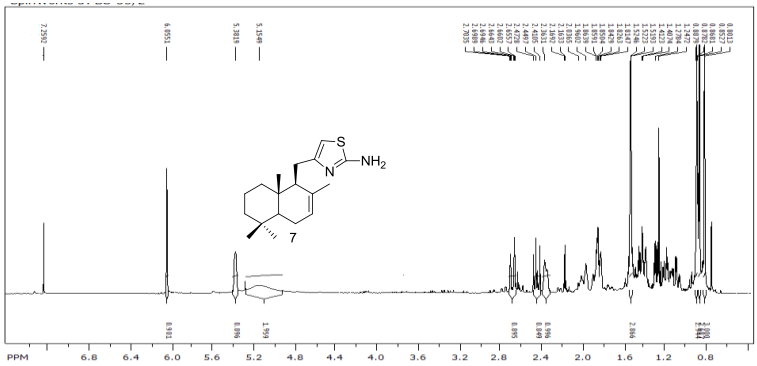


Figura 3. *Spectrul ^{1}H RMN al compusului trinorlabdanic cu fragment 1,3-tiazolic (**7**).*

În spectrele[13]C RMN ale compuşilor (**5**)-(**7**), semnalele la 102,154 şi 166 ppm indică prezenţa atomilor de carbon din fragmentului tiazolic. În cazul compuşilor (**5**) şi (**6**) sunt prezente semnale de la 128 sau 122 ppm şi de la137 sau 135 ppm, ceea ce indică prezenţa legăturii duble din fragmentul terpenic, iar în cazul compusului (**5**) aceste semnale lipsesc.

Formarea unui amestec din trei compuşi în această reacţie, poate fi explicată în felul următor: prezenţa iodului molecular favorizează deshidratarea parţială în fragmentul terpenic şi conduce la triazolii tetrasubstituit (**6**) şi cel trisubstituit (**7**), obţinuţi cu randamente de 24%, şi 38%, respectiv. Din amestecul de reacţie a fost

izolat, de asemenea, şi triazolul trinorlabdanic hidroxilatminor, cu un randament de 15%.

Concluzii. A fost realizată sinteza unei serii de compuşi noi cu schelet hibrid trinorlabdanic şi 1,3-tiazolic cu potenţială activitate biologică, din diterpenoida labdanică naturală (-)-sclareol,.

Structura compuşilor obţinuţi a fost stabilită pe baza datelor spectrale, aplicând metode fizico-chimice contemporane: spectroscopie în infraroşu, spectroscopie de rezonanţă magnetică nucleară: ^{1}H RMN, ^{13}C RMN şi aplicaţii bidimensionale (COSY, HMQC şi HMBC).

Referinţe bibliografice:

1. Arîcu A., Ungur N. Compuşi terpenici biologic activi de origine naturală şi sintetică. In: Akademos, 2015, 1, p.81-86.

2. Brevet de invenție, MD, Nr. 2253. Produs aromatizant pentru tutun de fumat, procedeu de obținere a lui, compoziție aromatică (variante), procedeu de obținere a compoziției pentru produsele de tutunărie (variante). Porcescu P. și a., BOPI, 9/2003.

3. Kuchkova K.I. et al. A short efficient synthesis of 11-monoacetate of drimane-8α,11-diol from norambreinolide. Synthesis, 1997, 9, p.1045-1048.

4. Kuchkova K.I. et al.Synthesis of 13amino-14,15dinorlabd-8(9)-ene from sclareol. Russ.Chem.Bull.,2014, 63(9), p. 2074-2076.

5. Tsai C. Y. et al. Synthesis and evaluation of aminothiazole-paeonol derivatives as potential anticancer agents. Molecules, 2016, 21, p. 145-153.

COMPUSUL COORDINATIV AL Ni(II) CU SEMICARBAZONA 2,3-DIHIDROXIBENZALDEHIDEI

CUBA LIDIA
Universităţii de Stat „Dimitrie Cantemir", Republica Moldova

INTRODUCERE. Semicarbazonele (Figura 1) sunt compuşi organici ce pot fi obţinute prin reacţia de condensare a aldehidelor sau cetonelor cu semicarbazida clorhidrat sau derivaţii ei în prezenţa acetatului de sodiu (în unele cazuri poate fi folosită o cantitate mică de acid clorhidric în calitate de catalizator).

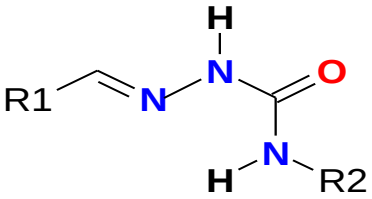


Figura1. *Formula structurală a semicarbazonelor (în formă generală) (R^1= Alk, Arş.a.; R^2 = H, Alk, Ar ş.a).*

În general, aceşti liganzi coordinează la ionii de metale în mod bidentat [NO]. Coordinarea tridentată poate apărea atunci când aldehida sau cetona posedă de asemenea un atom donor. Prezenţa unei grupări fenolice -OH într-o poziţie chelatabilă ca, de exemplu, în semicarbazona 2-hidroxibenzaldehidei (Figura 2, $\mathbf{H_2L^1}$) oferă o coordinare favorabilă pentru ionii metalici mai "duri", care preferă atomii donori de oxigen [9]. În afară de aceasta, agenţii de coordinare prezintă fenomenul de tautomerie ceto-enolică, care poate schimba coordinarea la metale ca un ligand mononegativ sau di-negativ, în forma cetonică sau enolică. În literatura de specialiteate au fost descrişi complecşii mononucleari ai V(V), Cu(II), Ni(II) şi Zn(II) cu $\mathbf{H_2L^1}$, care manifestă un şir de proprietăţi utile [5, 10, 11]. În condiţii bazice ale reacţiei se observă formarea complecşilor homo- sau heterobinucleari, în care liganzii semicarbazonici servesc drept punte [4, 1, 7] .

Prezenţa unei grupări suplimentare (3-hidroxi) ataşate la 2-hidroxibenzaldehidă şi capabile să coordineze la centrele metalice, creşte denticitatea bazei Schiff obţinute şi capacitatea ei de a genera complecşi polinucleari. Astfel, unii liganzi hidrazonici, cu setul de atomi donori [NO] din fragmentul hidrazonic şi datorită prezenţei suplimentare a grupelor funcţionale în fragmentul aldehidic, au manifestat diferite moduri de coordinare la ionii de metal cu formarea unor

structuri variate: de la compuşi mononucleari ai Ni(II) pînă la di- şi tetranucleari ai Cu(II) şi Mn(II) [8].

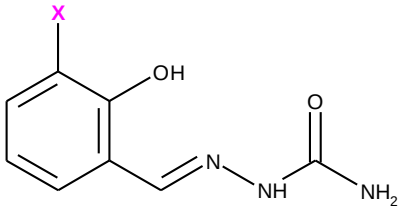


Figura 2. *Formula structurală a bazelor Schiff:*
H_2L^1 *– semicarbazona 2-hidroxibenzaldehidei (X= -H);*
H_3L *– semicarbazona 2,3-dihidroxibenzaldehidei (X= -OH);*
H_2L^2 *– semicarbazona 2-hidroxi-3-metoxibenzaldehidei (X= -OCH_3).*

Anterior a fost descris complexul binuclear al Mn(II) $[Mn_2(H_2L)_2(MeOH)_4]Cl_2 \cdot CH_3OH$, unde H_3L este semicarbazona 2,3-dihidroxibenzaldehidei [2]. Ligandul monodeprotonat în formă cetonică coordinează la doi atomi centrali cu setul de atomi donori [OONO]; din cele două grupe fenolice numai grupa aflată în poziţia *orto-* este deprotonată şi acţionează ca punte dintre atomi de metal. În continuarea cercetărilor noastre ce au ca scop obţinerea compuşilor coordinativi ai metalelor *3d* cu liganzi semicarbazonici, aici va fi descrisă sinteza şi studiul cu ajutorul spectroscopiei în IR a unui compus nou al Ni(II) $[Ni(H_3L)(H_2L)]Cl$ cu acest ligand.

PARTEA EXPERIMENTALĂ

Materialele utilizate. Reactivii şi solvenţii au fost procuraţi de la firma producătoare Sigma-Aldrich şi utilizate fără purificare suplimentară. Spectrele în IR au fost înregistrate cu ajutorul spectrofotometrului PerkinElmer FTIR în regiunea 4000-400 cm^{-1}.

Sinteza ligandului H_3L. Către soluţia ce conţine semicarbazida clorhidrat (1,11 g, 10 mmol) şi acetatul de sodiu trihidrat (1,36g, 10 mmol) dizolvate în 15 ml amestec apă/etanol (1:2), se adaugă 2,3-dihidroxibenzaldehida (1,52 g, 10 mmol), dizolvată în 10 ml etanol. Amestecul obţinut se agită la temperatura camerei timp de 1 oră. Suspenzia de culoare bej obţinută se filtrează, iar precipitatul obţinut se spală cu etanol şi se usucă în aer liber. Randamentul: 74%. Anal.: calculat pentru $H_3L \cdot 2H_2O$ ($C_8H_{13}N_3O_5$, M=231,2 g/mol) C, 41,56%; H, 5,67%; N, 18,17%.; găsit C, 41,67%; H, 5,26%; N, 18,11%; IR 3467 (NH), 1710 (C=O), 1594 (C=N), 1262 (C-O) cm^{-1}. Este solubil în DMSO, DMF, nu se dizolvă în apă, alcooli, acetonă, acetonitril.

Sinteza $[Ni(H_3L)(H_2L)]Cl$. La soluţia ce conţine $NiCl_2 \cdot 6H_2O$ (0,120 g, 0,5 mmol) în etanol (10 ml) se adaugă semicarbazona 2,3-dihidroxibenzaldehidei (H_3L) (0,200 g, 1,0 mmol) şi se încălzeşte timp de 1 oră pînă la obţinerea soluţiei

transparente de culoare verde. La răcirea soluției pînă la temperatura camerei se formează un precipitat cristalin de culoare verde deschisă, care este imediat separat prin filtrare (filtratul are o culoarea verde deschisă) și uscat la aer.

Randamentul: 73%. Anal.: calculat pentru $NiC_{16}H_{17}N_6O_6Cl$ (M=483,5 g/mol) C, 39.75%; H, 3.54%; N, 17.38%; C, 39.69%; H, 4.01%; N, 14.27%. IR 1657 și 1649 (C=O), 1582 și 1541 (C=N), 1262 și 1210 (C-O) cm^{-1}. Este solubil în apă distilată, etanol.

DISCUȚIA REZULTATELOR. La interacțiunea $NiCl_2 \cdot 6H_2O$ cu semicarbazona 2,3-dihidroxibenzaldehidei (H_3L) în etanol în raportul molar 1:2, se obține complexul nou al Ni(II) cu compoziția $[Ni(H_3L)(H_2L)]Cl$. Compusul a fost caracterizat cu ajutorul analizei elementale și spectroscopiei în IR. Datele analizei elementale vorbesc despre un raport M:L=1:2, iar solubilitatea complexului presupune forma ionică a complexului cu anionul de Cl^- în sfera externă (prezența căruia a fost stabilită prin reacția cu Ag^+). Spectrul în IR al ligandului este caracterizat prin prezența unor benzi de absorbție de intensitate medie în intervalul 3500-2800 cm^{-1}, care pot fi atribuite vibrațiilor de întindere asociate grupelor O-H și N-H sau prezenței. Acestea rămîn și în spectrul complexului, cu excepția benzii de la 3424 cm^{-1}, fapt ce indică implicarea cel puțin a unei grupe OH în coordinare. Banda de absorbție intensivă corespunzătoare grupei ν(C=O), care în spectrul ligandului necoordinat H_3L apare la 1710 cm^{-1}, este deplasată și scindată în două benzi cu numere de undă mai mici (1657 și 1649 cm^{-1}) în spectrul complexului, ceea ce demonstrează că acest grup participă la coordinare cu ionul de Ni(II), iar liganzi pot fi doi, în forme diferite. Două benzi cu numere de undă 1582 și 1541 cm^{-1} în spectrul complexului, cel mai probabil, aparțin grupelor -C=N-, care în spectrul ligandului apare la 1594 cm^{-1}. Benzile noi apărute la numere de undă mici 577, 550, 511, 482 cm^{-1} pot fi atribuite legăturilor Ni-N_{azomet}, Ni-$O_{fenolic}$ și Ni-$O_{carbonil}$. Aceste date permit să se tragă următoarele concluzii: ionul de Ni(II) posedă o geometrie de coordinare octaedrică cu doi liganzi semicarbazonici coordinați tridentat prin intermediul atomului de oxigen fenolic, atomului de azot azometinic și atomul de oxigen cetonic; atomul de oxigen fenolic al uneea din cele două baze Schiff, care coordinează la ionul de Ni(II); astfel, cei doi liganzi nu sunt identici: unul apare ca o entitate neutră H_3L, în timp ce celălalt este deprotonat și se manifestă ca un ligand mononegativ (H_2L^-). De obicei, în complecșii octaedrici *bis*-chelați ce conțin doi liganzi tridentați cu seturi donore [ONO] sau [NNO], cei doi liganzi coordinați sunt identici și posedă aceeași sarcină, de exemplu, în compusul $[Ni(H_2L)_2]Cl_2 \cdot 4H_2O$ cu un ligand asemănător (Figura 2, $\mathbf{H_2L^2}$) [3]. În compusul dat astfel de comportament al bazei Schiff tridentate este destul de neobișnuit, deși a mai fost descris anterior în literatură [6].

CONCLUZII. La interacțiunea $NiCl_2 \cdot 6H_2O$ și semicarbazona 2,3-dihidroxibenzaldehidei (H_3L) în etanol în raport molar 1:2 se formează compusul de tip *bis*-chelat al Ni(II), în care ionul de metal are o geometrie octaedrică. Un

studiu comparativ al aspectelor sintetice și structurale ale celor trei complecși ai Ni(II) cu liganzi, care conțin același fragment de derivat hidrazinic (semicarbazida), dar diferite grupe funcționale la componenta carbonilică (2-hidroxibenzaldehida, 2-hidroxi-3-metoxibenzaldehida și 2,3-dihidroxibenzaldehida) este în curs de desfășurare.

Referințe bibliografice:

1. Chellan P., Chibale K., Smith G. S. *J Chem Crystallogr*., 2011, 41, p. 747 - 750.

2. Cuba L., Bourosh P., Dragancea D. *The 9th International Conference "Microelectronics and Computer Science"& The 6th Conference of Physicists of Moldova*, October 19-21, 2017, Chisinau, Republic of Moldova, ICMCS-2017, p. 454.

3. Cuba L., Dragancea D., Bourosh P. *Conferința Științifică a Doctoranzilor (cu participare internațională), ediția a VI-a Chișinău,* 15 iunie 2017, Tendințe contemporane ale dezvoltării științei: viziuni ale tinerilor cercetători, V. I, p. 116-120.

4. Datta S., Kumar Seth D., Halder S., Sheldrick W. S., Mayer-Figge H., Drew M.G.B., Bhattacharya S. *RSC Advances*, 2012, 2, p. 5254-5264.

5. Noblıa E., Baran L., Otero P., Draper H., Cerecetto M., Gonzalez O., Piro E., Castellano E., Inohara T., Adachi Y., Sakurai H., and Gambino D. *Eur. J. Inorg. Chem.*, 2004, p. 322-328.

6. Sadhukhan D., Ray A., Pilet G., Rizzoli C., Rosair G., Gomez-García C., Signorella S., Bellu S., Mitra S. *Inorg. Chem*., 2011, 50, p. 8326-8339.

7. Sutradhar M., Kirillova M., Guedes da Silva M., Liuc C.-M., Pombeiro A. *Dalton Trans*., 2013, 42, p. 16578-16587.

8. Sutradhar M., Martins R., Guedes Da Silva M., Alegria E., Liuc B., Pombeiro C.-M. *Dalton Trans*., 2014, 43, p. 3966-3977.

9. Valdes-Martines J., Toscano R., Salcedo R., Cea-Olivares R., and Melendez A. *Monatshefte fur Chemie*, 1990, V.121, p. 641-647.

10. Wang J.-L., Feng J., Xu M.-P., Yang B.-Sh. *Spectrochimica Acta Part A*, 2011, V. 78, p. 1245–1249.

11. Wang J.-L., Liu B., Yang B.-S., and Huang S.-P. *J. Struct. Chem*., 2008, V. 49, No. 3, p. 570-574.

INFLUENȚA RAPORTULUI CĂRNII DE OVINĂ ȘI PASĂRE ȘI A ADAOSULUI DE ȘROT DE NUCI ȘI FIBRE ALIMENTARE ASUPRA INDICILOR DE CALITATE

GRUMEZA IRINA
Universitatea Tehnică a Moldovei

INTRODUCERE. Particularitățile dezvoltării industriei alimentare presupune fabricarea produselor alimentare cu destinație funcțională de o calitate nouă, care contribuie la menținerea și îmbunătățirea sănătății, datorită acțiunii reglatoare asupra organismului uman [1].

În ultimii ani, industria cărnii a devenit una dintre cea mai dezvoltată în industria alimentară. Această creștere rapidă a industriei a contribuit la supraîncărcarea pieței cu produse de carne procesată. Din punct de vedere al consumatorului, se vede foarte clar că s-a extins nu numai gama de produse, dar a crescut și numărul de producători. Este esențial că selecția și compoziția produselor din carne respectă nevoile fiziologice ale grupurilor profesionale și de vârstă ale populației. În ciuda faptului că, în ultimii ani, producția de carne în țară este în creștere, țara continuă să depindă de importuri [2].

Valoarea nutritivă şi biologică a semifabricatelor de tip „mici” în mare măsură este determinată de natura şi compoziţia chimică a cărnii folosite. Cercetările preventive arată că există necesitatea echilibrării sau armonizării valorii nutritive şi biologice a tocăturii pentru mici, deoarece la fabricarea lor este folosită carnea obţinută după selectarea porţiunilor anatomice pentru semifabricatele naturale.

Carnea de pasăre, prin calitățile sale nutritive și deoarece corespunde cerințelor unei alimentații raționale, a câștigat, pe plan mondial, o poziție foarte importantă în alimentație. Aceasta este apreciată, în primul rînd, pentru că este ușor de digerat. Produsele din carne de pasăre reprezintă o importantă sursă de proteine cu valoare biologică ridicată, care conțin toți aminoacizii esențiali într-o proporție optimă [3].

Scopul cercetărilor reflectate în acest articol a constatat în posibilitatea utilizării la fabricarea produselor din carne și anume a semifabricatelor tocate din carne de ovină a cărnii de pasăre și a adaosului de șrot de nuci și fibre alimentare de grâu asupra indicilor de calitate.

MATERIALE ȘI METODE. Cercetările au fost efectuate în Laboratorul de biotehnologii alimentare al IP „Institutul Ştiinţifico-Practic de Horticultură şi Tehnologii Alimentare” şi în Laboratorul Tehnologia cărnii al departamentului Tehnologia Produselor Alimentare, Universitatea Tehnică a Moldovei (UTM).

În cercetări au fost utilizate: carne de cârlan (ovină) procurată de la IS „Staţiunea Tehnologică Maximovca” și carnea de pasăre (piept de pui).

Ca adaosuri alimentari au fost folosiţi: șrotul de nuci, obţinut în cadrul UTM, în urma presării la rece a nucilor omologate în Republica Moldova și fibre alimentare

de grâu – Unicell®WF 200 amabil puse la dispoziție de firma Condiviv Impex SRL.

Din canea de ovină și carnea de pasăre (piept de pui) s-a pregătit tocătura cu adaos de şrot de nuci greceşti şi fibre alimentare de grâu în diferite proporţii. Din tocătura obținută au fost modelate semifabricate tocate de tip "mici" care au fost supuse păstrării în stare refrigerate la t=0…+4 ºC, timp de 96 ore.

Pe parcursul păstrării în semifabricate tocate din carne de ovină în stare refrigerată la temperatura 0...+4 °C au fost studiaţi:

- indicii organoleptici [4], [5].
- indicii fizico-chimici: fracţia masică de umiditate [6]; fracţia masică de sare [5]; fracţia masică de grăsime [7]; capacitatea de legare a apei (CLA) [8]; activitatea apei (a_w) cu aparatul Lab Touch Novasina; valoarea ph-ului - cu pH-metrului portativ TESTO 205.
- indicii microbiologici: NGMAFA [9]; bacterii coliforme [10], [11]; microorganisme patogene, inclusiv Salmonella [12]; drojdii [13]; micete [14].

REZULTATE ŞI DISCUŢII. Modificarea caracteristicilor fizico-chimice în „mici din carne de ovină și carne de pasăre" cu adaos de şrot de nuci – 7 % și fibre alimentare – 2 % pe parcursul păstrării este prezentat în tabelul 1.

Tabelul 1

Modificarea caracteristicilor fizico-chimice în „mici din carne de ovină și pasăre" cu adaos de șrot de nuci și fibre alimentare

	Denumirea probei	Durata de păstrare, ore	Fracţia masică de umiditate, %	CLA, %	a_w	pH-ul	Fracția masică de sare, %
1	Mici din carne de ovină și pasăre (50:50)	0	maturare	39,30	0,965	5,85	0,58
		24	69,36	49,81	0,968	5,95	0,58
		48	74,82	55,83	0,967	5,95	0,58
		96	61,33	42,44	0,967	6,03	0,58
2	Mici din carne de ovină și pasăre (60:40) cu șrot de nuci 7% și fibre alimentare 2%	0	maturare	40,20	0,962	5,94	0,58
		24	65,08	48,35	0,969	6,00	0,58
		48	72,31	56,61	0,966	6,04	0,58
		96	55,78	46,05	0,966	6,15	0,58
3	Mici din carne de ovină și pasăre (40:60) cu șrot de nuci 7% și fibre alimentare 2%	0	maturare	42,50	0,965	6,07	0,58
		24	64,19	51,60	0,965	6,10	0,58
		48	72,49	59,99	0,966	6,25	0,58
		96	59,09	47,11	0,966	6,15	0,58
4	Mici din carne de	0	maturare	45,30	0,963	5,89	0,58

	ovină şi pasăre (70:30) cu şrot de nuci 7% şi fibre alimentare 2%						
		24	65,58	52,54	0,963	5,97	0,58
		48	69,00	59,59	0,964	6,15	0,58
		96	57,53	49,63	0,967	6,25	0,58

Analiza caracteristicilor fizico-chimice în probele – „mici din carne de ovină şi pasăre" cu şrot de nuci 7% şi fibră alimentară 2% constată următoarele modificări: conţinutul de umiditate iniţială creşte în probele unde conţinutul de carne de ovină este mai mare; activitatea apei în toate probele este în limitele 0,962-0,973; conţinutul de NaCl în produsul finit pe parcursul păstrării rămîne constant; capacitatea de legare a apei se modifică exponenţial în toate probele în prima şi a doua zi de păstrare cu 8-10 %; păstrarea ulterioară a probelor experimentale înregistrarea micşorarea capacităţii de legare a apei pentru fiecare probă pe parcursul păstrării, dar totuşi ea este mai mare decît în probele iniţiale; pH-ul în toate probele iniţiale este acid. Păstrarea la 0...+4 ºC, modifică valoarea ph-ului cu 0,2-0,3 unităţi ph.

În urma analizei microbiologice, s-a constatat că materia primă – carnea de ovină este foarte curată: NGMAFA – $1*10^3$ UFC/1g. Păstrarea cărnii proapete de ovină după 36 ore a provocat creşterea NGMAFA $2*10^3$ UFC/1g. Controlul microbiologic a şrotului de nuci a constat că NGMAFA – $2,7*10^3$ UFC/1g. Aşadar materia primă din punct de vedere microbiologic este inofensivă şi se înscrie în limitele cerute de HG 221 din 14.07.2006 [15].

Tabelul 2

Caracteristicile microbiologice în „mici din carne de ovină şi pasăre"

№	Denumirea produsului	Durata păstrării, ore	NGMAFA (UFC/1g)	Bacterii coliforme în 0,001g	Salmonella, în 25 g	Drojdii, (UFC/1g)	Micete, (UFC/1g)
1	Mici din carne de ovină şi pasăre (50:50) cu şrot de nuci 7% şi fibre alimentare 2%	0	$4,2x\ 10^2$	nu s-a depistat	nu s-a depistat	nu s-a depistat	nu s-a depistat
		72	$1,5x\ 10^4$	nu s-a depistat	nu s-a depistat	nu s-a depistat	$1,0x\ 10^4$

2	Mci din carne de ovină și pasăre (60:40) cu șrot de nuci 7% și fibre alimentare 2%	0	$4,0x\ 10^2$	nu s-a depistat	nu s-a depistat	nu s-a depistat	$1,0x\ 10^3$
		72	$2,6x\ 10^5$	nu s-a depistat	nu s-a depistat	nu s-a depistat	$2,0x\ 10^3$
3	Mici din carne de ovină și pasăre (40:60) cu șrot de nuci 7% și fibre alimentare 2%	0	$6,0x\ 10^3$	nu s-a depistat	nu s-a depistat	nu s-a depistat	$1,0x\ 10^3$
		72	$3,0x\ 10^5$	nu s-a depistat	nu s-a depistat	nu s-a depistat	$2,1x\ 10^3$
4	Mici din carne de ovină și pasăre (70:30) cu șrot de nuci 7% și fibre alimentare 2%	0	$1,0x\ 10^4$	nu s-a depistat	nu s-a depistat	nu s-a depistat	nu s-a depistat
		72	$5,0x\ 10^5$	nu s-a depistat	nu s-a depistat	nu s-a depistat	$2,0x\ 10^3$

În mostrele experimentale de „mici” din ambele două partide NGMAFA pe parcursul păstrării în stare refrigerată la 0...+4 ºC timp de 72 ore se înscrie în limitele adimisibile [15], care este de $5x10^6$. Nu au fost depistate bacterii coliforme, microorganisme patogene, inclusiv Salmonella și nici drojdii, doar un număr redus de micete în unele probe.

Pentru a realiza analiza senzorială a mostrelor de „mici din carne de ovină și pasăre” în diferit raport, care sau păstrat la 0...+4 ^oC au fost supuse tratametului termic prin prăjire.

În urma degustației probele de „mici din carne de ovină și pasăre” în diferit raport (50:50, 60:40, 40:60, 70:30), cu șrot de nuci 7% și fibre alimentare 2% au obținut un punctaj maxim 4,81 pentru proba de „mici” din carne de ovină 70% și carne de pasăre 30%, apoi cu nota medie gerală 4,78 pentru proba de „mici” din carne de ovină 40% și carne de pasăre 60%, urmată de proba de „mici” din carne de ovină 60% și carne de pasăre 40% cu 4,69 puncte și pentru proba cu raportul cărnii 50:50 nota medie generală de 4,19 puncte.

CONCLUZII. Semifabricatele tocate din carne de ovine pot fi fabricate prin diverse reţete de producere. Pentru îmbogăţirea valorii nutritivă, ameliorarea consistenţii şi redarea calităţii dietetice, este utilă introducerea unor adaosuri funcţionale, care pot fi aplicate în condiţiile gospodăriilor mici de creştere a ovinelor.

Modificarea reţetelor de fabricaţie poate fi direcţionată spre obţinerea unor produse funcţionale prin adaos în reţeta a materialelor auxiliare de tip fibre alimentare şi şroturi.

În rezultatul experimentelor efectuate s-a constat că:

– sunt propuse şi elaborate reţete originale pentru semifabricate tocate „mici din carne de ovină” și produs lotul experimental;

– raportul cărnii de ovine şi pasăre pentru producerea semifabricatelor tocate este de 70:30;

– aplicarea şrotului de nuci şi fibrele alimentare din grâu în reţeta de fabricaţie a micilor din carne de ovină şi pasăre rezultă majorarea capacităţii de legare a apei şi astfel creşte randamentul produsului finit;

– caracteristicile organoleptice a semifabricatelor tocate „mici din ovină şi pasăre", datorită şrotului de nuci se îmbunătăţesc;

– termenul de valabilitate în condiţii de refrigerare la temperatura 0…+4 ºC a semifabricatelor tocate de tip „mici" ambalate în caserole de polisteren şi ermetizate cu stretch folie s-a constatat că este de 72 ore.

Referinţe bibliografice:

1. ПИЛАТ, Т. Л., БЕЛЫХ, О. А., ВОЛКОВА, А. Ю. Функциональные продукты питания: Современная необходимость или общее заблуждение. В: Пищевая промышленность. 2013. nr. 2. с. 71-73.

2. РЯЗАНОВА, К. С., ЕЛИСЕЕВА, М. В., ГАВРИЛОВА, Е. В. Показатели качества мясных рубленых полуфабрикатов с начинками. Молодой ученый. 2015. № 7 [87]. с. 202–203. ISSN 2072-0297.

3. TARCOVEANU, Eugen. Pentru profilaxia aparitiei bolilor microbiene si virale provocate de consumul de carne si preparate, trebuie respectate normele de igiena incepand "de la ferma, pana la furculita", deci pana cand produsul respectiv ajunge la consumator [online]. [accesat mai 2016]. Disponibil: http://www.avitop.ro/opinii_tarcoveanu.html.

4. ГОСТ 9959-91. Продукты мясные. Общие условия проведения органолептической оценки. Взамен ГОСТ 9959-74, введ. 1992-01-01. Москва, 2010. 11 с.

5. ГОСТ 4288-76. Изделия кулинарные и полуфабрикаты из рубленого мяса. Правила приемки и методы испытаний. Взамен ГОСТ 4288-65, введ. 1992-01-01. Москва, 2004. 16 с.

6. ГОСТ 31107-2002. Мясо и мясные продукты. Метод определения массовой доли влаги. Введ. 2007-10-01. Москва, 2007. 7 с.

7. ЖУРАВСКАЯ, Н. К., АЛЕХИНА, Л. Т., ОТРЯШЕНКОВА, Л. М. Исследование и контроль качества мяса и мясопродуктов. МОСКВА, 1985. 296 с.

8. АНТИПОВА, Л. В., ГЛОТОВА, И. А., РОГОВ, И. А. Методы исследования мяса и мясных продуктов. МОСКВА – Колос, 2001. 376 с. ISBN 5-10-003612-5.

9. SM EN ISO 4833-1:2014. Microbiologia lanţului alimentar. Metoda orizontală pentru enumerarea microorganismelor. Partea 1: Tehnica de numărare a coloniilor la 30°C prin metoda turnării în plăci. Chişinău: INSM, 2014. 21 p.

10. SM ISO 4831:2010. Microbiologia alimentelor şi furajelor. Metodă orizontală pentru detectarea şi enumerarea bacteriilor coliforme. Tehnica numărului cel mai probabil. Chişinău: INSM, 2010. 20 p.

11. SM ISO 4832:2016. Microbiologia produselor alimentare şi furajelor. Metoda orizontală pentru numărarea bacteriilor coliforme. Metoda de numărare a coloniilor. Chişinău: INSM, 2016. 23 p.

12. SM EN ISO 6579:2015. Microbiologia produselor alimentare şi furajelor. Metoda orizontală pentru detectarea bacteriilor de genul Salmonella spp. Chişinău: INSM, 2015. 58 p.

13. SM ISO 21527-2:2014. Microbiologia produselor alimentare şi furajelor. Metodă orizontală pentru enumerarea drojdiilor şi mucegaiurilor. Partea 2: Tehnica de numărare a coloniilor din produse cu activitatea apei mai mică sau egală cu 0,95. Chişinău: INSM, 2014. 19 p.

14. ГОСТ 10444.12-88. Продукты пищевые. Методы определения молочнокислых микроорганизмов. Взамен ГОСТ 10444.12-75, введ. 1992-01-01. Москва: Стандартинформ, 2010. 6 с.

15. Hotărîrea Guvernului Republicii Moldova cu privire la aprobarea regulilor privind criteriile microbiologice pentru produsele alimentare: nr. 221 din 16.03.2009. In: Monitorul Oficial al Republicii Moldova. 2009, nr. 59-61.

SYNTHESIS AND ANTIMICROBIAL ACTIVITIES OF NEW HOMODRIMANE SESQUITERPENOIDS WITH OXADIAZOLE UNITS

İLKER ÖZER
State University „Dimitrie Cantemir", Republic of Moldova

Terpenes is a large and diverse class of organic compounds, produced by a variety of plants and by some insects.[1,2] The difference between terpenes and terpenoids is that terpenes are hydrocarbons, whereas terpenoids contain additional functional groups.

Terpenes and terpenoids are the primary constituents of the essential oils of many types of medicinal and aromatic plants. Essential oils are used widely as fragrances in perfumery, in medicine and alternative medicines such as aromatherapy.

Terpenes are derived biosynthetically from the isoprene unit, which has the molecular formula C_5H_8 (Fig. 1). The basic molecular formula of terpenes are multiples of that, $(C_5H_8)_n$ where *n* is the number of linked isoprene units.

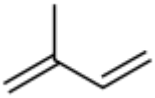


Figure 1. *Isoprene unit*

Oxadiazoles are five-membered heterocyclic aromatic compounds consisting of one oxygen atom, two nitrogen atoms and two carbon atoms. Depending on the placement of the nitrogens in the ring, several isomers exist such as 1,2,3-oxadiazole (**1**), 1,2,4-oxadiazole (**2**), 1,2,5-oxadiazole (**3**) and 1,3,4-oxadiazole (**4**) (Fig. 2). Oxadiazoles form a major class of compounds with a heterocyclic nucleus for drug development and were among the first effective chemotherapeutic and antibiotic agents.

Interest in oxadiazoles ranges from medicinal chemistry to the polymer industry. Oxadiazoles have antibacterial, anti-inflammatory, anticonvulsant, anticancer, antitubercular, anti-diabetic, antihelmintic, and analgesic CNS depressant activities, among others. Due to their broad biological activity potentials, the synthesis of oxadiazole derivatives is of interest to medicinal chemists working in drug development.[3,4]

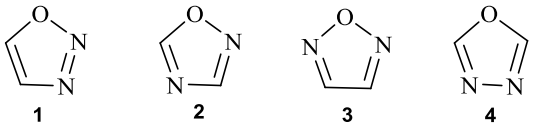
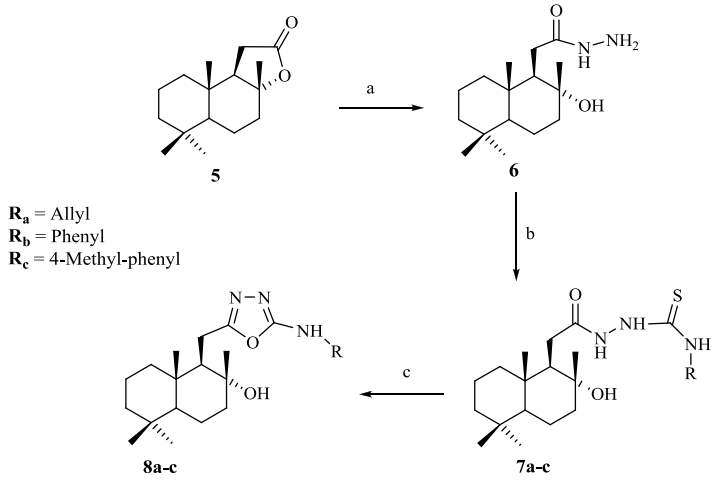


Figure 1. *Isomeric oxadiazoles (**1-4**).*

The purpose of this work is to prepare hybride sesquiterpeno-heterocyclic compounds with a cumulative biological potential.[5,6] Herein we report the results of new homodrimane sesquiterpenoid compounds with oxadiazole fragments synthesis and their *in vitro* antibacterial and antifungal assessments.

Results and Discussions. As starting material for the synthesis of the reported compounds was 8-hydroxy-homodrim-11-hydrazide (**6**), which was obtained from commercially available sclareolide (**5**) in 1 step with a 85% yield (Scheme 1).[7]



Scheme 1. *Synthesis of new oxadiazoles (**8a-c**) from sclareolide (**5**).*

Reagents and conditions: a. $NH_2NH_2 \cdot H_2O$, EtOH, Δ, 4h, 85%, b. R-NCS, EtOH, r.t., 4-5 h, 83-91%; c. DCC, Acetone, MeOH, Δ, 5 h, 76-81%.

The hydrazide **6** was treated with substituted aryl isothiocyanates in ethanol to yield, intermediate compounds, hydrazinecarbothioamides **7a-c**, which were treated with ***N,N'*-dicyclohexylcarbodiimide** (DCC) in methanol and acetone, to

form homodrimane compounds with 2-amino-1,3,4-oxadiazole unit **8a-c** in 76-81% yields.[8]

The structures of all synthesized compounds were proved by the high-resolution mass spectrometry (HRESIMS) and spectral analyses as infrared (IR), proton, carbon and nitrogen nuclear magnetic resonance spectroscopy (^{1}H, ^{13}C and ^{15}N NMR) and two-dimensional nuclear magnetic resonance spectroscopy (COSY, HMQC, HMBC).

Three newly synthesized compounds were preliminary screened for their *in vitro* antimicrobial and antifungal activity against pure cultures of five fungi species (*Aspergillus niger*, *Fusarium*, *Penicillium chrysogenum*, *Penicillium frequentans*, *Alternaria alternata*) and against both Gram-negative (*Pseudomonas aeruginosa*) and Gram-positive bacteria (*Bacillus sp*)[9]. Caspofungin and Kanamycin were used as standards for antifungal and antibacterial activity testing.

Table 1

Results of *in vitro* testing of antimicrobial and antifungal activity of compounds **8a-c**.

Compound	MIC (μg/mL)						
	Aspergillus niger	Fusarium	Penicillium chrysogenum	Penicillium frequentans	Alternaria alternata	Bacillus sp.	Pseudomonas aeruginosa
8a	> 32	> 32	> 32	> 32	> 32	> 256	> 256
8b	**0.75**	**0.75**	**0.75**	**0.75**	**0.75**	**4**	**4**
8c	24	24	24	24	24	170	170
Caspofungin	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	-	-
Kanamycin	-	-	-	-	-	3.5	3.5

According to the assays, compound **8b** exhibited good antifungal activity with a minimum inhibitory concentration (MIC) value of 0.075 μg/mL in comparison with the reference compound Caspofungin (0.24 μg/mL) and good antimicrobial activity 4 μg/mL in comparison with the reference compound Kanamycin (3.5 μg/mL) (see Table 1).

Conclusion. New hybrid compounds with a tetranorlabdanic and heterocyclic units were synthesized. The structure of compounds was proven by the spectral analyses. *In vitro* antimicrobial and antifungal activities of the oxadiazoles have been evaluated. The tested compounds manifested good antibacterial and antifungal activity against pure cultures of five strains of fungi and two species of bacteria.

References:

1. Martin DM. et al. Induction of Volatile Terpene Biosynthesis and Diurnal Emission by Methyl Jasmonate in Foliage of Norway Spruce. Plant Physiol. 2003, 132, p. 1586-1599.

2. Pichersky E., Noel JP., Dudareva N. Biosynthesis of Plant Volatiles: Nature's Diversity and Ingenuity. Science, 2006, 10, 311, p. 808-811.

3. Patel NB., Patel JC. Synthesis and antimicrobial activity of 3-(1,3,4-oxadiazol-2-il) quinazolin-4(3H)-ones. Sci. Pharm., 2010, 78, p. 171–193.

4. Salgın-Gökşen U. et al. 1-Acylthiosemicarbazides, 1,2,4-triazole-5(4H)-thiones, 1,3,4-thiadiazoles and hydrazones containing 5-methyl-2-benzoxazolinones: Synthesis, analgesic-anti-inflammatory and antimicrobial activities. Bioorg. Med. Chem., 2007, 15, p. 5738-5751.

5. Kuchkova KI. et al. Synthesis and structure of homodrimane sesquiterpenoids containing 1,2,4-triazole and carbazole rings. Chem Nat Compd., 2005, 51, p. 684-687.

6. Aricu A. et al. Synthesis of new antibacterial and antifungal drimane sesquiterpenoids with azaheterocyclic units. Med. Chem. Res., 2016, 25, p. 2316-2323.

7. Styngach EP. et al. Crystal and molecular structure of (1s,2s,4as,8as)-n-(n-allyldiaminomethanethione)-1-(2-hydroxy-2,5,5,8a-tetramethyldecahydronaphthalenyl) acetamide. Journal of Structural Chemistry, 2005, 46, p. 765-769.

8. Omar FA., Mahfouz NM., Rahman MA. Design, synthesis and antiinflammatory activity of some 1,3,4-oxadiazole derivatives. Eur. J. Med. Chem., 1996, 31, p. 819-825.

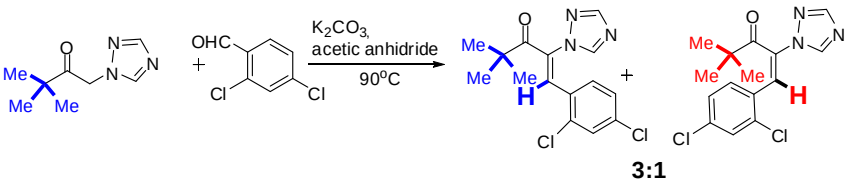
9. National Committee on Clinical Laboratory Standards (NCCLS), "Antimicrobial Susceptibility Standards (ATS)", ed. 2003, for M7 (CMI) and M100.

ISOMERIZAREA N-VINILTRIAZOLII

ZVEAGHINŢEVA MARINA
Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir", Republica Moldova

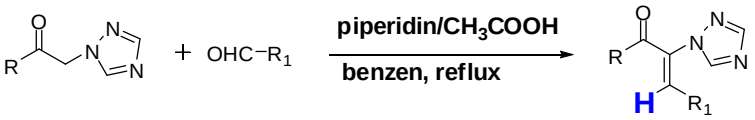
Introducere. Chimia heterociclurilor este una dintre tendinţele interesante din chimia organică modernă. Compuşii, inclusiv heterociclurile, fac parte atât de compuşi biologic activi naturali cât şi sintetici, incluzând o varietate de derivaţi de 1,2,4-triazol [7,8]. Acest lucru a condus la o serie aproape nelimitată de compuşi heterociclici sintetici din punct de vedere structural, cu o gamă largă de proprietăţi fizice, chimice şi biologice şi, ca o consecinţă, în diverse domenii, în special în medicină şi agricultură. Printre derivaţii acestei clase de compuşi, N-vinil triazoli ocupă un loc de onoare [4,9]. Astfel de compuşi sunt caracterizaţi prin prezenţa izomerismului spaţial. Triazolil cetonele, atunci când sunt condensate cu aldehide în prezenţa unui catalizator, dau un produs care este un amestec de izomeri E- şi Z, a cărui formare este influenţată de un număr de factori cum ar fi metoda de preparare, structura radicalii (aldehida şi cetona), etc.

Rezultate şi discuţii. Autorii lui Yuji, Funaki şi alţ.. a fost studiat condensarea triazolil cetonelor cu aldehide [3]. Într-un exemplu de interacţiune a 2,4-diclorbenzaldehidei şi 3,3-dimetil-1- (1 H-1,2,4-triazol-1-il) butan-2-onă s-a arătat formarea unui amestec , care, la separare, au format un raport al izomerilor Z şi E - 3: 1.



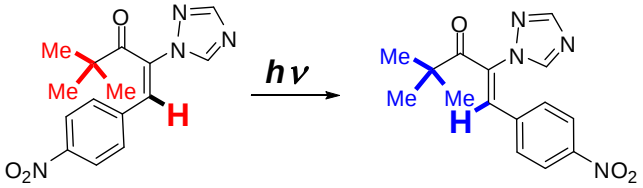
Schema 1. *Schema pentru obţinerea Z/E-vinil cetonei*

Colaboratorii institutului nostru Krimer M.Z., Stingaci E.P. şi altele, s-a propus o metodă de sinteză [3] pentru care produsul de reacţie este predominant izomerul Z, aşa cum este confirmat prin spectroscopie RMN şi analiză de difracţie cu raze X.



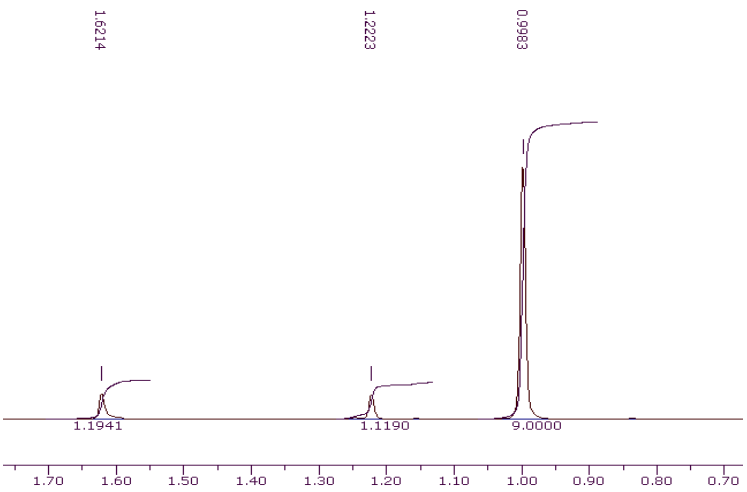
Schema 2. *Reacţia dintre triazolil cetonei şi aldehidă.*

Este cunoscut faptul că izomerii geometrici cis- şi trans (Z şi E) cu aceeaşi structură chimică (ordinea obligaţiunilor) au o configuraţie spaţială diferită, iar pentru convertirea lor reciprocă, ca regulă, o energie de 120-170 jouli (30- 40 kcal / mol) [2]. În literatura de specialitate sunt descrise cazurile de tranziţie a izomerului E sau a unui amestec de izomeri în izomerul Z sub influenţa iradierii UV [6].

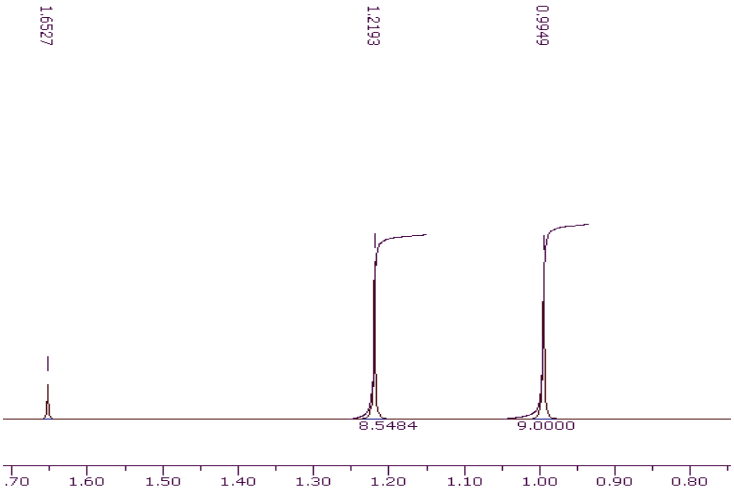


Schema 3. *Transformarea fotochimică de (E) -1- (2,4-diclorfenil) -4,4-dimetil-2- (l, 2,4-triazol-1-il) -7-penten-3-ol).*

În cazul (Z) -4,4-dimetil-1- (4-nitrofenil) -2- (1 H- 1,2,4- triazol- 1- il) pent- 1 - en- 1] s-a observat că prin dizolvarea izomerului E (izolat prin cromatografie preparativă) în timp, o impuritate izomer Z apărută în soluţia cloroformă-11% după îndepărtarea spectrului ^{1}H-RMN şi un echilibru de 0,9: 1 a fost ulterior stabilită. Raportul izomerilor E şi Z a fost determinat din raportul intensităţii integrate a vârfurilor de grupări terţ-butil (Schema 3).



Schema 3.1 *Parte a spectrului Spectrul ^{1}H-RMN cu predominanța izomerului E, a luat pe spectrometru Bruker Avance (400MHz, CDCI$_3$)*



Schema 3.2 *Parte a spectrului repetat ^{1}H-RMN*

Spectrele acestor izomeri se caracterizează prin: dezvoltarea unui proton olefinic și a atomului său de carbon în izomerul Z într-un câmp mai puternic decât în izomerul E. Și în spectrul de carbon - un set dublu de semnale, adică toți atomii de carbon ies în zone diferite și nu se suprapun.

Datele spectrale ale izomerilor sunt după cum urmează:1H RMN spectrul Z-izomerului (400 MHz, CDCl3, δ, ppm, J/Hz): 1.2 (s, 9H, t-Bu), 7.27 (s, 1H, -CH=), 7.50 (d, 2H, BB´ sistemul AA´BB´ parte componentă a sistemului aromatic, J=8.7), 8.10 (s, 1H, triazol), 8.24 (d, 2H, AA´ sistemul – parte componentă a sistemului aromatic AA´BB´ , J=8.7), 8.29 (s, 1H, triazol). ^{13}C-RMN spectrul (100 MHz, CDCl3, δ, ppm): 207.3, 153.0, 147.9, 141.9, 139.3, 136.2, **119.2**, 129.1, 124.0, 45.7, 27.0.

1H RMN spectrul E-izomerului (400 MHz, CDCl3, δ, ppm, J/Hz): 1.00 (s, 9H, t-Bu), 7.04 (d, 2H, BB´ sistemul AA´BB´ parte componentă a sistemului aromatic, J=8.6), 7.50 (s, 1H, -CH=), 7.99 (s, 1H, triazol), 8.13 (d, 2H, AA´ sistemul – parte componentă a sistemului aromatic AA´BB´ , J=8.9), 8.16 (s, 1H, triazol). ^{13}C-RMN spectrul (100 MHz, $CDCl_3$, δ, ppm): 201.8, 152.9, 148.3, 145.0, 137.7, 135.4, **133.7**, 130.2, 124.1, 44.3, 27.3.

Concluzie. Compușii de N-viniltriazolii adaugă culori strălucitoare paletei luminate de izomerism spațial și completează imaginea de ansamblu, îmbogățind materialul practic acumulat în acest domeniu.

Mulţumiri. Autorul își exprimă mulțumire conducătorului ştiinţific, profesorului Macaev Fliur și colectivului laboratorului de Sinteză organică și biofarmaceutică pentru sprijinul și ajutorul acordat în pregătirea acestei comunicări.

Referințe bibliografice:

1. Влад П. Ф. Макаев Ф. З., «Вводный курс по стереохимии органических соединений», Академия наук Молдовы Институт Химии,Кишинэу, 2013.с.108.

2. Brevet de invenţie MD 4515 (12). Macaev F., Stingaci E., Duca D., Duca Gh. Procedeu de obţinere a (Z)-4,4-Dimetil-1-(4-nitrofenil)-2-(1H-1,2,4-triazol-1-il)pent-1-en-3-ona . MD/BOPI 9/2017.

3. Funaki et al.,Geometrical izomer of 1-substituted-1-triazolystyrenes. US4749716.

4. Haroun, M., Tratrat, C., Tsolaki, E., & Geronikaki, A. Thiazole-based thiazolidinones as potent antimicrobial agents. Design, synthesis and biological evaluation. Combinatorial chemistry & high throughput screening, 2016, 19(1), 51-57.

5. Pawan Kumar Mishra, Jaya Dwivedi, Rajani Chauhan. Triazoles as potential antitubercular agent: a review. Journal of Advanced Scientific Research, 2016, 7(1), 9-13.

6. P. Dureja & S. Walia, Photochemical transformation of (E)-l-2,4-dichlorophenyl)-4,4Dimethyl-2-(l,2,4-triazol-1-yl)-7-penten-3-ol),Toxicological & Environmental Chemistry,ISSN: 0277-2248 (Print) 1029-0486 (Online) Journal homepage: http://www.tandfonline.com/loi/gtec20.

7. Rangappa S. Keri, Siddappa A. Patil, Srinivasa, Budagumpi, Bhari Mallanna Nagaraja. Triazole: A Promising Antitubercular Agent. Chem Biol Drug Des 2015, 86, 410-423.

8. Rangappa S. Keri, Siddappa A. Patil, Srinivasa, Budagumpi, Bhari Mallanna Nagaraja. Triazole: A Promising Antitubercular Agent. Chem Biol Drug Des 2015, 86, 410-423.

9. Regel et al. Triazolilpropenol derivaties,a process for their preparation and their use as plant growth regulators and fungicides.CA1168248.

ELUCIDAREA EFECTELOR NANOPARTICULELOR FE_3O_4 ASUPRA VIABILITĂȚII ȘI PRODUCTIVITĂȚII LEVURII *RHODOTORULA GRACILIS* CNMN-Y-30 ÎN FUNCȚIE DE DIMENSIUNI ȘI CONCENTRAȚIE

BEŞLIU ALINA, USATÎI AGAFIA, EFREMOVA NADEJDA
Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir”, Republica Moldova

În prezent nanotehnologiile se dezvoltă cu paşi rapizi fiind incluse într-o serie largă de procese şi produse industriale, medicale, farmaceutice, alimentare şi biotehnologice [Dong, 2014, Lu, 2007, Mody, 2010, Donaldson, 2004]. Un potenţial deosebit este orientat spre utilizarea şi elucidarea efectelor nanoparticulelor oxidului de fier care pot soluţiona problemele cu care se confruntă în prezent omenirea. Caracteristicile cum ar fi magnetizare ridicată, dimensiune mai mică de 100 nm, compoziţia chimică, uniformitatea granulometrică, structura, aria suprafeţei, biocompatibilitate, duritate, flexibilitate, solubilitate [Laurent et al., 2010, Elsaesser A, 2012], oferă proprietăţi unice care sunt responsabile pentru efectele pozitive cât şi negative [Elsaesser A, 2010].

În acest context, pentru a nu ne confrunta ulterior cu efecte negative asupra sanătăţii şi mediului înconjurător, sunt necesare informaţii privind influenţa nanoparticulelor asupra organismelor vii şi stucturilor celulare. Utilizarea microorganismelor şi în special a levurilor din genul *Rhodotorula* ca obiect de studiu pentru analiza influienţei nanoparticulelor, include o mulţime de avantaje fiind obiecte comode şi reprezentative, care oferă oportunităţi în modelarea diferitor procese vitale şi stabilirea mecanismelor de acţiune a compuşilor asupra componentelor celulare.

Pentru evaluarea influenţei nanoparticulelor oxidului de fier asupra levurii *Rhodotorula* gracilis CNMN-Y-30 este importantă studierea acţiunii asupra reproducerii, viabilităţii şi productivităţii.

Scopul lucrării constă în elucidarea efectelor nanoparticulelor Fe_3O_4 asupra viabilităţii şi productivităţii levurii *Rhodotorula gracilis* CNMN-Y-30 în funcţie de dimensiuni şi concentraţie.

Obiect de studiu şi medii de cultură. În cadrul cercetărilor s-a utilizat levura pigmentată *Rhodotorula gracilis* CNMN-Y-30, selectată ca producător de proteine şi carotenoide. Tulpina este depozitată în colecţia Laboratorului Biotehnologia Levurilor şi în Colecţia Naţională de Microorganisme Nepatogene a Institutului de Microbiologie şi Biotehnologie.

Pentru inoculare şi cultivarea submersă a levurii s-au utilizat mediile de fermentaţie specifi ce tulpinii în studiu YPD şi must de malţ [2]. Cultivarea submersă s-a efectuat în baloane Erlenmeyer cu capacitate de 1,0 L, pe agitator cu viteza de rotaţie 200 rot./min, la temperatura de $+25^0$ C, gradul de aerare

80,0...83,0 mg/L, durata de cultivare submersă 120 ore. Mediul lichid de fermentare s-a însămânţat în volum de 5% cu inocul 2x106 celule/ml.

În cercetări s-au utilizat nanoparticule Fe_3O_4 pulbere, cu dimensiuni de 10 nm şi 50-100 nm, suspensia de nanoparticule a fost preparată conform metodei specificate [Gonzalis, 2013]. Concentraţiile nanoparticulelor utilizate în experienţe la cultivarea levurii au constituit 0.5; 1.0; 5.0; 10; 15; 20; 25 şi 30 mg/L. În calitate de martor s-a cercetat varianta fără aplicarea nanoparticulelor.

Metode de realizare a cercetărilor. Biomasa levuriană a fost determinată gravimetric [Liu Hong-Zhi et. al., *2009*]. Substanţa uscată a fost determinată prin cântărire şi uscarea în etuvă la 105˚C pînă la greutate constantă a unei cantităţi determinate de probă [Miyamoto-Shinohara, 2010]. Prelucrarea statistică a rezultatelor a fost efectuată cu ajutorul setului de programe Statistica 7.

Rezultate şi discuţii. Un element esenţial în evaluarea impactului nanoparticulelor Fe_3O_4 este studiul asupra procesului de reproducere a levurii *Rhodotorula gracilis* CNMN-Y-30 deoarece moartea celulară este una dintre consecinţele toxicităţii, factorilor chimici sau fizici care îşi exercită efectele toxice printr-un număr de modificări celulare ce pot compromite capacitatea celulelor de a se diviza fără a duce neapărat la moartea celulelară. Acest aspect caracterizează vitalitatea celulară şi capacităţile fiziologice ale celulelor. Pentru estimarea stării fiziologice după expunerea la diferite tipuri de factori de stres este necesar de a efectua analiza viabilităţii celulare. Care este metoda cea mai frecvent utilizată pentru evaluarea impactului diferitelor tipuri de factori de stres în cercetarea toxicologică şi în studiile microbiologice. Viabilitatea este definită ca procentul de celulele vii dintr-o populaţie întreagă. Reieşind din cele expuse, a fost necesară studierea influenţei nanoparticulelor Fe_3O_4, aplicate în diapazon larg de concentraţii, asupra viabilităţii tulpinii de levuri pigmentate *Rhodotorula gracilis* CNMN-Y-30.

Viabilitatea a celulelor tulpinii de levuri pigmentate *Rhodotorula gracilis* CNMN-Y-30 s-a monitorizat timp de 24 ore de cultivare în profunzime sub influenţa nanoparticulelor Fe_3O_4 de 10 nm şi 50-100 nm cu concentraţii diferite.

Nanoparticule Fe_3O4 de 10 nm afectează viabilitatea celulelor levurii *Rhodotorula gracilis* CNMN-Y-30, care reţin multiplicarea celulelor pe parcursul tuturor perioadelor cercetate efect mai pronunţat se observă după după 24 ore de cultivare în profunzime unde conţinutul este redus cu 83,6...86,9% (fig. 6), comparativ cu proba martor. Rezultatele obţinute indică că nanoparticule Fe_3O_4 de 10 nm influienţează negativ viabilitatea celulelor pigmentate. Şi conform indicelui toxicităţii ($IC_{50\%}$) pot fi plasate în categoria de substanţe de pericol - nocive.

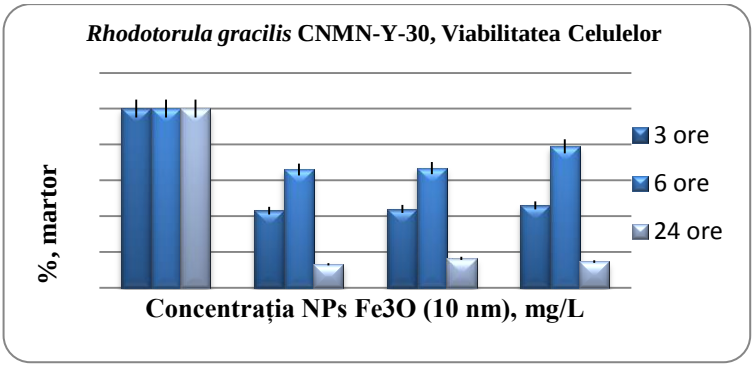


Figura 1. *Influența nanoparticulelor Fe_3O_4 (10 nm) asupra viabilității celulare a tulpinii Rhodotorula gracilis CNMN-Y-30 în funcție de concentrație.*

Rezultatele obținute la introducerea nanoparticulelor Fe_3O_4 de 50-100 nm au demonstrat deviații negative după 3 ore de cultivare, viabilitatea celulelor a scăzut cu 6...53%, comparativ cu proba martor. Dar după 6 și 24 ore s-a înregistrat o activare a viabilității celulelor, care a permis o creștere de 11...102% și respectiv 20...230%, față de martor. După 24 de ore viabilitatea este afectată doar în cazul concentrației de 30 mg/L, care scade cu 27%, comparativ cu proba martor. Din rezultatele obținute putem concluziona că influența nanoparticulelor asupra viabilității levurii *Rhodotorula gracilis* CNMN-Y-30 depinde de dimensiunea și concentrația nanoparticulelor introduse în mediu de cultivare.

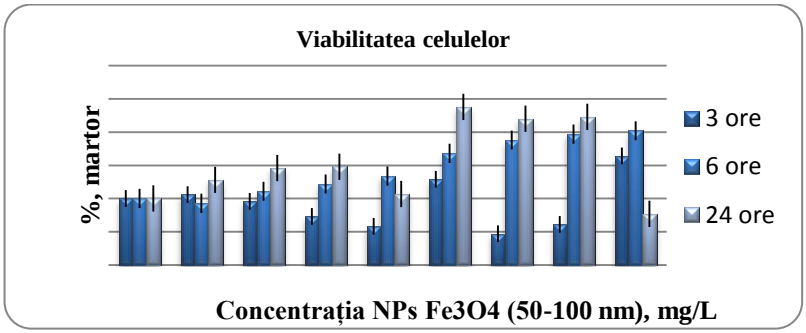


Figura 2. *Influența nanoparticulelor Fe_3O_4 (50-100 nm) asupra viabilității celulare a tulpinii Rhodotorula gracilis CNMN-Y-30.*

Studiul privind analiza productivității obținute după 120 ore de cultivare în profunzime a relevat unele diferențe în efectele produse de către nanoparticule. Conform rezultatelor, nanoparticulele Fe_3O_4 (10 nm) în concentrații mici manifestă acțiune stimulatoare asupra productivității levurii, sporul cel mai înalt de 13,3 -14,8 % față de martor s-a înregistrat pentru 0,5-1 mg/L (fig. 3). Odată cu mărirea concentrației de nanoparticule se observă o micșorare nesemnificativă a conținutului de biomasă levuriană, valorile sunt situate în limita erorii admisibile. Pentru a stabili rolul concentrațiilor nanoparticulelor în procesul de acumulare a biomasei celulare a fost efectuată analiza corelațională. Raportul corelațional confirmă dependența valorilor productivității cu cele ale concentrațiilor nanoparticulelor Fe_3O_4 (10 nm), coeficientul de determinare fiind moderat (R2 = 0, 766).

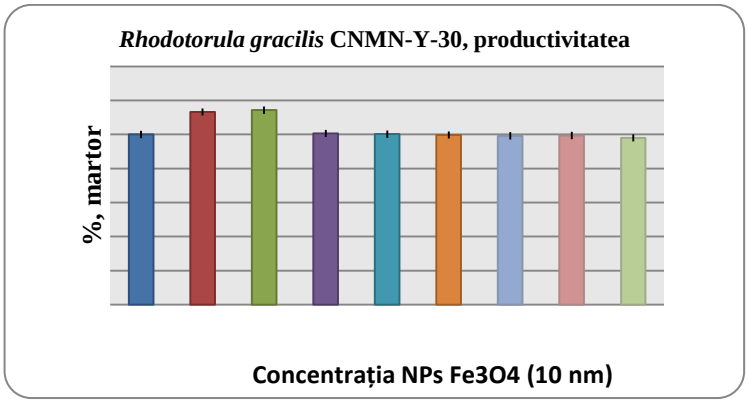


Figura 3. *Influența nanoparticulelor Fe_3O_4 (10 nm) asupra productivității tulpinii Rhodotorula gracilis CNMN-Y-30 în funcție de concentrație.*

Studiul influenței nanoparticulelor Fe_3O_4 cu dimensiunea de 50-100 nm asupra tulpinii de levuri *Rhodotorula gracilis* CNMN-Y-30 au evidențiat o creștere a productivității de 6-24 %, comparativ cu proba martor. Productivitatea fiind afectată negativ doar de concentrația de 25 mg/L care o micșorează cu 25,6%.

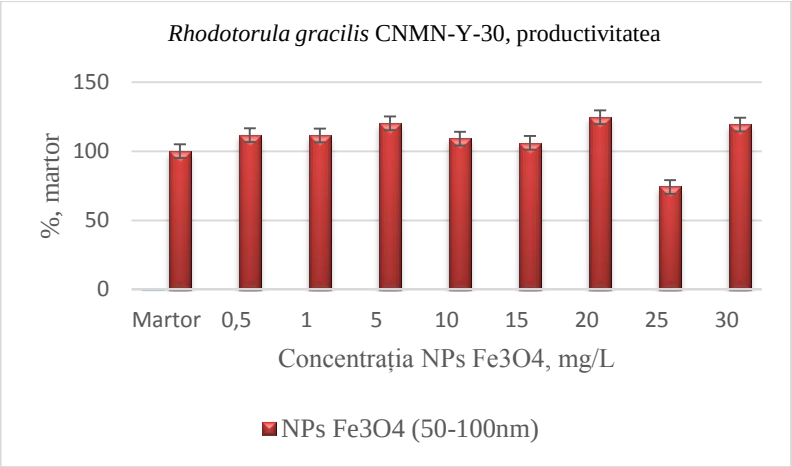


Figura 4. *Influența nanoparticulelor Fe_3O_4 (50-100 nm) asupra productivității tulpinii Rhodotorula gracilis CNMN-Y-30.*

Rezultatele obținute indică că, tulpina de levuri pigmentate *Rhodotorula gracilis* CNMN-Y-30 rămâne este influențată de prezența nanoparticulelor oxidului de fier în mediul de cultivare. Rezultatele prezentate contribuie la dezvoltarea bazelor teoretice și practice de evaluare a influenței nanoparticulelor asupra obiectelor biologice. Informația obținută poate fi utilizată de către specialiștii din domeniul microbiologiei, medicinii, cosmetologiei, industriei textile, industriei alimentare etc., în care aceste nanomateriale au aplicații.

Concluzii. Studiul influenței nanoparticulelor Fe_3O_4 asupra culturii de *Rhodotorula gracilis* CNMN-Y-30 a demonstrat că efectul acestora depinde de dimensiuni și concentrația utilizată.

Nanoparticule Fe_3O4 de 10 nm afectează viabilitatea celulelor levurii *Rhodotorula gracilis* CNMN-Y-30, care reţin multiplicarea celulelor pe parcursul tuturor perioadelor cercetate efect mai pronunțat se observă după după 24 ore de cultivare în profunzime.

Rezultatele obținute la introducerea nanoparticulelor Fe_3O_4 de 50-100 nm au demonstrat deviații negative doar după 3 ore de cultivare, după 6 și 24 ore s-a înregistrat o activare a viabilității celulelor.

Studiul privind analiza productivității obținute după 120 ore de cultivare în profunzime a relevat unele diferențe în efectele produse de către nanoparticule. Conform rezultatelor, nanoparticulele Fe_3O_4 (10 nm) în concentrații de 0,5-1,0 mg/L manifestă acțiune stimulatoare asupra productivității levurii. Nanoparticule

Fe_3O_4 cu dimensiunea de 50-100 nm stimulează productivitatea levurii *Rhodotorula gracilis* CNMN-Y-30 în toate variantele experimentale.

Referințe bibliografice:

1. Aguilar-Uscanga B., Francios J. A study of the yeast cell wall composition and structure in response to growth conditions and mode of cultivation. *Lett Appl Microbiol*., 2003, 37(3), 268–274 p.

2. Anghel I., Vamanu A., Mitrache L. et. al. Biologia şi tehnologia drojdiilor. Bucureşti: Editura Tehnică. 1993, vol. 3, 308 p.

3. Anghel I., Vassu T., Segal B., Berzescu P., Herlea V., Dan V., Cancea I., Kathrein Vamanu. Biologia şi tehnologia drojdiilor. Bucureşti: Editura Tehnică. 1991, vol. 2, 315 p.

4. Donaldson V., Stone C., Tran W., Kreyling P., Borm J. Nanotoxicology, //Occup. Environ. Med. 61, 2004, 727–728.

5. Dong Y., Love K., Dorkin, J., Sirirungruang S., Zhang Y., Chen D., Anderson D. Lipopeptide nanoparticles for potent and selective siRNA delivery in rodents and nonhuman primates. //Proceedings of the National Academy of Sciences, 111(11), 2014, 3955–3960

6. Elsaesser A., Howard V. Toxicology of nanoparticles. //Advanced Drug Delivery Reviews. 64, 2012, 129–137.

7. Elsaesser A., Taylor G., Yanes G., McKerr E., Kim E., O'Hare C., Howard V. Quantification of nanoparticle uptake by cells using microscopical and analytical techniques, //Nanomedicine. 5, 2010, 1447–1457.

8. Lu A. Magnetic nanoparticles: synthesis, protection, functionalization, and application. Angewandte Chemie, 2007, 46, p. 1222-1244.

9. Mody VV, Siwale R, Singh A, Mody HR. Introduction to metallic nanoparticles. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*. 2010;2(4):282-289. doi:10.4103/0975-7406.72127.

10. Otero-Gozaliez, L., Garsia-Saucedo, C., Jamez, A., Sierra-Alvarez, R. Toxicity of TiO2, ZrO2, Fe0, Fe2O3 and Mn2O3 nanoparticles to the yeast, Saccharomyces cerevisiae. Chemosphere, 2013, p. 1201-1206.

SPERMATOGENESIS AND CRYOPRESERVATION - THE BASES OF CONSERVATION OF GENETIC RESOURCES

BLYNDU IRINA
Institute of Physiology and Sanocreatology

INTRODUCTION. Recently, the issue of the sterility of male livestock has become more acute, the most common cause for this problem is a violation of spermatogenesis due to poor ecology, unbalanced feeding, and lack of proper care. Information on the direct correlation between environmental conditions and the reproductive function of males is described in the literature, thus, in this context, there is a need for research on the quality of seed material, the influence of various environmental factors on the stages of its formation, and its storage.

An important issue in the intensification of herd reproduction, as well as in the prevention of infertility of agricultural animals, at a time when nano-technologies are actively developing, and the industrialization of the livestock sector takes place - is the development of techniques and the introduction of technologies that would allow animals to be kept depending on their physiological state. Carrying out research in this field, not only the physiological indices of animals are taken into account, but also the climatic and economic and economic characteristics of the Republic of Moldova are taken into account.

With a good state of the organism of females and males and favorable conditions for their existence; with high-grade feeding and proper maintenance, sex cells are usually formed in a larger quantity and have a quality that ensures the fertilization of females and the good condition of the offspring being born. It should be remembered that under unfavorable conditions of existence in females and males, not only the number of formed germ cells decreases, but their quality also deteriorates. The latter causes a reduced fertility, and sometimes a poor state of the offspring born.

This work allows increasing the reproduction rate of highly productive animals and, as a result, contributes to the successful solution of the problem of providing the population with ecologically clean food products, by revealing pathologies at early development levels, cryopreservation of seed material of highly productive animals and their reproduction [6b].

MATERIAL, METHODS, RESULTS AND DISCUSSION. The functioning of the reproductive system depends on how accurately, and without disturbances, the stages of spermatogenesis proceed. Within the framework of this article, some of the studies conducted on rabbits will be considered.

Spermatogenesis in rabbit, like in other mammals, is very organized. Generations of spermatogonia, spermatocytes, spermatids and spermatozoa are grouped into clearly defined cellular associations that interact with each other

anywhere in the seminiferous tubules in a clearly defined cycle of the seminal epithelium.

The number of cycles of the seed epithelium that has arisen from the onset of spermatogenesis to the time when the spermatozoa are extradited into the lumen of the tube depends on the chosen starting point and on the species in question. Some researchers believe that spermatogenesis begins with the first series of spermatogonial mitoses leading to the formation of primary spermatocytes [2].

Within the framework of the studies Endovitskaya I.P., Zinovieva N.A., Ernst L.K., spermatogenesis in rabbits was studied in the dynamics of development of the seminiferous tubules. The morphological structure of the testes tissue was analyzed. The characteristic of distribution of cells of spermatogenic epithelium in the seminiferous tubules in 19 age groups of male rabbits at the age from 10 days to 12 months is given. The analysis of the presence of three types of spermatogonia (A, intermediate and B) in the dynamics: from primary sex cells to complete maturation of cells of spermatogenic epithelium. It has been established that the optimal time for the isolation of spermatogonia stem cells from rabbits is from 10 days to 4 weeks, since during this period the sex cells of the seminiferous tubules of male rabbits are represented only by type A spermatogonia.

In recent times, such a phenomenon as a violation of spermatogenesis is quite common, which, directly, leads to a deterioration in the reproduction of the herd, and as a result, the loss of valuable genetic resources of the country. To avoid this, it is necessary to find out what factors will positively influence this process.

The effect on spermatogenesis of various drugs was proved by V. Granach in a series of experiments conducted on rabbits. Due to the intramuscular injection within 60 days, it was clearly demonstrated that it promotes the intensification of spermatogenesis, promotes fertilization, and also the survival of offspring [3].

No less interesting studies were carried out at the Russian Academy of Agricultural Sciences [10], genetic transformation of rabbit spermatogonia cells in vivo was carried out using retroviral gene constructs. It is shown that the efficiency of transformation of such cells depends on the gene construction used, such as the retroviral preparation, and also the time elapsed from the moment of vector administration prior to sampling. Despite the fact that various methods have been used to transform gametes, a system has not yet been developed that allows efficiently to deliver recombinant DNA to spermatogonia cells.

The reproductive system includes not only the formation of germ cells, for example spermatogenesis, but also other stages of sexual cycles, including artificial insemination, childbirth and the postpartum period. Each of these stages, in turn, affects other branches of biology, including cryopreservation of germ cells and tissues, which allows modern science to cooperate at a high level [6a].

According to Abaraliev A.K., Soodanbekova A.S., the extremely urgent task of modern science is the maintenance and maintenance of fertility. The spermatogenic

epithelium of the testes shows an increased sensitivity to damaging factors, which lead to a cessation of whether the weakening of spermatogenesis, as well as to the atrophy of the epithelium. One of the most urgent and modern methods of preserving fertility is the cryopreservation of male genital tissues and cells.

Sterility is an important social and medical problem of a global scale. The development of medicine, innovative technologies, molecular and genetic diagnostics makes it possible to identify the main causes of sterility. And, nevertheless, in 30-40% of cases it is idiopathic. The search for possible key links in the pathogenesis of pathological spermatozoa continues to the present day. The 21st century marks an era of technological progress. In this regard, today, the attention of specialists of various disciplines is paid to the prevention and correction of the physiological state of the organism. Modern studies show that the state of the environment and the environment lead to fertility, and, in turn, physiological and psychological stress is recognized as a possible cause of sperm pathology [1, 4, 8].

In this connection, the question arises of the preservation of the genetic diversity of farm animals in the republic, the creation of a seed bank, and the most effective methods for its cryopreservation. This is an extremely important aspect in research, since competent and high-quality work with the seed material ensures its safety for a long time, without the risk of its quality deterioration.

Within the framework of the development of cryobiology for many years, in our Republic, numerous studies have been carried out to study the effect of cold on biological materials, mainly on seed material [9].

Thus, on the basis of his own research, Boronchuk G.V., and Balan I.V., [7a], claim that a large number of factors influence the cryopreservation of reproductive cells. In order to avoid damage to the seed at this stage, it becomes necessary to provide this process with optimal technological conditions, as well as use new and high-quality materials for cryopreservation.

Intensification of breeding and breeding work in animal husbandry in connection with its transfer to an industrial basis is one of the main directions in combating the fertility factor, with the aim of preserving genetic potential. Large-scale selection in the conditions of modern centralized specialized production is impossible without the use of such progressive biotechnology in animal breeding, such as artificial insemination using cryopreservation of the seed material of farm animals. It is difficult to overestimate the significance of the method of long-term storage of seed material in the state of deep freezing discovered by scientists such as I. Sokolovsky, I. Smirnov, V. Milovanov for the practice of agriculture and the expansion of selection and breeding work. Thanks to this method, scientists and breeders now have the richest genetic material: hundreds of doses of highly valuable animals have been accumulated.

The development of animal husbandry is impossible without a well-organized selection process. One of the main methods of breeding animals is to increase the reproductive qualities of animals with the preservation of genetic material at the cell level for a long time. Further development and improvement of methods for the long-term storage of frozen semen of animals is impossible without a thorough knowledge of the theoretical issues of cryobiology [7b].

Recently, there is a growing need for long-term storage of genetic material, for this it is extremely important to carry out timely studies to study the variation in damage to biological material in cryopreservation and methods for their avoidance. Cryopreservation of cells and tissues is an extremely complex process, on which there are many interrelated factors. You can take into account all the factors when using the methods of mathematical modeling and multifactor planning.

Understanding the processes of cryoprotection provides opportunities for intensive detection of effective cryoprotectants that positively influence the biological usefulness of sex cells and tissues in the case of a long period of being in a cryopreservation state [7c].

In one of his experimental studies Abaraliev A.K, Soodanbekova A.S, using as a cryoprotectant, a properly developed medium, came to the conclusion that the use of this medium for cryopreservation of germ cells and tissues positively affects the safety of biological material. The study was conducted on rabbits and divided into 3 groups; the first group - control, in the second group the freezing took place without a cryoprotectant; in the third group, a cryoprotectant was used.

After carrying out the necessary tests - it was found that the best results were achieved in the third group, where a cryoprotectant was used. And this means that with the preservation of cells and tissues using 10% glycerin, the biological material remains well, with the further possibility of using it to correct and restore fertility [5].

For effective "work" of cryoprotectants, one of the important points is the ability to manipulate them in the right direction, as some are irreplaceable in cryopreservation, and others are thawing [7d].

CONCLUSIONS. Based on material from various sources of literature provided in this review, we can conclude that, thanks to modern methods and research methods, new theories on the stages of spermatogenesis and ways of influencing it with the purpose of increasing the effectiveness of this physiological process and eliminating pathologies, and also to prevent undesirable effects on germ cells and tissues during spermatogenesis. Also, we can confidently state that the technologies in cryopreservation are improving every year, allowing to improve the quality of deeply frozen sex cells and tissues. New cryoprotection environments are being invented; tested and introduced that allows the biological material, in particular the seed, to prolong the storage time for longer periods with

minimal risks of reducing the quality of the biological material undergoing cryopreservation.

At the moment, there is no more progressive long-term method for storing biological material, except for cryopreservation. But even in this field of science has not yet been studied thoroughly, so there is still something to concentrate on in the near future [7e].

Bibliography:

1. Bhongade M. B., Prasad S, Jiloha R. C., Ray PC, Mohapatra S., Koner B. C. Effect of psychological stress on fertility hormones and seminal quality in male partners of infertile couples. // Andrologia. 2014. Vol. 47, n 3. P. 336-342.

2. E. E. Swierstra and R. H. Foote, Duration of spermatogenesis and spermatozoan transport in the rabbit based on cytological changes, DNA synthesis and labeling with tritiated thymidine, *Am. J. Anat.*, vol. 116, no. 2, pp. 401–411, 1965.

3. Granaci V., Influenţa preparatului BioR asupra citostructurii tubilor seminiferi şi unor însuşiri biologice ale materialului seminal, UASM Lucrări ştiinţifice, vol. 44, p. 304-307, 2015

4. Rockliff H. E., Lightman S. L., Rhidian E, Buchanan H, Gordon U, Vedhara K. A systematic review of psychosocial factors associated with emotional adjustment in in vitro fertilization patients. // Hum reprod update. 2014. Vol. 20, n 4. P. 594-613.

5. Абаралиев А. К., Сооданбекова А. С. Морфофункциональное состояние и стероидогенный потенциал тестикулярной ткани при криоконсервации // Молодой ученый. — 2016. — №20.1. — С. 1-3.

6. Белобороденко А. М., Родин И. А., Белобороденко М. А., Белобороденко Т. А., "Биотехника воспроизводства с основами акушерства", 2015, с. 4, 25.

7. Борончук Г.В., Балан И.В., "Структурно-функциональные и биохимические изменения в биологических системах при криоконсервации", с. 19, 25, 27, 57,616-617, Кишинев 2008.

8. Ендовицкая И.П., Зиновьева Н.А., Эрнст Л.К. Динамика сперматогенеза у кролика oryctolagus cuniculus, Цитология, vol. 47, n 1, 2005 p. 44-48.

9. Наук В., "Структура и функция спермиев сельскохозяйственных животных при криоконсервации", 1991, с. 187.

10. Новгородова И.П., Мормышев А.Н., Волкова Н.А., Зиновьева Н.А., Эрнст Л.К., „Генетическая трансформация сперматогониев кроликов in vivo", Биотехнология, № 1. p. 35-41., Москва 2008.

CARACTERISTICA COMPARATIIVĂ A COMUNITĂȚILOR MACROBENTONICE DIN REZERVAȚIA «IAGORLÂC» ȘI LACUL DE ACUMULARE DUBĂSARI

BOGATÎI DINU
Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir”, Republica Moldova

Investigarea caracteristicilor structural-funcţionale ale comunităţilor bentonice este o parte componentă a cercetărilor hidrobiologice. Cercetările macrozoobentosului dau posibilitate de a aprecia atât importanța funcțională a lui în circuitul substanţelor organice şi minerale cât şi starea ecologică a ecosistemelor acvatice investigate. În acelaşi rând, gârla «Iagorlâc» este o parte componentă a lacului de acumulare Dubăsari, de aceia este necesară investigarea macrozoobentosului acestor două bazine în complex.

Materiale si metode. Probele de zoobentos au fost colectate sezonier (primăvara, vara şi toamna) de pe substratul lacului de acumulare Dubăsari şi gârlei «Iagorlâc» pe parcursul anilor – 2010-2017.

Prelevarea probelor s-a efectuat cu ajutorul dispozitivului Petersen cu aria de captare a materialului bentonic de 0,025 m^2. Probele au fost procesate conform ghidului de prelevare a probelor hidrochimice şi hidrobiologice [1].

Rezultate. Fauna viermilor inelaţi este prezentată prin oligochete şi polichete. Polichetele sunt sărace în privinţa diversităţii specifice şi reprezentate doar de două specii caspice: *Hypaniola kowaleskyi* şi *Hypanya inwalida*, care se întâlnesc mai des. În rezervaţia «Iagorlâc», pe parcursul anilor 2010-2017, polichetele n-au fost semnalate. Acesta este legat, probabil, cu faptul că polichetele preferă în special sedimente cu caracter mâlos. După unii autori, biotopurile preferate ale polichetelor sunt coloniile de *Dreissena polymorpha Pallas*. In special, *H. invalida* în epibiozele formate de dreisenă îşi găseşte refugiu împotriva răpitorilor şi consumă produsele activităţii vitale ale moluştelor [18]. Însă această legitate nu este urmărită în gârla Iagorlâc, unde la staţiile „Ustie” şi “Ţîbuleuca” dreisena avea o densitate înaltă, însă polichetele in probe nu erau înregistrate. În lacul de acumulare Dubăsari, din contra, în anul 2010, la staţia „Garmaţcoe” efectivul polichetelor era de 2030 ex./m^2, însă dreisena nu era înregistrată. În mediu, pentru perioada anilor 2010-2017, indicii densităţii oligochetelor erau mai mici în rezervaţia «Iagorlâc» - 1238 ex./m^2 cu biomasa de 1,32 g/m^2, iar în lacul de acumulare Dubăsari – 2398 ex./m^2 cu biomasa de 5,23 g/m^2 , respectiv (tab. 1). Ponderea lor din efectivul şi biomasa zoobetosului «moale» a constituit: în gârla «Iagorlîc» - 60 şi 19%, in lacul de acumulare Dubăsari – 68 şi 44 %, respectiv.

Talelul 1

Indicii cantitativi medii ai macrozoobentosului în Rezervaţia Iagorlâc şi lacul de acumulare Dubăsari în anii 2010-2017

Grupa zoobentosului	**Rezervaţia Iagorlâc**	**Lacul de acumulare Dubăsari**
Oligochete	1238* 1,32**	2398 5,23
Polichete	-***	4 0,02
Lipitori	1 0,01	-
Chironomide	651 4,59	909 5,93
Amfipode	129 0,59	118 0,25
Mizide	1 0,01	15 0,18
Cumacee	3 0,004	22 0,04
Ceratopogon	31 0,16	67 0,13
Chaoborus	88 0,25	-
Efemeroptere	1 0,002	1 0,13
Hetereoptere	14 0,01	3 0,001
Trichoptere	18 0,03	3 0,03
Odonata	0,25 0,000125	-
Sialidae	0,25 0,01	-
Zoobentosul «moale»	2175 6,99	3541 11,97
Moluşte, inclusiv *D. polymorpha*	624 279,51 623 253,60	962 139,98 958 71,25
Zoobentosul total	2799 286,50	4464 76,70

NOTĂ: *- efectivul (ex./m^2); ** - biomasa (g/m^2);
*** - lipsesc în probe chironomidele.

În bazinele acvatice investigate, de rând cu oligochete, constituie grupa de bază a bentosului «moale», formând complexul oligocheto-chironomidic.

Ponderea chironomidelor în formarea efectivului și biomasei zoobentosului «moale» în anii 2010-2017 a constituit în gârla «Iagorlâc» 30 și 66%, iar in lacul de acumulare Dubăsari 26 și 50%.

Spre deosebire de oligochete, ponderea după efectiv a chironomidelor este mai mică decât ponderea după biomasă, ceia ce se explică prin faptul, că masa individuală a chironomidelor este mai mare decât cea a oligochetelor.

Fauna bentonică a crustaceelor este reprezentată prin amfipode, mizide și cumacee. În rezervația «Iagorlâc» efectivul și biomasa cumaceelor și mizidelor sunt foarte scăzute (tab. 1). Efectivul mediu al amfipodelor pe parcursul anilor 2010-2017 este de 129 ex./m^2 ceia ce nu se deosebește mult de efectivul mediu al amfipodelor din lacul de acumulare Dubăsari – 118 ex./m^2. În lacul de acumulare Dubăsari efectivul și biomasa cumaceelor și mizidelor ating valori mai mari: mizide - 15 ex./m^2 cu biomasa 0,18 g/m^2, cumacee – 22 ex./m^2 cu biomasa 0,04 g/m^2 (tab. 1). In rezervația «Iagorlâc», pe parcursul perioadei 2010-2017, amfipode erau înregistrate în fiecare an, însă în lacul de acumulare Dubăsari ele nu au fost identificate în probele din anul 2017.

Este necesar de menționat, că în anul 2017, în probele bentonice din lacul de acumulare Dubăsari, lipsea și molusca bivalvă *Dreissena polymorpha*. Populația amfipodelor este mai numeroasă la stațiile «Ustie» și «Țîbuleuca» [2], unde este înregistrat un număr mare al dreisenei ceea ce confirmă prezența relațiilor simbiotice dintre aceste două grupe de nevertebrate [3]. În structura zoobentosului «moale» a gîrlei «Iagorlâc» ponderea crustaceelor este de 6% după efectiv și 9% după biomasă. Pentru comparație, ponderea ampfipodelor în structura zoobentosului «moale» a lacului de acumulare Dubăsari este de 4% și 4%, respectiv .

Fauna larvelor de insecte amfibionte bentonice (cu excepția chironomidelor) în rezervația «Iagorlâc» este reprezentată prin efemeroptere (*Epheeroptera*), ceratopogonide (*Ceratopogonidae*), haoboride (*Chaoborus*), trichoptere (*Trichoptera*), odonate (*Odonata*) și sialide (*Sialidae*). Mai des in probe au fost identificate larve de haoboride (*Chaoborus sp.)*, care nu au fost găsite în alte ecosisteme acvatice. Efectivul lor mediu în perioada anilor 2010-2017 a fost de 89 ex./m^2. Aceste nevertebrate se întâlnesc pe întreg acvatoriul gârlei Iagorlâc. Populația ceratopogonidelor de asemenea este destul de numeroasă în rezervație, efectivul mediu fiind de 31 ex./m^2, însă în lacul de acumulare Dubăsari valorile efectivului acestora este de două ori mai înalt. Efemerele au fost identificate în probele din ambele bazine doar în anii 2010-2011, valorile lor medii pentru anii

2010-2017 fiind de 1 ex./m^2 (tab. 1). Densitatea medie a heteropterelor în rezervaţie a constituit 14 ex./m^2, însă în ultimii 4 ani ele nu au fost găsite in probe, iar în lacul de acumulare Dubăsari ele au fost prezente numai in anul 2012. Efectivul mediu al tricopterelor în gârla «Iagorlâc» a constituit 18 ex./m^2, însă în lacul de acumulare ele erau într-un număr mult mai mic. Odonatele şi sialidele au fost identificate numai în rezervaţie în anul 2010 într-un număr neînsemnat.

Zoobentosul «moale» joacă un rol important în ecosistemele acvatice, fiind o sursă nutritivă de bază pentru speciile de peşti. In rezervaţia «Iagorlâc» efectivul şi biomasa zoobentosului «moale» (2175 ex./m^2 şi 6,99 g/m^2 respectiv) sunt, aproximativ, de două ori mai mici decât în lacul de acumulare Dubăsari (tab. 1). Probabil această diferenţă este deoarece zoobentosul «moale» este format în special de organisme polisaprobe precum oligochetele şi chironomidele.

Moluştele, în rezervaţia «Iagorlâc», erau reprezentate de specia *Dreissena polymorpha*, şi anume la staţiile «Ţîbuleuca» şi «Ustie», deoarece aceste staţii suportă o influenţă mai puternică din partea lacului de acumulare Dubăsari. Un număr mai mic de moluşte a fost găsit în staţia «Ustie» în anul 2014 (3373 ex./m^2 cu biomasa de 875,57 g/m^2). În probe au fost identificate exemplare ale speciilor din genul *Anodonta* (la st. «Suhoi Iagorlîc»), *Unio* (la st. «Suhoi Iagorlîc», «Starii Most») şi *Viviparus* (la st. «Pereşeec»). In lacul de acumulare Dubăsari au fost înregistrate şi moluşte din genurile *Sphaerium, Pisidium* şi *Lymnaea*.

Dreisena se întâlneşte rar pe sedimentele mâloase [4], de acea repartizarea ei pe acvatoriul tuturor bazinelor acvatice nu este uniformă. În rezervaţia Iagorlâc ea se întâlneşte la staţiile «Ustie» şi «Ţîbuleuca» mai aproape de mal, unde sedimentele sunt mai dense [2].

Ponderea moluştelor din efectivul şi biomasa totală a macrozoobentosului gârlei «Iagorlâc» constituie 22% şi 98% (fig. 1,3), iar în lacul de acumulare Dubăsari – 21% şi 84%, respectiv (fig. 2-4).

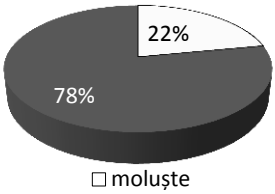


Figura 1. *Ponderea efectivului moluştelor în zoobentosul total al gârlei Iagorlâc în anii 2010-2017*

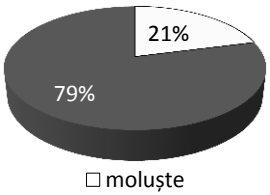


Figura 2. *Ponderea efectivului moluştelor în zoobentosul total al lacului de acumulare Dubăsari în anii 2010-2017*

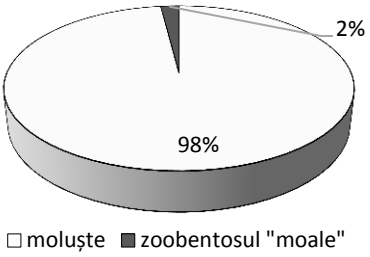
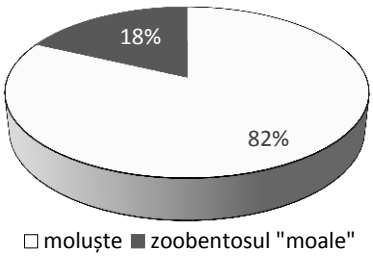


Figura 3. *Ponderea biomasei moluștelor în zoobentosul total al gârlei Iagorlâc în anii 2010-2017*



Fifura 4. *Ponderea biomasei moluștelor în zoobentosul total al lacului de acumulare Dubăsari în anii 2010-2017*

În ceea ce privește dezvoltarea sezonieră a zoobentosului «moale», în ambele bazine acvatice se observă un efectiv minimal în perioada de primăvară (fig. 5), care se majorează spre vară, iar spre toamnă scade. În rezervația «Iagorlâc» sporirea efectivului spre vară este bruscă (de la 1244 ex./m^2 primăvara până la 2422 ex./m^2 vara), iar în lacul de acumulare Dubăsari această creștere este mai lentă (de la 3418 până la 3801 respectiv).

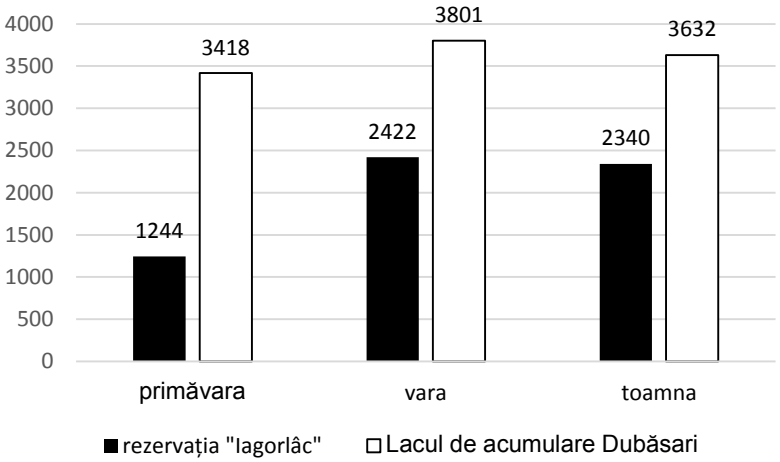


Figura 5. *Dinamica comparativă sezonieră a efectivului (ex./m^2) zoobentosului moale din rezervația «Iagorlâc» și lacului de acumulare Dubăsari în perioada anilor 2010-2017*

Concluzii

1. În perioada anilor 2010-2017 în rezervaţia «Iagorlâc» au fosr înregistrate 13 grupe de nevertebrate bentonice, iar în lacul de acumulare Dubăsari – 10. În total - 14 grupe.

2. Grupele specifice de nevertebrate bentonice, înregistrate numai în gârla Iagorlâc sunt haoboridele (*Chaoborus*) şi sialidele *(Sialis lutaria*), iar singura grupă, care n-a fost înregistrată în rezervaţie sunt polichetele (*Polychaeta*)

3. Efectivele zoobentosului moale şi celui total sunt minimale în rezervaţia «Iagorlâc» (2175 ex./m^2 şi 2799 ex./m^2, respectiv), iar maximale în lacul de acumulare Dubăsari (3541 ex./m^2 şi 4464 ex./m^2, respectiv).

4. Ponderea maximală a efectivului moluştelor bentonice din zoobentosul total a fost înregistrată în rezervaţia «Iagorlâc» (22%), iar cea minimală – în lacul de acumulare Dubăsari (11%). Ponderea maximală a biomasei moluştelor bentonice din zoobentosul total a fost înregistrată în lacul de acumulare Dubăsari (18%), iar cea minimală – în gârla «Iagorlâc» (2%).

Referinţe bibliografice:

1. Gid de prelevare a probelor hidrochimice şi hidrobiologice. Chişinău: Tipogr. «Elan Poligraf», 2015. 64 p.

2. Богатый Д.П. Сравнительный анализ макрозообентоса Дубоссарского водохранилища и заповедника «Ягорлык» // Чтения памяти кандидата биологических наук, доцента Л.Л. Попа. – Тирасполь: Изд-во Приднестр. ун-та, 2015. – С. 7 -11

3. Богатый Д.П. Распределение макрозообентоса по акватории заводи заповедника «Ягорлык» в 2010-2015 гг // Академику Л. С. Бергу – 140 лет: Сборник научных статей. Бендеры: Eco-TIRAS, 2016. - С. 310-3012.

4. Дедю И.И. Амфиподы пресных и солоноватых вод юго-западного СССР. Кишинев: Штиинца, 1980, - 224 с.

5. Поликарпова А.Г., Филипенко Е.Н., Тросник – как субстрат для развития перифитона в Кучурганском водохранилище // Геоэкологические и боэкологические проблемы Северного Пречерноморья: Материалы IV Междунар.науч.-практ.конф. 9-10 ноября 2012. – Тирасполь: Изд-во Приднеср. ун-та, 2012. - С. 234-235.

6. Тодераш И.К. Функциональное значение хрономид в экосистемах водоёмов Молдавии. – Кишинев: Штиинца, 1984. – 172 с.

DIVERSITATEA STREPTOCOCILOR INTESTINALI ÎN TUBUL DIGESTIV AL COPII DE DIVERSĂ VÂRSTĂ

BOGDAN VICTORIA, TIMOŞCO MARIA
Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir", Republica Moldova

În lucrările precedente se atenționează că până în anul 1997 unii reprezentanţi ai streptococilor intestinali din familia Streptococcaceae aparţineau grupului D al genului Streptococcus, iar actualmente aceştea alcătuiesc trei genuri cu denumirea Streptococcus, Lactococcus şi Enterococcus, iar componenţa lor este specifică stării microbiocenozei intestinale [9, 18]. Colonizarea tubului digestiv cu streptococi intestinali se realizează imediat după naştere şi indicii lor cantitativi şi calitativi sunt specifici diverselor vârste [9, 14, 17], stării sănătăţii [3, 15, 25, 26] şi modului de alimentaţie [17].

Studiind informaţia existentă, s-a elucidat că unii cercetători atenționează prezenţa la asemenea bacterii a unor proprietăţi foarte preţioase pentru alimentaţie, fiind utilizate preponderant la fabricarea unor produse lactate fermentate [20, 24, 28, 30]. Alţii consideră că ele dispun de un potential probiotic bogat [4, 10, 18, 19], îndeplinind un rol semnificativ în sănătatea tubului digestiv şi activitatea vitală a organismului integru [5, 6, 11, 26]. De aceea în ştiinţă există asemenea opinie că în cazuri de disfuncţii gastrointestinale utilizarea preparatelor microbiene cu acţiune pro-, pre- şi symbiotică este foarte eficientă, fiind considerate ca partea obligatorie în bacterioterapie [5, 7, 8]. Despre activitatea sintetizatoare a streptococilor intestinali găsim date ştiinţifice în lucrările autorilor Elmadfa, Heinsle, Majchrzak (2001) [2]; despre cea antagonistă - la Ermolenco (2009) [23] şi Gramaşova, Kovalenco (2011) [22], iar antagonistă şi adezivă - în unele publicaţii ale Institutului de Fiziologie şi Sanocreatologie al AŞM [14, 17, 25, 26]. Concomitent în cadrul acestui Institut a fost evidenţiată semnificaţia streptococilor intestinali în sănătate, atenționând la modificarea lor calitativă în cazul dereglărilor patologice a acesteea [16]. În afară de aceasta diversitatea lor, în mare măsură, se găseşte în dependenţă de factorul alimentar [1, 12, 13, 27].

Cele expuse argumentează oportunitatea includerii streptococilor intestinali în componența preparatelor microbiene biocomplexe, fiind ca stimulatori biologici, pentru că aceştea, cum s-a observat, au particularităţi specifice şi dispun de proprietăţi utile care influencează pozitiv asupra organismuui. Astfel s-a decis ca studiile să fie continuate în direcţia determinării diversităţii streptococilor intestinali în tubul digestiv al copiilor de diversă vârstă, ceea ce a şi constituit scopul prezentelor cercetări.

Materiale şi metode. Materialul principal de cercetare a fost conţinutul intestinal (rectal) al copiilor clinic sănătoşi cu mod organizat de trai (dîn case de copii). Realizarea scopului trasat a fost posibilă după determinarea prezenței

streptococilor în mostrele de conţinut intestinal acumulat de la copii de vârsta 1-16 ani. Procesul de cercetare a inclus câteva etape:1) diluarea zecimală a mostrelor de conţinutul intestinal respective copiilor de vârsta nominalizată de la 10^{-1} până la 10^{-9}; 2) inocularea lor în cutii Petri cu medii nutritive agarizate elective 3) incubarea la temperatura optimă; 4) izolarea şi numărarea coloniilor de de streptococi observate pe mediile nutritive agarizate; 5) identificarea monotulpinilor de streptococi isolate cu determinarea apartenenţei de gen şi specie; 6) calcularea cotei procentuale ale fiecărui gen de streptococci intestinali izolaţi; Pe întregul parcurs investigational s-au utilizat metode microbiologice clasice cunoscute deja reflectate în diverse publicaţii [21, 29, 31]. Identificarea monotulpinilor de streptococi intestinali izolate în premieră s-a realizat cu ajutorul determinatorului Bergy (1984).

Rezultate şi discuţii. Pe parcursul cercetărilor din conţinutul intestinal acumulat de la copii de 1, 2, 3, 5, 7, 10, 12 şi 16 ani, au fost izolate respectiv 75, 83, 95, 110, 112, 114, 121 şi 124 (în total 834) de monotulpini de bacterii în formă de streptococci. Acestea după identificare - au fost atribuite la 3 genuri: Streptococcus, Lactococcus şi Enterococcus (respectiv câte 236, 297 şi 301 tulpini pure). Identificarea lor până la specie a constatat apartenenţa lor la următoarele specii: Lactococcus lactis, Streptococcus thermophilus şi Enterococcus faecium. După calcularea cotei procentuale a fiecărui gen de streptococci identificaţi s-a constatat că primul a constituit 28,30; .al doilea – 35,61 şi al treilea – 36,09 %.

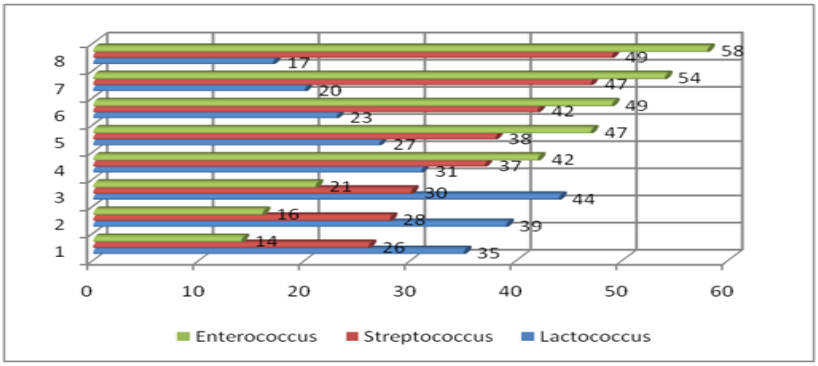


Figura 1. *Disribuţia apartenenţei de gen a streptococilor intestinali specifici tubului digestiv al copiilor de diverse vîrste. Nota : 1- copii cu virsta 1 an ; 2 - 2 ; 3 - 3; 4 - 5 ; 5 - 7 ; 6 - 10 ; 7 - 12 si 8 - 16 ani.*

Datele figurii 1 demonstrează că în conţinutul intestinal al copiilor de 1-3 ani prevalează lactococii, iar de 5-16 ani – enterococii. Bacteriile genului

Streptococcus permanent a ocupat poziţia numerică medie. Despre diversitatea raportului dintre streptococii intestinali izolaţi în premieră de la copii mai convingătoare sunt datele reflectate pe figura 2 care afirmă cota procentuală a raportului dintre genurile lor.

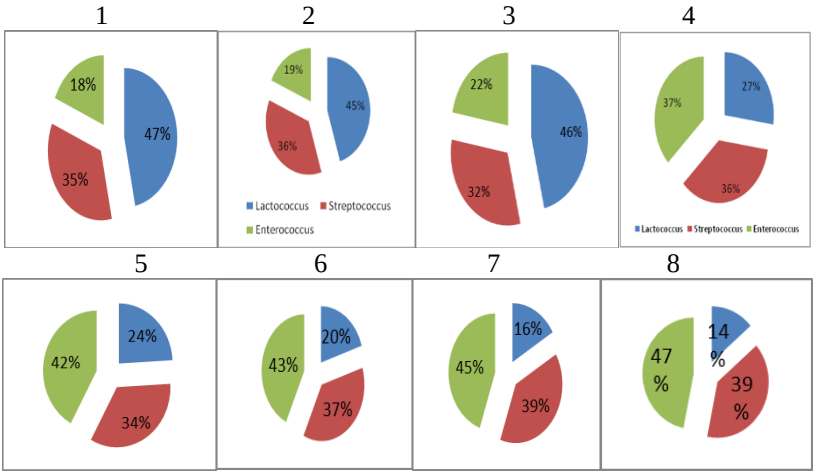


Figura 2. *Raporturile dintre genurile de streptococi intestinali izolati de la copii de diverse virste, %. Nota: 1-8 corespunde virstelor 1-16 ani. Vîrstele sunt identice ca in fig. 1.*

Deci streptococii intestinali ai genului Lactococcus la copiii de 1-3 ani se evidenţiau în limitele de 45 - 47 %. În continuare spre 16 ani cantitatea lor diminuiază până la 14 %. La aceiaşi copii de 1-3 ani streptococii genului Enterococcus au fost depistaţi într-o cantitate mai mică (de 19 - 22 %), iar de la 5 la 16 ani – mai mare (37 - 47 %). Referitor la genul Streptococcus se poate relata că la copiii de toate vârstele ei se găseau între 32 şi 39 %.

În concluzie se poate afirma că microbiocenoza tubului digestiv al copiilor conţine preponderent 3 genuri de streptococi intestinali, iar cantitatea lor este diversă şi specifică vârstei. Asemenea rezultate argumentează faptul că preparatele cu acţiune sanobiotică trebuie să fie pregătite şi produse cu destinaţie diferenţiată şi anume, menţinerii sănătăţii tubului digestiv al copiilor de vârsta 1-3 ani trebuie să includă reprezentanţi ai genului Lactococcus, mai ales, specia Lactococcus lactis, iar de 5-16 ani - ai genului Enterococcus şi speciei E.faecium. Pentru copiii de toate vârstele pot fi utilizaţi cocii genului Streptococcus a speciei Str.thermophilus.

Aşadar, rezultatele obţinute au constatat existenţa diversităţii specifice a streptococilor intestinali pentru copiii cu vârstele studiate, care este semnificativă în producerea preparatelor cu acţiune sanobiotică.

Referinţe bibliografice:

1. Blaut M., Clavel T. Metabolic diversity of the intestinal microbiota: implications for health and disease. In: J Nutr., 2007, 137 (3 Suppl 2), p.751-755.

2. Elmadfa I., Heinsle C., Majchrzak D., Influence of a probiotic yoghurt on the status of vitamins B(1), B(2) and B(6) in the healthy adult human. In: Ann. Nutr. Metab., 2001, nr. 45(1), p. 13-18.

3. Flint H.J., Duncan S.H., Scott K.P., Louis P., Interactions and competition within the microbial community of the human colon: links between diet and health. In Environ. Microbiol., 2007, nr. 9(5), p. 1101-1111.

4. Floch M.H., Madsen K.K., Jenkins D.J. et al., Recommendations for probiotic use. In J. Clin. Gastroenterol., 2006, nr. 40(3), p. 275-278.

5. Florea Natalia, Timoshco Maria, Perde Diana, Bogdan Victoria. Enterococci role in intestinal patologies and body health maintentenance. In: Microbial Biotechnology-scientointensiv domain of modern knowledge. Materialele conferinţei 2 internaţionale 9-10 octombrie. Chişinău, 2014, p. 130.

6. Foulquié Moreno M.R., Sarantinopoulos P., Tsakalidou E., De Vuyst L. The role and application of enterococci in food and health. In: Int. J. Food Microbiol., 2006, 106 (1), p.1-24.

7. Geier M.S., Butler R.N., Howarth G.S., Infl ammatory bowel disease: current insights into pathogenesis and new therapeutic options; probiotics, prebiotics and synbiotics. In: Int. J Food Microbiol., 2007, nr. 115(1), p. 1-11.

8. Jain P.K., Mc Naught C.E., Anderson A.D. et al., Influence of synbiotic containing Lactobacillus acidophilus La5, Bifidobacterium lactis Bb12, Streptococcus thermophilus, Lactobacillus bulgaricus and oligofructose on gut barrier function and sepsis in critically ill patients :a randomised controlled trial. In: Clin. Nutr., 2004, 23 (4), p. 441-445.

9. Maria Timoşco, Aliona Velciu, Natalia Florea, Victoria Bogdan Diversitatea lactobacteriilor tubului digestiv şi rolul lor în menţinerea statusului funcţional intestinal optim. În: Sănătate publică, economie şi management în medicină 2011 5(40) p 19-22.

10. Matsuzaki T., Takagi A., Ikemura H. et al., Intestinal microflora: probiotics and autoimmunity. In: J. Nutr., 2007, nr. 137(3 Suppl 2), p. 798S-802S.

11. Quigley E.M., New perspectives on the role of the intestinal fl ora in health and disease. In: J. Gastrointestin. Liver. Dis., 2006, nr. 15(2), p. 109-110.

12. Strutinschi Tudor, Timoşco Maria**.** Acţiunea adaosurilor alimentare asupra macroorganismului şi componenţei florei microbiene intestinale. În: CEP USM. Studia Universitatis Moldaviae. S. Ştiinţe reale şi ale naturii, 2014, nr.1, p. 52-56.

13. Strutinschi Tudor, Timoşco Maria**,** Velciu Aliona, Bogdan Victoria. Particularităţile acţiunii raţiilor alimentare cu proteine de diversă origine asupra

unor reprezentanţi ai bacteriocenozei intestinale. În**:** CEP USM. Studia Universitatis Moldaviae. S. Ştiinţe reale şi ale naturii, 2013, nr. 1, p. 77-82.

14. Timoşco M., Stresul şi flora microbiană intestinală, Chişinău, 2005, 172 p.

15. Timoşco Maria, Florea Natalia, Cojocaru Radu ş.a. Genurile de microorganisme semnificative pentru menţinerea sănătăţii organismului. În*:* CEP USM. Studia Universitatis Moldaviae. S. Ştiinţe reale şi ale naturii, 2015, nr. 1, p. 28-33.

16. Timoşco Maria, Bogdan Victoria, Velciu Aliona. Semnificaţia unor genuri de microorganisme ale familiei streptococcaceae în activitatea vitală a macroorganismului. // Buletin de perinatologie. – 2013. – nr.1(57).- P.:8- 11;

17. Velciu Aliona.Constituirea bacteriocenozei tubului digestiv la copii în dinamica de vârstă şi menţinerea ei la nivel sanogen. Autoreferat al tezei de doctor în biologie. Chişinău, 2010, 29 p.

18. Velciu Aliona, Timoşco Maria, Valentina Ciochină ş.a. Diferenţierea dismicrobismului şi disfuncţiilor intestinale diareice. Chişinău, 2011. 38 p.

19. Victoria Bogdan, Maria Timoşco. Unele proprietăţi probiotice ale microorganismelor genului Enterococcus – reprezentant al bacteriocenozei intestinale. În: Creşterea impactului cercetării şi dezvoltarea capacităţii de inovare. Rezultatele comunicărilor la Conferinţa ştiinţifi că cu participare internaţională, 21-22 septembrie UŞM. Chişinău. – 2011. – V.I. - P.111.

20. Vinderola G., Perdigon G., Duarte J. Et al., Efects of the oral administration of the products derived from milk fermentation by kefir microflora on immune stimulation. In: J. Dairy Res., 2006, nr. 73(4), p. 472-479.

21. Гармашева И.Л., Коваленко Н.К. Методы идентификации и таксономия энтерококков. В: Мікробіол. журн., 2010, Т. 72, № 5, с. 49-58.

22. Гармашева И.Л., Коваленко Н.К.. Биологическая активность и безопасность энтерококков. В: Мікробіол. журн., 2011, Т. 73, № 4, с. 77-84.

23. Ермоленко Е. И. Бактериоцины энтерококков: проблемы и перспективы использования (обзор литер.) / Е. И. Ермоленко. В: Вест. СПб. ун-та. Сер. 11, 2009, Вып. 3, с. 78-93.

24. Пасько О.В. Эффективные ассоциации пробиотических культур для ферментированных продуктов. В: Молочная промышленность, 2010, 8, с. 74-75.

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

26. 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.

27. Тимошко М.А., Струтинский Ф.А.,. Велчу А.И. и др. Биотехнологический подход использования пищевых рационов для целенаправленного поддержания естественного микробиоценоза кишечника.

В: Материалы X международной научной конференции «Микробные биотехнолгии: фундаментальные и прикладные аспекты».5-9 июня 2017. Минск, 2017**,** С.271- 274.

28. Тихомирова Н.А., Ивашкин Ю.А., Никитина М.А., Васильев В.В. Кефир для функционального питания. В: Молочная промышленность, 2005, 1, с. 71-72.

29. Червинец В.М. и др. Скрининг непатогенных антагонистически активных штаммов Enterococcus faecium. В: Ж. Микробиол. Эпидемиол. Иммнобиол., 2007, №1, с. 57-61.

30. Федянина Л.Н., Иванушко Л.А., Эпштейн Л.М. и др. Творог «Тонизирующий»с мягким иммуностимулирующим действием. В: Молочная промышленность, 2004, 11, с. 42-43.

31. Щепитова Н. Е., Сычёва М. В., Карташова О. Л. Скрининг штаммов энтерококков с целью разработки на их основе препаратов пробиотиков. В: Вестник ОГУ, 2015, №13 (188).

PROPRIETĂŢILE RADIOPROTECTIVE ALE BALSAMULUI „FĂT-FRUMOS”

CARAUŞ VLADIMIR
Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir”

Două descoperiri importante - descoperirea razelor X de către Roentgen în anul 1895 şi descoperirea radioactivităţii de către Becquerel în anul 1896 pot fi considerate ca punct de cotitură în medicină, deoarece razele X au permis vizualizarea pe interior a corpului uman. Deşi efectele nocive ale radiaţiilor ionizante au fost raportate în câteva luni de la descoperirea razelor X, magnitudinea reală a acestei probleme a devenit cunoscută mult mai târziu. Numeroase cercetări din diferite domenii ale cercetării, în care a fost implicată manipularea radioactivităţii, au oferit o imagine clară a efectelor dăunătoare ale radiaţiilor ionizante. Acestea au fost completate prin studiul supravieţuitorilor atacului cu bomba atomică asupra Japoniei din anul 1945. În prezent se cunoaşte cu certitudine, că radiaţia produce efecte dăunătoare asupra organismelor. Utilizarea pe scară largă a radiaţiilor în terapie, diagnostic, industrie, sectorul energetic, expunerea accidentală în timpul călătoriilor aeriene şi în spaţiu, accidentele nucleare şi atacurile teroriste nucleare impun elaborarea unor măsuri de protecţie a oamenilor în cazurile interacţiunii cu elementele enumerate. Protecţia cu utilizarea plumbului şi alte măsuri fizice sunt dificil de utilizat în astfel de situaţii, prin urmare intervenţia farmacologică ar putea fi cea mai potrivită strategie de protecţie a oamenilor împotriva efectelor nocive ale radiaţiilor ionizante [8].

Radioprotectorii pot fi clasificaţi ca derivaţi chimici, naturali şi vegetali. Radioprotectorii chimici include tiazolul, ditiocarbamaţii, aminotiolii, derivaţii tiourei, aminosulfurile, tiosulfurile, acidul tiofosforic, unele amine biogene şi derivaţii lor [12]. Cu mai mult de un secol în urmă, aminoacidul cisteină, conţinând gruparea sulfhidril, au fost utilizat *in vivo* pentru a verifica efectele lui radioprotective. A fost demonstrat, că cisteina este eficienţă la şoarecii pretrataţi, care ulterior au fost supuşi acţiunii dozelor letale de radiaţie ionizantă. Din 1957, Institutul de Cercetare al Armatei Walter Reed a sintetizat şi a analizat aproximativ 4500 de compuşi pentru a dezvolta un agent radioprotector puternic, dar printre ei doar un singur compus a arătat potenţialul efect al radioterapiei [11]. Acest compus este amifostina (WR-2721), care este singurul compus aprobat de FDA ca agent radioprotector clinic [7]. Societatea Americană de Oncologie Clinică a recomandat administrarea intravenoasă de 200 mg / m2 de amifostină zilnic, 15-30 minute înainte de radioterapie [13]. Este, de asemenea, folosită de astronauţi în spaţiu. Deşi este util ca agent radioprotector, dar pe de altă parte are unele efecte secundare cum ar fi cefalalgia, greaţa, voma etc.

Dintre radioprotectorii naturali fac parte mai mulţi hormoni şi vitamine. β glucanii şi polizaharidul ginsan posedă efecte imunomodulatoare, dar prezintă, de asemenea, activitate de radioprotecţie [10]. 5-androstenediolul, un hormon produs de cortexul suprarenal uman, este, de asemenea, studiat pentru proprietăţile sal radioprotectoare [13]. Vitaminele A, C şi E prezintă, de asemenea, proprietăţi radioprotectoare [9]. Există mai multe rapoarte care au susţinut capacitatea de radioprotecţie a melatoninei, proprietate asociată cu capacitatea ei de înlătura speciile reactive ale oxigenului [12].

Spre deosebire de compuşii sintetici, produsele din plante sunt preferabile în cantitate de radioprotectori datorită faptului că sunt netoxice, ieftine şi inofensive pentru om. Polifenoli, flavonoide şi o serie de metaboliţi secundari se găsesc în diferitele părţi ale plantelor. Aceste substanţe sunt responsabile pentru proprietăţile de protecţie împotriva radiaţiilor.

În acest articol sunt prezentare rezultatele cu referire la proprietăţile radioprotectoare ale balsamului ”Făt_Frumos” preparat în baza extractelor d plante.

Rezultate şi discuţii. Suplimenul alimentar biologic activ cu proprietăţi curativo-profilactice polivalente - balsamul “Făt-Frumos” întruneşte un şir de compoziţii formulate în baza racematelor alcoolice de plante medicinale [1-6]. Balsamul conţine părţi aeriene de sovârf, sunătoare şi coada şoricelului, rizomi de obligeană, frunze de mentă, muguri de pin, rădăcină de lemn dulce, precum şi vin tratat roşu de desert, alcool etilic, alcool citric, zahăr şi caramel. Compoziţia chimică, indicaţiile şi contraindicaţiile pentru administrarea plantelor medicinale din compoziţia balsamului „Făt-Frumos” sunt bine studiate şi cunoscute.

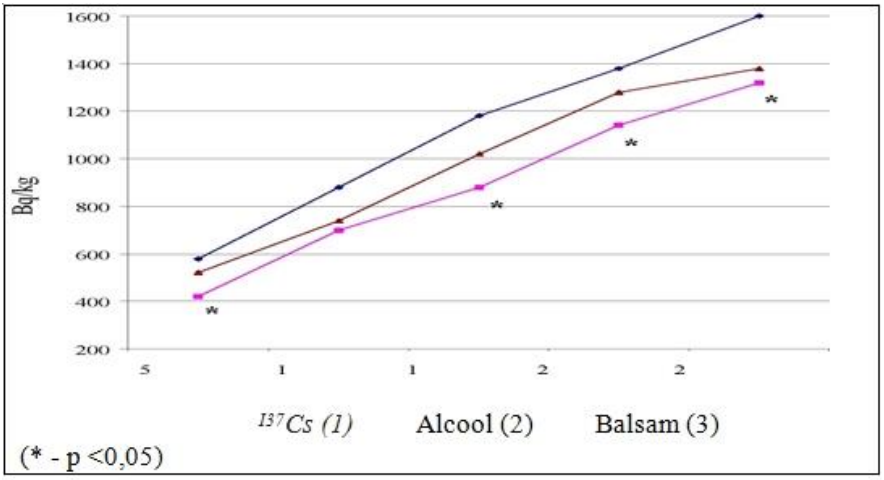
Selectarea reuşită a ingredientelor conferă balsamului caracteristicile sale, mai mult ca atât le asigură efectele sinergice anume în această compoziţie şi în acest raport cantitativ, adică activitatea biologic a ansamblului de ingrediente depăşeşte suma efectelor acţiunii fiecăruia dintre ele, ceea ce asigură proprietăţi farmacologice calitativ noi. Datorită combinaţiei reuşite dintre ingredientele balsamului se obţine un gust organoleptic specific, totodată efectul curativ la combinarea acestor ingrediente sporeşte semnificativ.

Strategiile metodologice şi cele experimentale de cercetare aplicate în cadrul unor ample investigaţii realizate pe loturi reprezentative de şobolani, şoareci şi cobai (peste 700 de animale experimentale) au permis a prestabili efectele medico-biologice, inclusiv cele radioprotectoare (sursă de agent radioactiv - ^{137}Cs) ale balsamului curativ profilactic „Făt-Frumos”.

La administrarea balsamului „Făt-Frumos” nu se determină efecte toxice asupra sistemului nervos central, sângelui şi hematopoiezei, tractului gastro-intestinal, ficatului, plămânilor şi altor organe. La o concentraţie activă de zece ori mai mare şi la incubare îndelungată, balsamul „Făt-Frumos” nu induce efecte toxice asupra proceselor de regenerare şi metabolismului secţiunilor creierului. În plus, acţiunea directă şi îndelungată a balsamului cu conţinut de etanol nu exercită

efecte nocive sau negative asupra secţiunilor hipocampului cu alterări funcţionale cauzate de iradiere perinatală.

Tratarea animalelor cu izotopul de cesiu - ^{137}Cs timp de 15 zile rezidă cu tulburarea funcţiilor organismului: se reduce timpul de coagulare a sângelui şi creşte activitatea enzimei marker al proceselor citolitice în ficat - alaninaminotransferaza, precum şi cu alterări electronomicroscopice: edem perivascular în ţesutul cerebral, vacuolizarea citoplasmei hepatocitelor. Suplinirea cu balsamul „Făt- Frumos" a hranei animalelor tratate cu ^{137}Cs conduce la o accelerare nesemnificativă a eliminării radionuclidului, similară nivelului înregistrat la animalele suplinite cu alcool pe fondul tratării ^{137}Cs (*Vezi figura1*), dar produce o ameliorare a indicilor funcţiilor afectate în urma tratării cu izotop (revenirea la nivel de normă a timpului de coagulare a sângelui şi a activităţii alaninaminotransferazei) (*Vezi tabelul 1*). Confirmat histologic şi electronomicroscopic prin acţiunea balsamului dispar complet alterările structurilor subcelulare hepatice, precum şi se reduc cele distructuv-distrofice în ultrastructura altor organe afectate de izotopul de cesiu - ^{137}Cs.



Figură 1. *Dinamica activităţii gama specifice (Bq/kg) a animalelor tratate cu ^{137}Cs în loturile de animale hrana cărora a fost suplimentă cu balsamul „Făt-Frumos" şi fără acest supliment.*

Tabel 1.

Unii indici biochimici ai sângelui la şobolanii albi experimentali trataţi cu ^{137}Cs şi la acţiunea ***balsamului „Făt-Frumos”***

Condiţiile de testare	**Indicii biochimici**			
	TIMPUL DE COAGULARE A SÂNGELUI		***ACTIVITATEA ALANINAMINOTRANSFERAZEI***	
	Până la administrare	După 15 zile	Până la administrare	După 15 zile
Martor	99,0±6,3	103,3±5,2	1,53±0,09	1,56±0,03
Balsam	106,7±6,2	95,0±5,2	1,47±0,12	1,47±0,22
Alcool	101,7±6,2	112,3±8,4	1,37±0,13	1,60±0,12
^{137}Cs	108,3±6,2	42,7±3,7*	1,33±0,07	1,93±0,13*
^{137}Cs **şi balsam** ***„Făt-Frumos”***	107,3±12,0	95,3±2,2	1,33±0,14	1,47±0,03
^{137}Cs **şi alcool etilic**	101,7±6,7	55,0±5,3*	1,60±0,15	1,83±0,12*

Notă: *P<0, 05 comparativ cu lotul martor.

Totodată, ***balsamul „Făt - Frumos”*** înlătură definitiv modificările negative în activitatea nervoasă superioară a animalelor, provocată de stres, exercită efect tonifiant, reducând cu 10% durata somnului survenit în urma administrării barbituricelor şi absenţa modificărilor concludente ale indicatorilor tensiunii arteriale, electrocardiografici, respiraţiei şi reacţiilor de răspuns la acţiunea hipoxiei de barocameră.

Concluzii. Balsamul „Făt-Frumos” ce conţine un cupaj de plante medicinale selectate în raporturi optimale este un produs original natural lipsit de efecte toxice, cu proprietăţi medico- biologice bine definite care contribuie la eliminarea radionuclizilor, atenuarea consecinţelor negative ale stresului, redresarea atât a funcţiei organelor, cât şi a ultrastructurii celulare. Produsul poate fi utilizat în diverse cure curativ-profilactice, inclusiv în profilaxia cancerului, în calitate de remediu radiprotector.

Referințe bibliografice:

1. Brevet de invenție MD nr. 2103. Compoziție de calsam / Carauș V., Publ. BOPI 2/2003.

2. Brevet de invenție MD nr. 2383. Compoziție de calsam / Carauș V., Taran N., Publ. BOPI 2/2004.

3. Brevet de invenție MD nr. 2384. Compoziție de calsam / Carauș V., Taran N., Mereuță I., Publ. BOPI 2/2004.

4. Brevet de invenție MD nr.1702. Compoziţie de ingrediente pentru obţinerea balsamului curativo-profilactic. / Carauș V., Haraber P. Publ. BOPI 7/2001.

5. Carauș V. Unele aspecte a procesului tehnologic de pregătire a balsamului Făt-Frumos". Tehnica şi tehnologiile medicale în R. Moldova. Conferinţa a II-a ştiinţifico-practică a Asociaţiei Tehnică şi tehnologii tehnico-medicale din RM (ATTM),Chișinău, 2004, p. 234.

6. Carauș V. Unele aspecte ale utilizării fitopreparatelor în scopuri curativ-profilactice. Mat. Conf. a X –a "Bioetică şi Medicină", Chişinău, 2005, p. 236.

7. Cassatt D.R., C.A. Fazenbaker, C.M. Bachy, M.S. Hanson. Preclinical modeling of improved amisfostine (Ethyol) use in radiation therapy**.** Semin Radiat Oncol, 2002, 12: 97-102

8. Ganesh C.J. Radioprotective Potential of Plants and Herbs against the Effects of Ionizing Radiation. J Clin Biochem Nutr. 2007, 40(2): 74–81

9. Kumar K.S., V. Srinivasan, R. Toles, L. Jobe, T.M. Seed. Nutritional approaches to radioprotection: Vitamin E**.** Mil Med, 2002, 167 (2 Suppl): 57-59

10. Kuntic V.S., M.B. Stankovic, Z.B. Vujic, J.S. Brboric, S.M. Uskokovic-Markovic. Radioprotectors – the evergreen topic. Chem Biodivers, 2013, 10: 1791-1803

11. Maurya D.K., T.P. Devasagayam, C.K. Nair. Some novel approaches for radioprotection and the beneficial effect of natural products**.** Indian J Exp Biol, 2006, 40:93-114

12. Painuli Sakshi, Kumar Navin. Prospects in the development of natural radioprotective therapeutics with anti-cancer properties from the plants of Uttarakhand region of India. Journal of Ayurveda and Integrative Medicine, 2016, 7(1): 62-69

13. Stickney D.R., C. Dowding, S. Authier, A. Garsd, N. Onizuka-Handa, C. Reading, *et al***.** 5-androstenediol stimulates multilineage hematopoiesis in rhesus monkeys with radiation-induced myelosuppression**.** Int Immunopharmacol, 2007, 7: 500-505

EVALUAREA UNOR COMPONENŢI CHIMICI ÎN SOLUL DE PE SUPRAFAŢA HALDELOR DE STERIL CU DIVERSE VÂRSTE AMPLASATE ÎN CARIERA UZINEI „LAFARGE CIMENT" (MOLDOVA) S.A.

CERTAN CORINA, dr. hab. BULIMAGA CONSTANTIN, BURGHELEA AURELIU
Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir", Republica Moldova

Anterior [1] a fost studiat impactului carierei asupra biosferei în scopul de a stabili starea ecologică în ansamblu a tuturor componentelor de mediu (litosfera, hidrosfera, atmosfera şi biodiversitatea). Pentru formarea, existenţa şi funcţionarea ecositemelor un rol deosebit îi aparţine solului. Starea şi proprietăţile solului sunt determinanţii stării ecositemelor terestre. Această resursă naturală este practic neregenerabilă şi în rezultatul activităţilor antropice este drastic afectată. Degradarea solului are loc în urma activităţilor agricole, silvice, minerit, exploatarea lemnului, industria alimentară şi depozitarea deşeurilor. Afectarea solului rezultată din folosirea necorespunzătoare a terenurilor este foarte gravă, din cauza pierderilor (prin eroziune) a principalilor constituenţi ai solului şi în primul rând a materiei organice.

Studiul privind impactul carierei asupra solului a demonstrat, că degradarea solului este însoţită de pierderea capacităţii de producere vegetală. Contaminarea solului este determinată de poluarea cu elemente şi/sau compuşi toxici. Iar creşterea şi dezvoltarea plantelor este în funcţie de gradul de degradare şi contaminare a solului. Solul joaca un rol crucial pentru activităţile umane şi supravieţuirea ecosistemelor. Cu regret, solurile degradează din ce în ce mai mult sau se pierd ireversibil pe întreg teritoriul pământului, iar costurile degradării acestuia sunt foarte ridicate şi generate, în principal, de către societate, nu de către cei care folosesc terenul. Autorii [2] au efectuat studii privind cuvertura de sol. În rezultat autorii au stabilit, că procesul de restabilire a biodiversităţii se datorează materialului pământos de la suprafaţă, format prin lucrări de terasament, alcătuit din straturi de argile şi soluri fosile de vârsta Pleistocenului Inferior. Acest material pământos, servind ca biotop, asigură iniţierea procesului de apariţie a biodiversităţii şi formării orizontului primar de acumulare a humusului, precursor al orizontului A. Astfel, suprafeţele formate pe haldele depozitate prin lucrări de terasament pe teritoriul carierei, asigură un nivel înalt de productivitate al biocenozelor nou formate pe teritoriul carierei [2]. Însă pînă în prezent nu este cunoscută componenţa chimică a solurilor de pe suprafaţa haldelor de steril.

Obiect de cercetare au servit suprafeţele haldelor de steril cu vârsta de 25, 20, 10, 5 şi 0 ani şi biodiversitatea care s-a format aici ulterior după depozitarea materialului pământos. Pentru evaluarea obiectivă a biodiversităţii vegetale de pe suprafeţele haldelor din cadrul carierei pe siturile unde deja a fost depozitat solul

mineral de pe suprafeţele terenului supus valorificării (pentru extragerea calcarului), aceasta a fost efectuată totodată şi pentru teritoriile adiacente din imediata apropiere a carierei: în pădurea Păpăuţi, în agrocenoza de lângă pădurea Păpăuţi, pe marginea carierei [3].

Probele de sol au fost prelevate pe orizonturi din solurile primare nou formate: I – orizont de acumulare a humusului precursor al orizontului **A**, II – orizont de tranziţie spre roca parentală precursor al orizontului **B** şi III – roca parentală **C** în felul următor: pe halda de steril de 25 ani – din straturile 0-20 cm şi 20-40 cm; pe halda de steril recent terasată – 0-20 cm şi 20- 40 cm;.pe halda de 20 ani – 0-20 cm; 20-40 cm şi la poalele acesteia – 0-20 cm; pe halda de 5 ani – 0-20 cm. Ca material parental la formarea solurilor au servit solurile fosile de vârsta Pleistocenului.

Amplasarea haldelor în carieră este prezentată în figura 1.

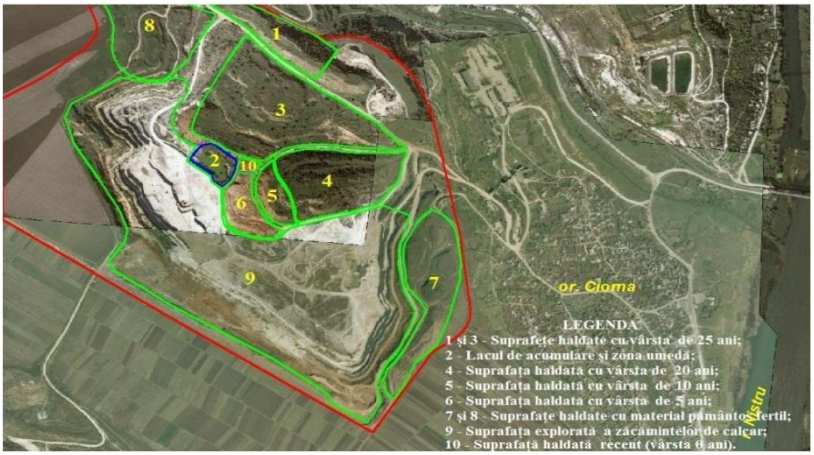


Figura 1. *Schema amplasării carierei „Lafarge Ciment” (Moldova) S.A. pe sectoare*

Studiul privind evaluarea unor componenţi chimici în solul (stratul de pământ) de pe suprafaţa haldelor de steril cu diverse vârste amplasate în cariera uzinei „Lafarge Ciment” (Moldova) S.A.

Investigaţiile însuşirilor chimice şi fizice ale probelor prelevate de sol s-au efectuat în laboratorul acreditat al Serviciului Hidrometeorologic de Stat.

Tabelul 1

Caracteristica fizico-chimică a solurilor cercetate din cariera uzinei „Lafarge Ciment” (Moldova) S.A.

Adâncime, cm	**Humus, %**	**pH (H_2O)**	**pH (KCl)**	**Cationi schimbabili**		
				Ca^{2+}	**Mg^{2+}**	**∑**
				Me/100g sol		
Cernoziom levigat, arabil. Profilul 46 (Ursu, p.106)						
1-10	4,46	6,78	-	37,3	3,81	41,11
30-40	3,59	7,35	-	36,59	5,88	42,47
Regosol, halda de 25 ani						
0-20	2,22	8,4	7,3	28,76	2,50	31,26
30-40	0,36	8,5	7,5	24,00	3,00	27,00
Regosol, halda de 20 ani						
0-20	1,72	8,2	7,4	38,26	2,76	41,02
30-40	0,34	8,4	7,4	32,46	7,38	39,84
Regosol, halda de 20 ani, la poalele haldei						
0-20	0,62	8,5	7,5	26,26	2,12	28,30
Regosol, halda de 10 ani						
0-20	0,36	8,6	7,6	23,76	2,12	25,88
Halda recent amenajată, 0 ani						
0-20	0,40	8,4	7,4	34,26	7,12	41,38
30-40	0,33	8,3	7,3	39,76	8,12	47,88

1. Halda 25 ani 0-20 cm, prof. 1
2. Halda 25 ani, 30-40 cm. prof. 1
3. Halda nouă 0-20 cm, prof. 2
4. Halda nouă 30-40cm, prof. 2
5. Halda 20 ani, 0-20 cm, prof. 3
6. Halda 20 ani, 30-40 cm, prof. 3
7. Halda 20 ani sol baza haldei,0-20 cm, prof. 4
8. Halda 10 ani, 0-20 cm, prof. 5

Analiza datelor din tabelul 1 indică la faptul, că cel mai înalt conținut de humus (substanță organică) se conține în stratul de sol (regosolul) a haldei de 25 ani 2,22% pentru stratul de 0-20 cm și 0,36% pentru stratul 30-40 cm. Pentru regosol, halda de 20 ani conținutul de humus (substanță organică) pentru stratul de 0-20 cm constituie 1,72 și 0,34% pentru stratul 20-40 cm. Pentru regosol, halda de 10 și 0 ani, conținutul de humus practic este același, de circa 0,36-0,40%. În baza rezultatelor obținute se poate concluziona, că componența *chimică după humus*

este determinată de perioada de expoziție a haldelor: cel mai mare conținut de humus este acumulat în regosolul haldei de 25 ani, halda cu cea mai mare durată de existență. După cationii schimbabili (Ca^{2+} și Mg^{2+}) cea mai mare valoare a acestora este pentru halda recent amenajată de 0 ani.

Analiza valorii pH-lui (H_2O) regosolurilor haldelor cercetate indică la faptul, că aceasta este slab bazică, și constituie circa 8,4.

Înainte de prezentarea studiului privind conținutul de humus în stratul de pământ a haldelor în dependență de vârsta acestora, menționăm, că numărul de specii în dependență de vârsta haldelor reprezintă următoarea consecutivitate: vârsta haldei (ani)/numărul de specii (unități) = 25:20:10:5:0 / 63:52:28:25:0.

Analiza rezultatelor obținute privind *conținutul humusului* pentru halda de 25 de ani ne indică următoarele: în stratul pământos 0-20 cm conținutul de humus constituie 2,22 %, iar în stratul de 20-40 cm este de 0,36%, ceea ce reprezintă de 6,17 ori mai mic decât în stratul de 0-20 cm.

Conținutul humusului în stratul de material pământos 0-20 cm pentru halda de 20 ani constituie 1,72% humus, iar în stratul de sol 20-40 cm acesta este de 0,34 %, adică de 5 ori mai mică decât în stratul 0-20 cm. Conținutul humusului în proba colectată de la poalele haldei de 20 ani constituie 0,62% humus. Conținutul humusului în proba de pe halda de 5 ani în stratul de pământ (0-20 cm) este de 0,36%. Conținutul de humus pe suprafața haldei de steril proaspăt depozitată (0 ani), în stratul 0-20 cm constituie 0,40%, iar în stratul 20-40 cm este de 0,33%, adică o diferență foarte mică.

Evaluarea conținutului de humus în straturile superioare de pământ al haldelor, demonstrează faptul, că cel mai înalt conținut de humus este în primul strat de 0-20 cm, în următorul strat de 20-40 cm conținutul de humus se micșorează de circa 5 ori. Analiza conținutului de humus pentru haldele de diverse vârste pentru stratul de pământ de 0-20 cm indică la faptul, că cel mai înalt conținut de humus se conține în stratul de pământ de pe suprafața haldei de 25 ani (0-20 cm) și constituie 2,22% humus, după care urmează halda de 20 ani cu un conținut de 1,72 % humus, și pentru halda de 5 ani conținutul de humus constituie 0,62%, iar pentru halda de steril proaspăt depozitată conținutul de humus constituie 0,40%.

Rezultatele obținute indică la următoarea relație *dintre, vârsta haldei (perioada de restabilire a covorului vegetal al speciilor), (ani)/numărul de specii(unități)/conținutul de humus (substanță organică), (%)= 25:20:10:5: 0/63:52:28:25:0/2,22:1,72:0,62:0,40.* Datele indică la faptul, că cel mai mare număr de specii corespunde haldei de 25 ani, după care urmează haldele de 20 ,10 și 5 ani. Aceeași tendință se observă și în conținutul humusului: cel mai mare conținut de humus corespunde haldei de 25 ani, urmează halda de 20 ani, de 5 ani și halda de steril proaspăt depozitată.

La efectuarea corelării dintre numărul de specii de plante erbacee stabilite pe suprafața haldelor, vârsta haldelor de steril unde acestea cresc și se dezvoltă, și

conţinutul de humus în stratul de pământ de pe suprafaţa acestor halde poate fi efectuată următoarea concluzie. Numărul de specii de plante erbacee este determinată de vârsta haldelor, cu cât vârsta haldelor este mai mare, cu atât este mai mare numărul de specii care se dezvoltă pe acestea şi cu atât este mai mare şi conţinutul de humus în stratul de pământ de pe suprafaţa haldelor. Cantitatea de humus formată este determinată de numărul de specii şi masa acestora, care ulterior se transformă în humus.

În baza rezultatelor obţinute se poate conchide, *că procesul de formare a solului pe suprafaţa haldelor studiate este determinant de procesul de restabilire a biodiversităţii pe suprafaţa acestor halde. Este necesar de menţionat, că procesul de restabilire a biodiversităţii şi de formare a solului reprezintă un proces reciproc.*

Analiza *conţinutului de fosfor mobil* în formă de P_2O_5 pentru halda de 25 ani în stratul de sol de 0-20 cm constituie 16,4 mg P_2O_5/kg, iar în stratul 20-40 cm - 4,5 mg P_2O_5/kg de strat pământos. Conţinutul de fosfor mobil în stratul pământos de 20-40 cm este de 3,64 ori mai mic decât cel din stratul 0-20 cm.

Pe halda de 20 ani în stratul 0-20 cm conţinutul de fosfor mobil în formă de P_2O_5/kg constituie 6,4 mg/kg, iar în stratul de 20-40 cm este de 3,1 mg/kg. În halda de 5 ani conţinutul fosforului în stratul 0-20 cm este de 5,6 mg P_2O_5/kg de strat pământos. Conţinutul fosforului mobil în formă de P_2O_5/kg pentru halda nouă de steril în stratul 0-20 cm constituie 21,4 mg P_2O_5/kg, iar pentru stratul de 20-40 cm acest conţinut constituie 24,7 mg/kg de strat pământos.

Rezultatele obţinute indică la următoarea relaţie dintre vârsta haldei (perioada de restabilire a covorului vegetal al speciilor), (ani) / conţinutul de fosfor mobil pentru stratul pământos 0-20cm (mg P_2O_5/kg) = 25:20:5:0 / 16,4:6,4:5,6:21,4 mg P_2O_5/kg în stratul pământos.

Rezultatele obţinute indică la faptul, că cantitatea de fosfor în halda de steril proaspăt depozitată (0 ani) este mai mare decât în restul haldelor.

Conţinutul azotului prin metoda Kjeldahl pentru halda de 25 ani, stratul 0-20 cm constituie 1060 mg N/kg, iar pentru stratul 20-40 cm – 146 mg N/kg de strat pământos. Pentru halda de 20 ani, stratul 0-20 cm şi 20-40 cm, constituie 927 şi respectiv 237 mg N/kg strat pământos. Pentru halda de 5 ani, în stratul 0-20 cm, conţinutul este de 171 de mg N/kg strat pământos. Prezenţa azotului în halda de steril proaspăt depozitată pentru ambele straturi 0-20 şi 20-40 cm, constituie 199 mg N/kg strat pământos.

Aceste date indică la faptul, că cea mai mare cantitate de azot este stabilit (pentru stratul de pământ 0-20 cm) în halda de 25 ani (1060 mg/kg), după care urmează halda de 20 ani cu conţinutul de azot de 927 mg/kg. Pentru halda de 5 ani conţinutul de azot după metoda Kjeldahl constituie 171 mg/kg, iar pentru halda de steril nouă este de 199 mg/kg. Analiza acestor date indică la faptul, că cantităţile de azot stabilite în haldele studiate este determinată de prezenţa materiei organice

generată de speciile de plante care cresc, se dezvoltă şi se acumulează pe suprafaţa haldelor.

Analiza *conţinutului de cupru* în stratul pământos de 0-20 cm constituie, (mg/kg): pentru halda de 25 ani 11,16, halda de 20 ani 23,90, de 20 ani bază haldei –14,88 şi halda de 5 ani constituie 13,20 mg/kg. Pentru halda de steril proaspăt depozitată conţinutul de Cu pentru ambele straturi pământoase (0-20 şi 20-40 cm) *este mai mare şi constituie 18,32 şi 20,51 mg/kg*, corespunzător, pentru primul şi al doilea strat.

Pentru halda de 25 ani în ambele straturi *conţinutul de nichel* este aproape şi constituie: 19,75 mg/kg pentru stratul 0-20 cm şi 21,96 mg/kg, pentru stratul de 20-40 cm. Pentru halda de 20 ani - 30,37 mg/kg (0-20 cm) şi 28,72 mg/kg (20-40 cm). Pentru halda de 5 ani 22,82 mg/kg. Pentru halda proaspătă de steril conţinutul de Ni *este mai mare şi constituie 34,60 şi 36,12 mg/kg,* pentru stratul de 0-20 cm şi 20-40 cm corespunzător şi este mai mare decât restul haldelor.

Pentru halda de 25 ani *conţinutul de zinc* constituie 25,32 şi 20,38 mg/kg pentru primul şi al doilea strat respectiv. Pentru halda de 20 ani, conţinutul de Zn constituie 36,86 şi 29,12 mg/kg, respectiv pentru primul şi al doilea strat. Pentru halda de 20 ani la poale conţinutul este de 21,80 mg/kg şi 21,54 mg/kg pentru halda de 5ani. Pentru halda de steril proaspăt depozitată conţinutul de Zn *este mai mare pentru ambele straturi (0-20 şi 20-40 cm) şi constituie 31,67 şi 30,35 mg/kg,* respectiv şi este mai înalt decât pentru haldele de 25, 20, 10 şi 5 ani.

Pentru halda de 25 ani *conţinutul de plumb* este de 5,70 şi 5,99 mg/kg pentru primul şi al doilea strat. Pentru halda de 20 ani conţinutul de Pb constituie 12,08 şi 7,73 mg/kg, pentru primul şi al doilea strat. Pentru stratul de 0-20 cm a haldei de 20 ani (poalele haldei) conţinutul constituie 5,65 mg/kg, iar pentru halda de 5 ani, conţinutul de Pb constituie 5,76 mg/kg. Pentru halda de steril nouă conţinutul de Pb pentru ambele straturi *este mai mare şi practic identic, 10,85 şi 10,18 mg/kg* respectiv.

Pentru halda de 25 ani *conţinutul de mangan* este de 287,83 şi 463,73 mg/kg, respectiv pentru primul şi al doilea strat. Pentru halda de 20 ani, conţinutul de Mn este de 400,3 şi 437,84 mg/kg pentru primul şi al doilea strat. Pentru halda de 20 ani la poalele haldei conţinutul de Mn este de 403,86 mg/kg şi 313,02 mg/kg pentru halda de 5 ani. Pentru halda de steril nouă conţinutul de Mn *este mai mare şi practic identic, 465,41 şi 460,18 mg/kg,* respectiv pentru primul şi al doilea strat.

Conţinutul de cadmiu pentru toate haldele în ambele straturi n-a fost depistat.

Pentru halda de 25 ani *conţinutul de fier* pentru primul şi al doilea strat este de 10835,00 şi 9072,20 mg/kg. Pentru halda de 20 ani conţinutul Fe constituie 10631,00 şi 9537,20 mg/kg, pentru primul şi al doilea strat de sol, corespunzător. Pentru halda de 20 ani la bază, conţinutul de Fe este de 9537,20 mg/kg. Iar pentru halda de 5 ani conţinutul de Fe este de 16611,60 mg/kg. Pentru halda de steril

proaspăt depozitată conținutul Fe este mai mare pentru ambele straturi de sol 0-20 și 20-40 cm și ele constituie 17432,20 și 16149,40 mg/kg.

Analiza rezultatelor obținute privind conținutul metalelor grele și a cationilor de calciu și magneziu schimbabili pentru toate haldele indică la faptul, că pentru componentele studiate conținutul acestora este mai mare pentru halda care are 0 ani pentru ambele straturi de regosol de 0-20 cm și 20-40 cm. Conținutul acestor componente (metalele grele, ionii schimbabili de calciu și magneziu) în această haldă este mai înalt decât pentru haldele de 25, 20, 10 și 5 ani, prin faptul, că în procesul de pedogeneză a avut loc spălarea de către depunerile atmosferice a metalelor grele și cationilor schimbabili și migrarea acestora în adâncul haldelor, dispersia eoliană și transformarea acestor componente de speciile de plante care se dezvoltă pe suprafața haldelor, în timp ce halda de 0 ani se găsește abia la începutul procesului de pedogeneză.

Referințe bibliografice:

1. Bulimaga, C., Certan, C., Grabco, N., Derjanschii, V., Jurminschii, S. Evaluarea impactului carierei de calcar a uzinei „Lafarge Ciment"(Moldova) S.A. asupra biosferei. *Revista Noosfera*, Nr.18, 2017, p. 50 – 64.

2. Bulimaga, C.; Burghelea, A.; Certan, C. Studiul cuverturii de sol a zonei carierei de calcar pentru fabricarea cimentului la uzina „Lafarge Ciment" Moldova (S.A.). *„Problemele ecologice și geografice în contextul dezvoltării durabile a Republicii Moldova: realizări și perspective"*, 14-15 septembrie 2016, Chișinău, Republica Moldova. Iași: Vasiliana′98, 2016. p. 393-398

3. Certan, C., Bulimaga, C., Burghelea, A., Grabco, N., Mogîldea, V., Florenţa, V., Ţugulea, A. Evaluarea stării ecologice şi a biodiversităţii zonei de referinţă a carierei de calcar „Lafarge Ciment"(Moldova S.A. până la exploatare) *Revista Mediul Ambiant*, Nr. 3 (81), iunie 2015, p. 26-32.

LONG-TERM RESIDUE OF DDT COMPOUNDS IN SURFACE SEDIMENTS FROM THE DNIESTER RIVER

IVANOVA ANASTASIA
Biological Sciences, Institute of Zoology

Sediments samples from the Dniester River were analyzed for persistent organic pollutants organochlorinated pesticide - DDT. The automated Soxtec extractor was used and extracts were analyzed by GC/MS-MS. Total DDT concentrations in sediments ranged from 1,91 to 79, 11 ng g^{-1} dry weight respectively with highest concentrations in Cocieri and Soroca. Metabolites of DDT – DDE and DDD dominated in every sample. DDT was detected in every sample as well. Concentrations of total DDT and were much higher in some locations than allowed values for sediments according to Swedish EPA Guidelines.

Introduction. Organochlorinated compounds such as DDT and its metabolites are of serious concern worldwide due to their persistence, bioaccumulation and long-range transport. Few decades ago, these compounds were used in huge amounts in agricultural and insects control sector. Nowadays these compounds are a part of big group of persistent organic pollutants (POP) banned by Stockholm Convention. Republic of Moldova signed up this Convention in 2004 and since then many projects have been running with aim to recycle and evacuate kilotons of chemicals mentioned above from the state territory [6].

The input pathways of POPs into the river environments include discharge of domestic sewage and industrial wastewater, runoff from nonpoint sources, and direct dumping of wastes into the river. Nevertheless, PCBs persist in all parts of the environment, and their half-lives vary from months to decades [2]. Due to their toxic, mutagenic, and carcinogenic characteristics, these persistent compounds are considered hazardous to the biota and environments. Furthermore, these compounds are strongly absorbed onto the surface of particles associated with the organic content of solid-phase matrix and can be deposited to the underlying sediments [9].

The Dniester River is a shared river between Moldova and Ukraine. It takes origin in Eastern Carpathians and in it middle and lower sector flows between two countries. Due to warm climate, agriculture is the most developed sector in Moldova. As an agricultural country, Moldova used pesticides, now included POP group in large quantities in the past. During 1950-1990, an estimated total amount of 560,000 tons of pesticides were used in Moldova including 22,000 tons of organochlorinated pesticides [1].

Materials and methods. Surface sediments samples were collected during summer 2016 at the seven locations on the River Dniester (Figure 1). Sediments samples were taken by Ekman grab sampler. Three samples from each location

were pooled to form a composite sample. Samples were dried and sieved at the laboratory, then grinded by using mortar grinding Pulverisette® (Fritsch). All procedures of extraction and cleaning-up were carried up in Laboratory of Persistent Organic Pollutants, Department of Aquatic Sciences and Assessment, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden. Extraction process was carried up using a using an automatic extractor Soxtec® Avanti 2050 Soxhlet analyzer. Before analysis the extracts were cleaned-up using activated copper and acidified silica columns to remove any matrix interferences.

Figure 1. *Map with sampling locations*

The instrumental analysis was performed on gas chromatograph (GC; Agilent Technologies, 7890 A) coupled to a triple quadrupole mass spectrometer (Agilent Technologies, 7010, GC-MS/MS Triple Quad) and 7693 auto sampler (Agilent technologies). Reference standards were used for identification and calculation of target compounds. Data acquisition and processing was controlled by Agilent MassHunter Quantitative Analysis for (QQQ) software.

Strict quality assurance procedures were followed during sample processing. Procedural and solvent blanks were analyzed using the same procedure of extraction and further cleaning-up. The instruments were calibrated with calibration standards before the GC–MS/MS analysis. All glassware, tools were cleaned, burned (□400°C), and rinsed with suitable solvents before use.

Results and discussion. The aim of this study was to assess the concentrations of organochlorinated compounds such as DDT and PCB in sediments from the River Dniester. Obtained results will help us to understand better the fate of these contaminants in environment and risk of agricultural and industrial pollution.

Concentrations of total DDT (*o,p*-DDT, *o,p*-DDE, *o,p*-DDD, *p,p*-DDT, *p,p*-DDE, *p,p*-DDD) showed wide range of values from 1.91 to 79.11 ng g^{-1} dry weight. Total DDT concentrations are presented in Figure 2. Swedish EPA'a environmental quality standards for sediments were used for estimation [4]. Maximal values of 79, 11 ng g^{-1} dry weight were detected in sample location – Cocieri, the last point on the Dubossary reservoir which was up to 8 orders of magnitude greater than level established for sediments by Swedish EPA (10 ng g^{-1} dry weight – the highest 5th level of pollution). Probable Effect Level (PEL) established for sediment quality criteria (8.51 ng/g) [6] was exceeded as well, indicating possible adverse effects to benthic organisms. High concentrations were observed throughout the reservoir as well (Camenca, Erjvo, Goieni, Cocieri). High concentrations of total DDT in sediments from Dubossary reservoir revealed a strong capacity of accumulate organic pollutants.

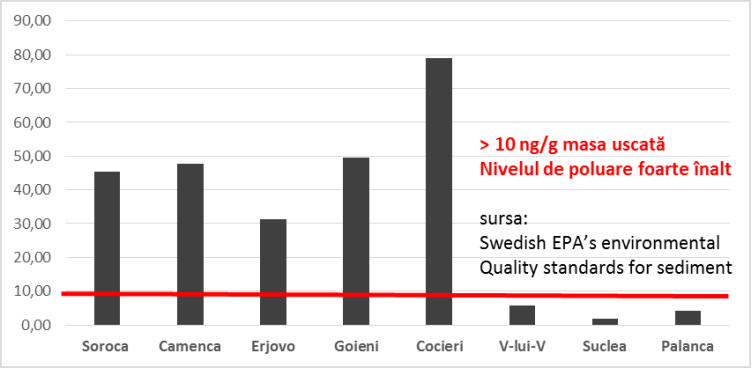


Figure 2. *Total sum of DDT metabolites in sediments (ng g^{-1} dw)*

Although, DDT was used extensively in Moldova 30-40 years ago, information about previous assessment of it in sediments from Dniester River are scarce. Total DDT concentrations detected in sediments from Dniester River in 2005 ranged from 8.2 to 34.7 ng g^{-1} dw revealed high concentrations downstream from the Dubossary damp [7].

DDT metabolites were detected in every sample and showed diference in values (Figure 3). The occurrence of DDT isomers is predominant in the following order: p,p-DDE > p,p-DDD > p,p-DDT > o,p-DDT > o,p-DDD > o,p-DDE. The

relative concentrations of the parent compound and its metabolite can provide useful information on the pollution source [3].

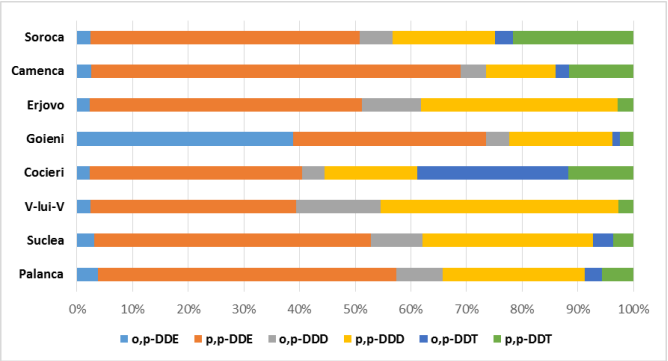


Figure 3. *Percentage distribution of DDT metabolites in sediments*

DDT can be biodegraded by microorganisms to DDE and DDD under aerobic and anaerobic conditions, respectively. Therefore, ratios of (DDE + DDD)/PDDT and DDE/DDD can be used as indicative indices for assessing the long-term weathering and biotransformation of DDT under various redox conditions, respectively [8].

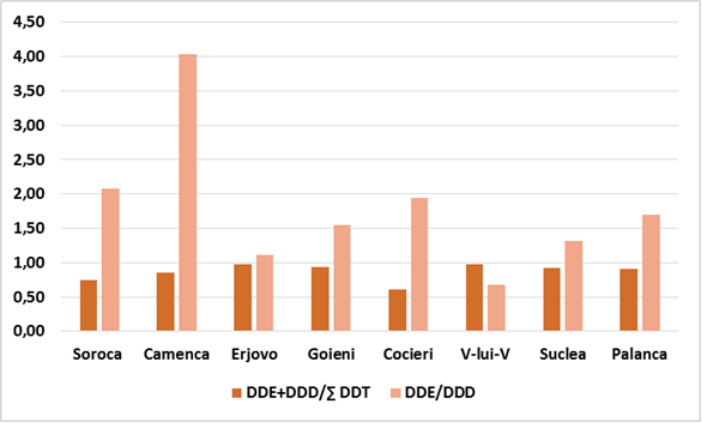


Figure 4 . *Ratios of DDE/DDD and DDE+DDD/∑DD in sediments*

Most values of DDE/DDD ratio were in the range 0.68–4.04, indicating that the collected samples were mainly under aerobic conditions (Figure 4). Moreover, the ratio of (DDE + DDD)/∑DDT can be used to indicate the long-term weathering (>0.5) or recent introduction of DDT compounds to the environments (<0.5). Most ratios of (DDE + DDD)/∑DDT ranged from 0.61–0.97, which means that the concentration of metabolites (DDD + DDE) is higher than that of parent compound (DDT), and the detected ∑DDT concentrations may be derived from the aged and weathered agricultural soils.

Conclusions. The results obtained in this study reveal the concentration of DDT compounds in surface sediments from Dniester River. DDT metabolites DDD and DDE were detected and predominated in every samples. Sediment sample from Dubossary reservoir contained high concentrations of total DDTs. The ratio of DDE+DDD/∑DDT indicated about old input of DDT in this region. However, to understand the organochlorinated compounds accumulation patterns in sediments, further detailed work with more samples is recommended.

Acknowledgement. This publication is a part of my research work at Swedish University of Agricultural Sciences, funded by a Swedish Institute Scholarship. The author wishes to acknowledge Swedish project supervisor associate professor Lutz Ahrens for support and PhD Anna-Karin Dahlberg for instrumental and laboratory assistance.

References:

1. Cumanova A., Gilca G., Orlova N. The fate of Persistent Organic Pollutants (POPs) in the environment, 161-171. 2008, Springer

2. Gallo, M. V., Schell, L. M., DeCaprio, A. P., & Jacobs, A. Levels of persistent organic pollutant and their predictors among young adults. Chemosphere, 83, 1374–1382. 2011

3. Iwata H., Tanabe S., Sakal N., Tatsukawa R., Distribution of persistent organochlorines in the oceanic air and surface seawater and the role of ocean on their global transport and fate, Environ. Sci. Technol. 27, 1080–1098, 1993.

4. Josefsson S.,Klassning av halter av organiska föroreningar i sediment, 2017

5. MacDonald D. D., Ingersoll G. G., Berger T. A., Development and evaluation of consensus-based sediment quality guidelines for freshwater ecosystems. Arch Environ Contam Toxicol 39: 20–31, 2000

6. National Implementation Plan for the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Chișinău, 2004

7. Sapozhnikova, Y., Zubcov, E., Zubcov, N., & Schlenk, D. Occurrence of pesticides, polychlorinated biphenyls (PCBs), and heavy metals in sediments from

the Dniester River, Moldova. Archives of environmental contamination and toxicology, 49(4), 439-448. 2005

8. Wurl, O., Obbard, J.P., Organochlorine pesticides, polychlorinated biphenyls and polybrominated diphenyl ethers in Singapore's coastal marine sediments. Chemosphere 58 (7), 925–933. 2005

9. Yuan, D., Yang, D., Wade, T. L., & Qian, Y. Status of persistent organic pollutants in the sediment from several estuaries in China. Environmental Pollution, 114(1), 101-111. 2001

STUDIUL ADSORBȚIEI CELULELOR DE RODOCOCI PE SUPRAFAȚA SUPORTURILOR SOLIDE

JOSAN VALENTINA
Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir", Republica Moldova

Utilizarea celulelor microbiene, imobilizate în scopul efectuării reacţiilor de biodegradare ori biosinteză, rămâne una dintre cele mai cercetate tehnologii al ultimilor ani [3, 9]. Avantajele imobilizării microorganismelor active pe suporturi solide sunt numeroase: eficacitate mai mare în raport cu suspensiile celulare; posibilitatea menţinerii unei concentraţii importante de biomasa microbiană activă pe un suport; protecţie pe perioada procesului de degradare a celulelor microbiene de acţiunea toxică a compuşilor organici, supuşi transformării; facilitatea de operare a biomasei active, incluse în suporturi, pe parcursul procesului tehnologic de degradare.

În general, bacteriile g. *Rhodococcus*, datorită activităţii înalte a enzimelor de oxido-reducere şi capacităţii lor de a descompune substraturi hidrofobe, posedă un potenţial biotehnologic înalt şi sunt precăutate ca agenţi de perspectivă în transformarea compușilor organici [5, 16]. De exemplu, celulele de *R.erythropolis* sunt dotate cu un set vast de enzime, care le permite efectuarea unui număr deosebit de mare de biotransformări şi biodegradări precum: oxidarea, dehidrogenizarea, epoxidarea, hidroliza, hidroxilarea, dehalogenarea si desulfurizarea. Această complexitate enormă de enzime justifică întru totul perspectivele aplicării bacteriilor *R.erythropolis* în procesul biotehnologic [2].

Pentru imobilizarea celulelor se folosesc tipuri de suport şi metode bine studiate în ultimile două decenii. În literatura de specialitate predomină însă metodele de includere a celulelor microbiene în diferite geluri cum ar fi gelul de poliacrilamidă, alginat, carrageenan, alcool polivinilic etc. Aceste metode au propriile lor neajunsuri, cum ar fi: dispersia de celule, fluxul de nutrienţi şi deşeuri în afara celulei (în mare parte inhibat de viscozitatea preparatului de imobilizare) şi purificarea produsului mobil dorit de la matricea imobilizată [3].

Selecția suporturilor este una din etapele importante, care necesită o mare atenție în procesul imobilizării [14]. Pentru tratarea apelor reziduale, tratarea solurilor poluate, materialele care sunt utilizate ca suport, trebuie să îndeplinească următoarele criterii: greutate insolubilă redusă, să fie nebiodegradabile, netoxice şi nepoluante, adaptabile, cu stabilitate chimică şi mecanică ridicată, difuzivitate ridicată, procedură de imobilizare simplă, retenție ridicată a biomasei, atașare redusă al altor organisme [13]. Alte criterii care necesită luate în calcul sunt caracteristicile fizice (porozitatea, compresia, materialul şi comportamentul particulelor), precum şi posibilitatea creşterii microbiene şi a solubilităţii. Suporturile pentru imobilizare sunt clasificate în anorganice (montmorilonită,

zeolit, diatomit, lut, antracit, sticlă poroasă, cărbune activat, ş.a.) şi organice ca celuloză (DEAE-celuloză), rumeguşul de lemn, rumeguşul delignificat etc. Suporturile anorganice au fost selectate pentru a imobiliza microorganismele, deoarece pot rezista degradării microbiene şi sunt termostabile [1, 12]. Cele polimerice organice sunt mai numeroase decât cele anorganice şi pot fi purtători polimeri naturali şi sintetici. Se utilizează experimental mai mulţi derivaţi sintetici (acrilamidă, poliuretan, polivinil, răşini) şi derivaţi polimerici naturali ai polizaharidelor de alge (alginat, caragenan, agar, agaroză) şi chitosan. Polimerii cel mai frecvent utilizaţi sunt cei naturali, alginaţi şi caragenan, dar aceşti polimeri naturali sunt mai puţin stabili în apele reziduale decât polimerii sintetici [6, 8, 10]. Materialele solide, precum sticla sau celuloza, pot fi de asemenea tratate cu policationi, chitosan sau alte substanţe chimice (purtători competitivi) pentru creşterea gradului de adsorbţie [4, 11]. Reieşind din cele expuse mai sus, scopul cercetării a fost studiul adsorbţiei celulelor *Rhodococcus rhodochrous* – destructoare de POP, pe suprafaţa suporturilor solide.

Materiale şi metode. Obiect al studiului a fost tulpina *Rhodococcus rhodochrous* OBT18, oferită de laboratorul SEESIB, Universitatea Blaise Pascal (Clermont-Ferrand, Franţa) în 2005. Tulpina dată este depozitată în Colecţia Naţională de Microorganisme Nepatogene a Republicii Moldova ca *Rhodococcus rhodochrous CNMN-Ac-05.*

Pentru cultivare a fost utilizat mediul TS (Tryptic Soy), cu următoarea componenţă: cazeină hidrolizată - 17,0 g, extract papaic din făină de soia - 3,0 g, NaCl - 5,0 g, K_2HPO_4 x $3H_2O$ - 2,5 g, glucoză - 2,5 g, pH (la 25 ° C) 7,3 ± 0,2.

Au fost utilizate 5 suporturi predestinate imobilizării bacteriilor *R.rhodochrous*: cărbune din coajă de nucă, cărbune din seminţe de struguri, nisip, rumeguş de lemn şi diatomită.

Experienţa pentru aprecierea capacităţii de adsorbţie/absorbţie a bacteriilor *R.rhodochrous* prevede imobilizarea a 0,96 g celule umede în 1 g suport solid, cu introducerea lor în 50 mL mediu lichid tampon Knapp conform Китова şi coaut., 2002 [15]. Rumeguşul de lemn a fost tratat în prealabil conform Kuyukina şi coaut., 2007 [7] pentru ai spori capacităţile adsorbante ale bacteriilor din g. *Rhodococcus.*

Cantitatea de biomasă imobilizată a fost estimată prin doua metode diferite: 1) indirectă, sau spectrofotometric, prin măsurarea densităţii optice D_{540} a mediului lichid, înainte şi după imobilizare, 2) directă, prin cuantificarea numarului de celule bacteriene viabile (unităţi formatoare de colonii, UFC) inoculate pe mediul TS agarizat din mediul lichid, înainte şi după imobilizare.

Rezultate şi discuţii. La selectarea suporturilor, pe lângă criteriile enumerate anterior, am mai ţinut cont de existenţa în literatura de specialitate a cazurilor utilizării reuşite a suporturilor în imobilizarea rodococilor, accesibilitatea lor în republică şi sinecostul redus.

A fost însuşită şi efectuată imobilizarea bacteriilor *R.rhodochrous* pe suporturi solide. Au fost construite curbele de calibrare $D_{540} = f$ (concentraţia suspensiei celulare, mg/mL) cu diluţia iniţială de $2{,}71 \times 10^{-1}$, şi $D_{540} = f$ (UFC/mL) de $3{,}32 \times 10^{9}$ unităţi formatoare de colonii (Fig.1, 2).

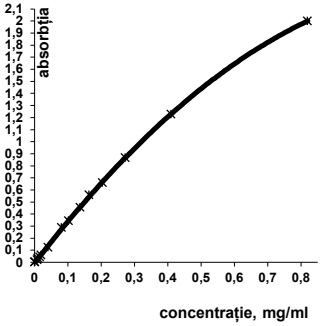


Figura 1. *Curba de calibrare D540 = f (concentraţia suspensiei celulare, mg/mL)*

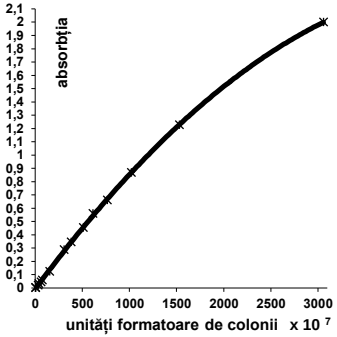


Figura 2. *Curba de calibrare $D_{540} = f$ (UFC (unităţi formatoare de colonii/mL)*

În urma realizării experimentului de imobilizare şi aprecierii calităţii imobilizării prin două metode diferite, au fost obţinute date complete vizind calităţile adsorbante ale suporturilor în studiu.

Tabelul 1

Cantitatea de *R.rhodochrous* imobilizată pe suporturi solide

		Suport				
		cărbune din coajă de nucă	**cărbune din semințe de struguri**	**nisip**	**rumeguș de lemn**	**Diatomit**
Înainte de imobilizare	Mediu lichid + bacterii, D_{540}	0,287	0,287	0,287	0,287	0,287
	Bacterii libere, mg celulele uscate /mL	0,424	0,424	0,424	0,424	0,424
După imobilizare	*A:* Mediu lichid + suport + bacteria, D_{540}	0,138	0,150	0,093	0,152	0,163
	B: Mediu lichid + suport, D_{540}	0,029	0,015	0,020	0,013	0,066
	A – B	0,109	0,135	0,073	0,139	0,097
	Bacterii libere, mg celulele uscate /mL	0,285	0,360	0,200	0,370	0,260
Celule imobilizate, mg celulele uscate g^{-1}		7,0	3,2	11,2	2,2	8,2
Imobilizare, %		**32,8**	**15,1**	**52,8**	**10,4**	**38,7**

Rezultatele experienței au demonstrat că suporturile testate – nisipul, diatomitul și cărbunele posedă o capacitate satisfacătoare (11,2-7,0 mg celule uscate g^{-1}) de imobilizare a bacteriilor (Tab.1). Cea mai mică cantitate de rodococi imobilizaţi a fost in varianta „Rumeguş de lemn+bacterii” (2,2 mg celule uscate g^{-1}).

Concluzii:

1. Tehnologiile de biodegradare a poluanților organici persistenți cu utilizarea culturilor microbiene imobilizate, în prezent sunt pe larg utilizate. Avantajul imobilizării microorganismelor constă în creșterea stabilității celulelor microbiene, permițând astfel funcționarea continuă a procesului de biodegradare și evitându-se posibilitatea separării biomasei de lichid.

2. Screening-ul suporturilor solide predestinate imobilizării bacteriilor *R. rhodochrous* a demonstrat că nisipul, diatomitul și cărbunele posedă calități adsorbante satisfăcătoare, asigurând imobilizarea a 52,8; 38,7 și 32,8% din cantitatea incipientă a biomasei de rodococi.

Referințe bibliografice:

1. Bayat Z., Hassanshahian M., Cappello S. Immobilization of Microbes for Bioremediation of Crude Oil Polluted Environments: A Mini Review, 2015.

2. Carvalho C.C., Fonseca M.M. The remarkable *Rhodococcus erythropolis*. Appl Microbiol Biotechnol. 2005 Jun; 67(6) P. 715-726. Epub 2005.

3. Cavit Akin. Biocatalysis with Immobilized Cells. Journal Biotechnology and Genetic Engineering Reviews, 2013. P. 319-367.

4. Chorao C., Charmantray F., Besse-Hoggan P., Sancelme M., Cincilei A., Traïkia M., Mailhot G., Delort A.-M. 2-aminobenzothiazole Degradation by Free and Ca-alginate Immobilized Cells of *Rhodococcus rhodochrous*. Chemosphere, 2009. P. 121-128.

5. Elkin A.A., Kylosova T.I., Grishko V.V., Ivshina I.B. Biotransformation of alkyl aryl sulfides by *Rhodococcus rhodochrous* IEGM 66. Article in Journal of Molecular Catalysis B Enzymatic, 2013. P. 82–85.

6. Kaçar Y., Arpa C., Tan S., Denizli A., Genç Ö., Arıca M.Y. Biosorption of Hg(II) and Cd(II) from aqueous solutions: Comparison of biosorptive capacity of alginate and immobilized live and heat inactivated *Phanerochaete chrysosporium*. Process Biochemistry, 2002. P. 601–10.

7. Kuyukina M., Ivshina I., Krivoruchko A. Novel biocatalysts based on immobilized Rhodococcus cells for oil-contaminated water purification. Journal of Biotechnol. 131S (2007). P. 98-121.

8. Moreno-Garrido I. Microalgae immobilization: current techniques and uses. Bioresour. Technol, 2008. P. 3949–3964.

9. Prieto M.B., Hidalgo A.,. Serra J.L., Llama M.J. Degradation of Phenol by *Rhodococcus erythropolis* UPV-1 Immobilized in Biolite in a Packed-Bed Reactor. J. Biotechnol, 2002. P. 1-11.

10. Stolarzewicz I., Biaecka-Florjañczyk E., Majewska E., Krzyczkowska J. Immobilization of Yeast on Polymeric Supports. Chem. Biochem. Eng. Q. 25 (1), 2011. P. 135–144.

11 .*Velankar H.R., Heble M.R.* Biotransformation of (L)-Citronellal to (L)-Citronellol by Free and Immobilized *Rhodotorula minuta*. Electronic Journal of Biotechnol, 2003. P. 90-103.

12. Verma S., Ojha S., Raish M. Anti-inflammatory activity of *Aconitum heterophyllum* on cotton pellet-induced granuloma in rats. Journal of Medicinal Plants Research. Vol. 4(15), 2010. P. 1566-1569.

13. Zacheus O., Iivanainen E.K., Nissinen T.K., Lehtola M.J., Martikainen P.J. Bacterial biofilm formation on polyvinyl chloride, polyethylene and stainless steel exposed to ozonated water. Water Res, 2000. P. 63-70.

14. Zacheus O.M., Lehtola M.J., Korhonen L.K., Martikainen P.J. Soft deposits, the key site for microbial growth in drinking water distribution networks Water Res, 2001. P. 1757-1765.

15. Китова А.Е., Кувичкина Т.Н., Аринбасарова А.Ю. Деградация 2,4-динитрофенола свободными и иммобилизованными клетками *Rhodococcus erythropolis* HL PM-1. Прикл. биохим. микробиол. Т. 40, N. 3, 2004- С. 307-311.

16. Ившина И.Б., М.И. Рычкова., Е.И.Вихарева. Алканотрофные родококки как катализаторы процесса биодеструкции непригодных к использованию лекарственных средств. Прикладная биохимия и микробиология. Т.42. №4, 2006 С. 443-447.

SUPRAALIMENTARE ŞI MASA CORPORALĂ EXCESIVĂ CAUZATE DE REMODELAREA INTERRELAŢIILOR SISTEMELOR ACTIVATOR ŞI CEL DE RECOMPENSARE

LISTOPADOVA LIUDMILA
Univeristatea de Stat „Dimitrie Cantemir", Republica Moldova

Supraalimentare cronică în combinaţie cu deficitul consumului de energie, adică dezechilibru energetic, poate fi o cauză principală a masei corporale excesive. Masa corporală excesivă reprezintă o problemă globală a sănătăţii publice care se respândeşte rapid şi duce la 2,8 milioane de decesuri prematuri într-un an, precum şi devine cauza a cincea a decesului prematur. Mai mult decât atât, masa corporală excesivă este un factor de risc al dezvoltării tulburărilor cronice şi reprezintă cauza principală a patogenezei 44 % de maladii legate de diabetul zaharat, 23 % de cazuri de boala cardiacă ischemică şi 2 % de cancer. În acelaş timp masa corporală excesivă devine literalmente o epidemie: în anul 2008 1,5 miliard de indivizi maturi în vârstă de 20 de ani la nivel global au fost diagnosticaţi ca persoane cu masa corporală excesivă; încă 500 de milioane – ca pacienţi cu masa corporală extrem de excesivă. Această statistică continuă se agrăvează. În SUA mai mult de două treimi de populaţie oamenilor maturi au masa corporală excesivă, dar o jumătate din ei suferă din cauza obezităţii de un grad sau altul. Date analogice au fost obţinute şi în investigaţii efectuate în ţările dezvoltate cun ar fi Australia, Regatul Unit şi Canada, precum şi în ţările care sunt doar în cursul dezvoltării [8].

Cercetătorii au depistat particularităţi similare între comportamentul de supraalimentare şi dependenţă de droguri şi de băuturi alcoolice. A apărut o presupunere că supraalimentarea poate fi considerată ca o formă de dependentă – "dependenţa alimentară". Mai mult decât atât, datele obţinute recent ne demostrează că comportamentul oamenilor care sunt predespuşi la supraalimentare cronică este asemănător cu comportamentul celor care au dependenţă de droguri.

Capacitate de a rezista faţă de dorinţă de a consuma produse alimentare gustoase, bunatăţi poate fi dezvoltată numai pe parcursul unei perioade de timp de lungă durată bazându-se pe un efort intens. După cum se ştie, aşa numit "centrul foame" obţine proiecţii din formaţiuni cerebrale care exprimă o acţiune inhibitoare. În rezultatul consolidării acestor conexiuni inhibitoare este modulat un control descendent care parţial blochează propagarea semnalelor senzoriale ascendente care au un potenţial de a induce o actiune de recompensare asigurată de consumarea alimentelor gustoase şi reduce dorintă de a mânca. Investigaţiile statutului morfologic şi funcţional al formaţiunilor cerebrale cu aplicarea tehnicii imagistice (tomografiei computerizate) au demonstrat la oameni cu masa corporală excesivă care suferă de supraalimentare prezenţa dereglărilor în conexiuni

neuronale care stau la baza mecanismelor de reglare a sensibilităţii la acţiunea sistemului de recompensare dopaminergic. Sistemele centrale care asigură reglarea homeostatică a consumării alimentelor îndeplinesc activitatea sa prin intermediu neurotransmiţătorilor: dopaminei (DA), serotoninei (5-hidroxitriptaminei, 5-HT), opiodelor şi canabinoidelor, precum şi neuropeptidelor (orexinei, leptinei, grelinei). Anume aceste sisteme sunt implicate în realizarea mecanismelor de recompensare în decursul comportamentului alimentar care sunt "suprapuse" deasupra mecanismelor de dependenţă de droguri (Fig.1) [16, 20].

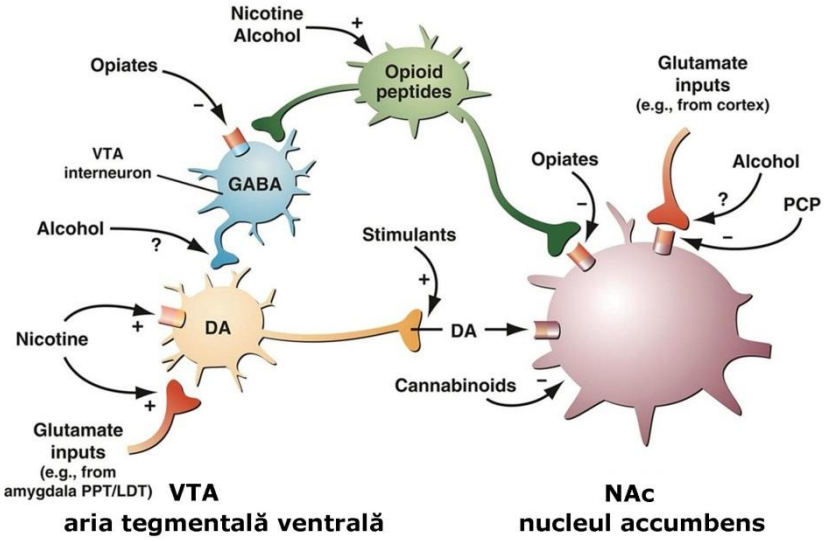


Figura1. *Schema suprapunerii mecanismelor de recompensare în cazuri de alimetare şi dependenţă de droguri*

Se ştie, că sistemele neuropeptidergice care asigură reglarea echilibrului energetic (procesele homeostatice) derivează din nucleii hipotalamici. Aceste sisteme modulează activitatea neuronilor DA-ergici ai ariei tegmentale ventrale (ventral tegmental area, VTA) care în rândul său proiectează prelungiri axonale spre centre implicate în procesele de recompensare în decursul alimentaţiei (Fig. 2). Astfel de acţiune modulatoare probabil stă la baza mecanismului de acţiune cu ajutorul cărora procesul de supraalimentare şi toleranţa faţă de semnale homeostatice referitoare la particularităţile produselor alimentare schimbă plasticitatea neuronilor în reţele neuronale implicate în formarea recompensării şi controlului cognitiv.

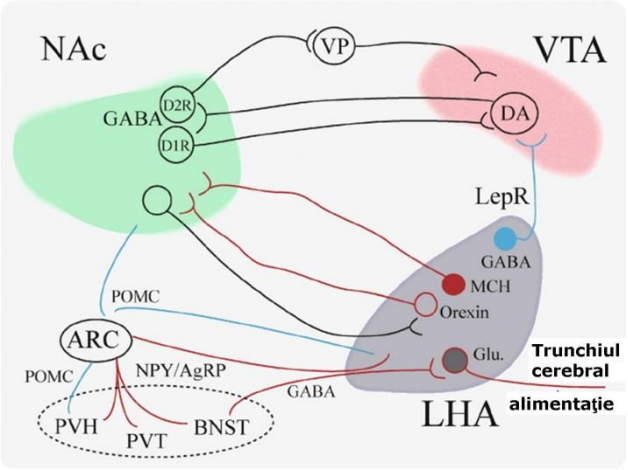


Figure 2. *Interrelaţii între sistemul activator şi sistemul de recompensare (LHA – aria laterală a hipotalamusului; VTA – aria tegmentală ventrală; Nac – nucleul accumbens; ARC – nucleul arcuat al hipotalamusului)*

Particularităţile produselor alimentare cu un caracter hedonic care condiţionează simţul plăcerii reprezintă insuşi un factor de recompensare [10, 12]. Asfel de produse ca de obicei conţin zahăr, lipide şi proteine. Gradul înalt de hedonie a produselor (exprimarea gustului plăcut) promovează comportamentul de căutare şi consumare a acestor produse chiar în lipsa necesităţilor energetice ale organismului, precum şi formarea legăturii strânse între stimul reflexului condiţionat şi recompensării. Pe parcursul evoluţiei această capacitate a sistemelor de reglare centrale de a forma memoria referitoară la produsele cu gust preferat a fost convinabilă, deoarece asigura consumarea produselor exagerată într-o perioadă când hrana a fost în surplus. Consumare excesivă a permis acumularea rezervelor materialelor energetice şi plastice în organism pentru necesităţile viitoare care vor apărea când sursa de alimetare va fi restrânsă. Totuşi, în societate contemporană produsele alimentare sunt disponibile, de aceea astfel de adaptare a rămas doar un angajament [1, 4, 5].

În ultimul deceniu datele unui şir de investigaţii au permis să extindem imaginaţia noastră referitoară la participarea sistemului orexinergic activator al hipotalamusului lateral în mecanismele neuronale care stau la baza activizării stării de veghe şi formării recompensării/întării. Acte de comportament asociat de simţul plăcerii (alimentaţie, contact cu partenerul sexual, consumare a drogurilor şi etc.) induc eliberarea dopaminei în terminaţiile axonilor care sunt proiectate din aria tegmentală ventrală spre nucleul accumbens (nucleus accumbens, Nac). Această

eliberare a dopaminei asigură acţiune de excitaţie asupra neuronilor spini GABA-ergice inhibitori în nucleul accumbens [20].

Deci, dopamina este un neurotransmiţător cheie care intermedie modularea recompensării induse decătre factorii naturali sau biofarmateutici. La baza acestei modulări stă o reţea neuronală între aria tegmentală ventrală (VTA) şi nucleul accimbens (Nac) care uneşte aceste elemente celulare într-un sistem unic [22]. Cu acest sistem interacţionează striatum dorsal (nucleul caudal şi putamen), scoarţa cerebrală (orbitofrontală, cortexul cingularis anterior), sistemul limbic (hippocamp, amigdală) şi hipotalamusul lateral.

Într-adevăr, a fost dovedit la oameni că produse alimentare cu un caracter hedonic favorizează eliberarea dopaminei din terminaţiile în striatum dorsal în funcţie de conceptul de sine, gradul de plăcere exprimată în asociaţie de consumul de alimente [18]. Un ansamblu de semnale senzoriale care caracterizează particularităţi hedonice ale alimentelor (aspect, miros, gust) este prevestetor unui efect de recompensare [7, 17]. În direcţia localizării neuronilor DA-ergici proiectează tractul glutamatergic care derivă din centrele neuronale implicate în prelucrare a semnalelor senzoriale (aria insulară a scoarţei cerebrale, ariilor olfactive primare şi orbitofrontale a scorţei cerebrale). Influxul ascendent de semnalizare reflectoare condiţionată referitoare la caracteristicile alimentelor declanşează mecanismele de recompensare (recompensare neaşteptată). La baza acestor mecanisme stă inducerea descărcării electrice (“firing”) a neuronilor DA-ergici în aria tegmentală ventrală şi propagarea impulselor spre neuronii spini ai nucleului accumbens [14].

Aşadar, recompensare, în special, recompensare neaştepată favorizează, de fapt, remodelarea neuroplasticităţii la nivelul circuitelor neuronale menţionate mai sus. Ceea ce are o importanţă deosebită pentru sănătate psihică sau mintală, dar şi prezintă un pericol pentru formarea dependenţei alimentare şi riscul supraalimentării. Pentru a evita supraalimentarea şi apariţia masei corporale excesive putem propune implementarea în comportamentul de alimentaţie consumării produselor cu un caracter hedonic expresiv doar cu o condiţie de respectare a limitelor stricte.

Referinţe bibliografice:

1. Atkinson TJ. Central and peripheral neuroendocrine peptides and signalling in appetite regulation: considerations for obesity pharmacotherapy. Obes Rev. 2008;9(2):108-120. doi:10.1111/j.1467-789X.2007.00412.x

2. Berridge KC. ‘Liking’ and ‘wanting’ food rewards: Brain substrates and roles in eating disorders. Physiol Behav. 2009;97(5):537-550. doi:10.1016/j.physbeh.2009.02.044

3. Bragulat V, Dzemidzic M, Bruno C, et al. Food-Related Odor Probes of Brain Reward Circuits During Hunger: A Pilot fMRI Study. Obesity. 2010;18(8):1566-1571. doi:10.1038/oby.2010.57

4. Cason AM, Smith RJ, Tahsili-Fahadan P, Moorman DE, Sartor GC, Aston-Jones G. Role of orexin/hypocretin in reward-seeking and addiction: implications for obesity. Physiol Behav. 2010;100(5):419-428. doi:10.1016/j.physbeh.2010.03.009

5. Cota D, Tschöp MH, Horvath TL, Levine AS. Cannabinoids, opioids and eating behavior: The molecular face of hedonism? Brain Res Rev. 2006;51(1):85-107. doi:10.1016/j.brainresrev.2005.10.004

6. Davidson TL, Chan K, Jarrard LE, Kanoski SE, Clegg DJ, Benoit SC. Contributions of the hippocampus and medial prefrontal cortex to energy and body weight regulation. Hippocampus. 2009;19(3):235-252. doi:10.1002/hipo.20499

7. Epstein LH, Temple JL, Roemmich JN, Bouton ME. Habituation as a determinant of human food intake. Psychol Rev. 2009;116(2):384-407. doi:10.1037/a0015074

8. Finucane MM, Stevens GA, Cowan MJ, et al. National, regional, and global trends in body-mass index since 1980: systematic analysis of health examination surveys and epidemiological studies with 960 country-years and 9•1 million participants. Lancet. 2011;377(9765):557-567. doi:10.1016/S0140-6736(10)62037-5

9. Forloni G, Fisone G, Guaitani A, Ladinsky H, Consolo S. Role of the hippocampus in the sex-dependent regulation of eating behavior: studies with kainic acid. Physiol Behav. 1986;38(3):321-326. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3786511. Accessed May 10, 2018.

10. Geisler S, Wise RA. Functional implications of glutamatergic projections to the ventral tegmental area. Rev Neurosci. 2008;19(4-5):227-244. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19145985. Accessed May 10, 2018.

11. Graillon A, Barr RG, Young SN, Wright JH, Hendricks LA. Differential response to intraoral sucrose, quinine and corn oil in crying human newborns. Physiol Behav. 1997;62(2):317-325. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9251974. Accessed May 10, 2018.

12. Lenoir M, Serre F, Cantin L, Ahmed SH. Intense Sweetness Surpasses Cocaine Reward. Baune B, ed. PLoS One. 2007;2(8):e698. doi:10.1371/journal.pone.0000698

13. Massa F, Mancini G, Schmidt H, et al. Alterations in the Hippocampal Endocannabinoid System in Diet-Induced Obese Mice. J Neurosci. 2010;30(18):6273-6281. doi:10.1523/JNEUROSCI.2648-09.2010

14. Norgren R, Hajnal A, Mungarndee SS. Gustatory reward and the nucleus accumbens. Physiol Behav. 2006;89(4):531-535. doi:10.1016/j.physbeh.2006.05.024

15. Pelchat ML, Johnson A, Chan R, Valdez J, Ragland JD. Images of desire: food-craving activation during fMRI. Neuroimage. 2004;23(4):1486-1493. doi:10.1016/j.neuroimage.2004.08.023

16. Petrovich GD. Forebrain circuits and control of feeding by learned cues. Neurobiol Learn Mem. 2011;95(2):152-158. doi:10.1016/j.nlm.2010.10.003

17. Schultz W. Dopamine signals for reward value and risk: basic and recent data. Behav Brain Funct. 2010;6(1):24. doi:10.1186/1744-9081-6-24

18. Small DM, Jones-Gotman M, Dagher A. Feeding-induced dopamine release in dorsal striatum correlates with meal pleasantness ratings in healthy human volunteers. Neuroimage. 2003;19(4):1709-1715. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12948725. Accessed May 10, 2018.

19. Szczypka MS, Kwok K, Brot MD, et al. Dopamine production in the caudate putamen restores feeding in dopamine-deficient mice. Neuron. 2001;30(3):819-828. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11430814. Accessed May 10, 2018.

20. Volkow ND, Wang G-J, Baler RD. Reward, dopamine and the control of food intake: implications for obesity. Trends Cogn Sci. 2011;15(1):37-46. doi:10.1016/j.tics.2010.11.001

21. Volkow ND, Wang G-J, Fowler JS, et al. Nonhedonic food motivation in humans involves dopamine in the dorsal striatum and methylphenidate amplifies this effect. Synapse. 2002;44(3):175-180. doi:10.1002/syn.10075

22. Wise RA. Role of brain dopamine in food reward and reinforcement. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci. 2006;361(1471):1149-1158. doi:10.1098/rstb.2006.1854

EFECTUL STIMULATOR AL NANOPARTICULELOR DE ARGINT ASUPRA MICROALGEI VERZI *DUNALIELLA SALINA*

MAFTEI ELENA
Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir”, Republica Moldova

Nanotehnologiile se dezvoltă rapid şi sunt aplicate în multe domenii ale industriei, în medicină şi protecţia mediului. Nanomaterialele au caracteristici fizice şi chimice, cum ar fi reactivitatea chimică, proprietăţi electrice, magnetice şi optice şi activitate biologică care diferă de proprietăţile formelor elementale [2]. Multitudinea aplicaţiilor nanomaterialelor pune întrebări cu privire la problema toxicităţii lor şi impactul asupra mediului. Principalele probleme cu impact major sunt cele asociate cu toxicitatea lor acută şi de durată pentru organismele vii [7]. Cu toate acestea, unele studii recente au abordat, de asemenea, posibilele efecte pozitive ale acestor materiale asupra creşterii celulare sau a activităţii metabolice [3, 4].

Datorită dimensiunilor lor mici (<100 nm), nanoparticulele pot interacţiona cu uşurinţă cu suprafaţa celulară şi chiar pot pătrunde în citozol [14]. Biodisponibilitatea considerabilă a nanoparticulelor susţine ipoteza că ele pot fi o sursă mai favorabilă de oligoelemente decât analogii sub formă de ioni şi pot fi utilizate în scopul îmbunătăţirii funcţiilor vitale ale diferitelor organisme [3, 4]. Nanoparticulele de fier zero-valent (nZVI) sunt cunoscute în primul rând ca un agent de remediere a apelor şi solurilor contaminate. Fierul este microelementul esenţial pentru o serie de procese din organismele procariote şi eucariote, incluzând respiraţia, fotosinteza, transportul oxigenului sau proliferarea celulară [4].

Biodisponibilitatea fierului depinde în mare măsură de capacitatea organismului de a metaboliza elementul şi de originea chimică a fierului. O biodisponibilitate mai bună a nanoparticulelor de fier zero-valent este susţinută de interacţiunea lor cu suprafaţa celulară, ceea ce facilitează penetrarea lor în citozol. A fost raportat efectul concentraţiei optimale de fier asupra creşterii microalgelor prin compararea acţiunea Fe-EDTA, frecvent utilizat la cultivarea microalgelor cu trei forme nZVI cu proprietăţi de suprafaţă distincte. În concentraţiile raportate, nZVI nu au provocat nici un efect nociv şi au dus la o creştere a productivităţii [3].

Nanoparticulele de argint (AgNP) sunt dintre cele mai utilizate nanomateriale şi se găsesc în componenţa multor produse de consum. Nanoparticulele de argint sunt utilizate în producerea materialelor de construcţie, în calitate de compuşi activi în detergenţi, datorită activităţii antibacteriene şi antifungice au o largă aplicare în medicină şi cosmetologie [8, 11]. Cu toate acestea, impactul nanoparticulelor de argint asupra ecosistemelor acvatice sunt încă necunoscute. Speciile de alge variază foarte mult în răspunsul lor la toxine. A fost stabilit că nanoparticulele de

Ag au inhibat selectiv cianobacteria *Microcystis aeruginosa*, fără a afecta algele verzi [9].

Dimensiunile mici ale nanoparticulelor de arginti facilitează interacțiunea lor cu compartimentele celulare și intercelulare [8]. Este cunoscut faptul că AgNP generează radicali liberi în microorganisme și distrug funcțiile celulare [5]. Stresul oxidativ este un indice important al toxicității induse de nanoparticule [7].

Nanoparticulele metalice pot, direct sau indirect, afecta activitatea fotosintetică a algei și să reducă conținutul pigmenților fotosintetici. A fost stabilit că scăderea fotosintezei în alga *Chlamydomonas reinhardtii,* indusă de nanoparticule de aur acoperite cu glicodendrimer, a fost cauzată de agregarea celulelor algale [10]. Într-un alt studiu, deteriorarea fotosintezei în C. reinhardtii, expusă nanoparticulelor de oxid de cupru de tip core-shell, a fost cauzată de acumularea speciilor reactive de oxigen [12]. Pentru *Dunaliella tertiolecta* a fost determinată toxicitatea nanoparticulelor de oxid de zinc care au inhibat producerea de biomasă [13]. Toxicitatea nanoparticule de argint pentru alga C. reinhardtii a fost determinată de interacțiunea directă a celulelor cu AgNP [6]. A fost studiată acțiunea nanoparticulelor de argint cu dimensiunile de 50 nm în concentrațiile 0-10 mg/l asupra microalgelor *Chlorella vulgaris* și *Dunaliella tertiolecta* pe durata a 24 ore. A fost stabilită variabilitatea sensibilității ambelor alge față de AgNP cu afectarea viabilității celulare. *Chlorella vulgaris* s-a dovedit a fi mai sensibilă, fiind algă de apă dulce [1].

Rezultatele acțiunii nanoparticulelor de argint asupra microalgelor sunt foarte variate, iar efectele lor depind de natura și dimensiunile nanoparticulelor, dar si de speciile microalgelor testate și condițiilor de cultivare.

În scopul elucidării acțiunii nanoparticulelor de argint de dimensiuni foarte mici asupra algelor halofite au for efectuate experiențe cu suplimentarea AgNP la mediul salin de cultivare a algei verzi *Dunaliella salina CNMN-AV-02*. Au fost utilizate nanoparticulele de Ag cu dimensiunea de 5 nm, solubile în apă, stabilizate cu polietilen glicol. *Dunaliella salina* a fost cultivată pe mediul Ben Amotz cu următoarea componență: *macroelementele în g/l*: NaCL - 120; $NaNO_3$ – 0,5; $NaHCO_3$ - 2,0; KH_2PO_4 - 0,05; $MgSO_3{\cdot}7H_2O$ - 0,75; Fe-EDTA – 0,05 ml; *soluția de microelemente 1ml/l, ce conține în mg/l*: H_3BO_3-2,86; $MnCl_2{\cdot}4H_2O$-1,81; $CuSO_4{\cdot}5H2O$-0,08; MoO_3-0,015. Temperatura optimală pentru cultivare este de 27-29^{0}C, pH-ul se înscrie în limitele de 8,0-8,5. Cantitatea de inoculum a fost de 0,40-0,45 g/l. În experiențele de laborator volumul probelor experimentale a fost de 0,250 L. Cultura a fost agitată periodic. Nanoparticulele de argint au fost suplimentate la mediul de cultivare din prima zi, durata cultivării fiind de 10 zile. Pe durata cultivării nu au fost stabilite concentrații ale nanoparticulelor care ar inhiba creșterea microalgei.

A fost determinat conținutul de biomasă algală în probele experimentale spectrofotometric la 750 nm. Rezultatele sunt prezentate în figura 1.

Microalga *Dunaliella salina* a reacționat la prezența în mediul de cultivare a nanoparticulelor de argint prin creșterea producerii de biomasă. Concentrația de 0,054 mg/l AgNP a sporit productivitatea cu 33% comparativ cu proba martor. Concentrațiile de 0,054-0,108 mg/l AgNP s-au dovedit a fi cu efect stimulator. Conținutul de biomasă este cu 33-12% mai mare comparativ cu probele control.

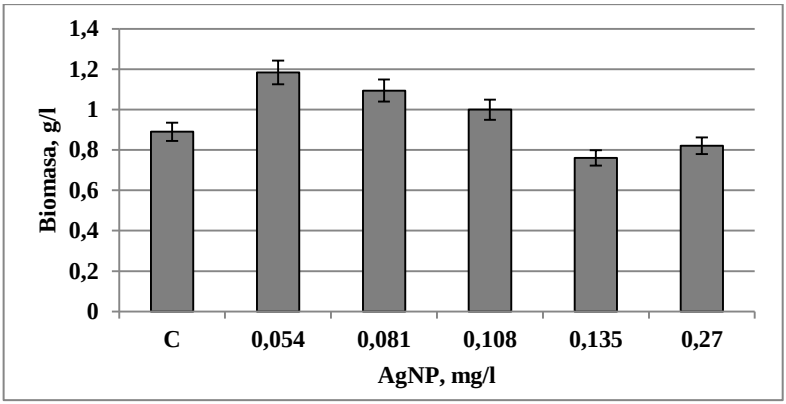


Figura 1. *Biomasa (g/L) microalgei Dunaliella salina la cultivare în prezența nanoparticulelor de Ag*

Un posibil efect toxic moderat a fost stabilit în varianta experimentală cu aplicarea nanoparticulelor în concentrația de 0,135 mg/l, care a redus conținutul de biomasă cu 15%. Dublarea concentrației de nanoparticule la 0,27 mg/l nu a modificat conținutul de biomasă în cultura microalgală. Prin urmare, pentru nanoparticulele de argint de dimensiunile de 5 nm nu a fost stabilit un efect toxic de inhibare a productivității microalgei *Dunaliella salina*, în limitele concentrațiilor aplicate și a salinității mediului de cultivare.

Nanoparticulele de argint testate, s-au manifestat ca fiind stimulatori pentru alga verde *Dunaliella salina*, productivitatea căreia a crescut.

Toxicitatea nanoparticulelor poate fi determinată în baza rezultatelor modificării conținutului de β-caroten în biomasă. *Dunaliella salina* este cunoscută ca producător de caroten, iar carotenul în calitatea sa de antioxidant, reacționează la acumularea radicalilor liberi în biomasa algală prin creșterea conținutului lui în cazul unei reacții oxidative de sensibilizare și prin reducerea masivă în cazul unui stres oxidativ sever. Din biomasa de dunalielă, colectată la sfârșitul experiențelor, au fost preparate extractele etanolice în raport de 10 mg biomasă/1ml alcool etilic de 96%. Extracția s-a efectuat prin agitare timp de 12 ore la temperatura camerei. În extractele obținute a fost determinat β-carotenului prin spectrofotometrie la 450 nm.

Rezultatele determinării conţinutului de caroten în variantele experimentale sunt prezentate în figura 2.

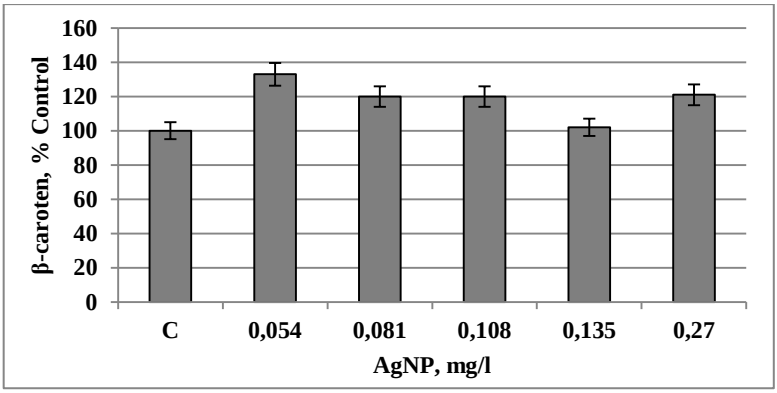


Figura 2. *Modificarea conţinutului de β-caroten (% Control) în biomasa microalgei Dunaliella salina la cultivare în prezenţa nanoparticulelor de Ag*

Concentraţiile de 0,054 mg/l, 0,081 mg/l şi 0,108 mg/l nanoparticule de argint au stimulat sinteza carotenului. Astfel, concentraţia de 0,054 mg/l AgNP a sporit conţinutul de β-caroten în biomasa algală cu 33%, iar concentraţiile de 0,081 mg/l şi 0,108 mg/l AgNP au majorat conţinutul carotenului cu 20%. În varianta experimentală cu aplicarea nanoparticulelor în concentraţia, determinată ca inhibitorie de 0,135 mg/l, conţinutul de β-caroten nu se modifică. Concentraţia de 0,27 mg/l a nanoparticulelor de argint în mediul de cultivare a dunalielei a stimulat sinteza carotenului, conţinutul căruia a crescut cu 20% comparativ cu proba martor.

O creştere cu 20% a conţinutului de caroten în biomasă a fost determinată şi în variantele cu concentraţii mici ale AgNP în mediul de cultivare. Prin urmare nu a fost stabilită careva dependenţă dintre concentraţia nanoparticulelor de argint în mediul de cultivare a dunalielei şi răspunsul culturii microalgale. Nu a fost determinată concentraţia, în limita concentraţiilor testate, care poate fi considerată toxică pentru *Dunaliella salina*, dar a fost stabilită concentraţia cu efect de stimulare a producerii de biomasă şi a sintezei β-carotenului.

Concluzii: Nanoparticulele de argint în polietilen glicol cu dimensiunea de 5 nm, suplimentate la mediul de cultivare a microalgei *Dunaliella salina* nu s-au manifestat ca toxice. Nanoparticulele de Ag, aplicate în concentraţia de 0,054 mg/l la mediul de cultivare a microalgei *Dunaliella salina*, au stimulat producerea de biomasă şi sinteza β-carotenului.

Referințe bibliografice:

1. Abdallah Oukarroum et al. Temperature influence on silver nanoparticles inhibitory effect on photosystem II photochemistry in two green algae, *Chlorella vulgaris* and *Dunaliella tertiolecta*. Environ Sci Pollut Res, 2012, 19:1755–1762.

2. Crane RA, Scott TB. Nanoscale zero-valent iron: future prospects for an emerging water treatment technology. J Hazard Mater, 2012, 211:112–125.

3. Kadar E., Rooks P., Lakey C., White DA. The effect of engineered iron nanoparticles on growth and metabolic status of marine microalgae cultures. Sci Total Environ, 2012, 439:8–17.

4. Karolína Pádrová, Jaromír Lukavský, Linda Nedbalová et al. Trace concentrations of iron nanoparticles cause overproduction of biomass and lipids during cultivation of cyanobacteria and microalgae. Appl Phycol ,2015, 27:1443–1451.

5. Kim J.S., Kuk E., Yu K.N., et al. Antimicrobial effects of silver nanoparticles. Nanomedicine: NBM, 2007, 3:95–101.

6. Navarro E., Piccapietra F., Wagner B., et al. Toxicity of silver nanoparticles to *Chlamydomonas reinhardtii.* Environ Sci Technol, 2008, 42:8959–8964.

7. Nel A., Xia T., Madler L., Li N. Toxic potential of materials at the nanolevel. Science, 2006, 311:622–627.

8. Pal S., Tak Y.K., Song J.M. Does the antibacterial activity of silver nanoparticles depend on the shape of the nanoparticle? A study of the gram-negative bacterium *Escherichia coli.* Appl. Environ. Microbiol., 2007, 73:1712–1720.

9. Park M.H., et al. Selective inhibitory potential of silver manoparticles on the harmful cyanobacterium *Microcystis aeruginosa*. Biotechnol. Lett., 2010, 32: 423–428.

10. Perreault F., Bogdan N., Morin M., et al. Interaction of gold nanoglycodendrimers with algal cells *Chlamydomonas reinhardtii* and their effect on physiological processes. Nanotoxicology, 2011, 1–12. doi:10.3109/17435390.2011.562325

11. Rai M., Yadav A., Gade A., Silver nanoparticles as newgeneration of antimicrobials. Biotechnol. Adv. 2009, 27: 76–83.

12. Saison C., Perreault F., Daigle J-C., et al. Effect of core-shell copper oxide nanoparticles on cell culture morphology and photosynthesis (photosystem II energy distribution) in the green alga, *Chlamydomonas reinhardtii*. Aquat Toxicol, 2010, 96:109–114.

13. Sonia Manzo, Maria Lucia Miglietta, Gabriella Rametta, et al. Toxic effects of ZnO nanoparticles towards marine algae Dunaliella tertiolecta. Science of the Total Environment, 2013 445:371–376.

14. Verma A., Stellacci F. Effect of surface properties on nanoparticlecell interactions. Small, 2011, 6:12–21.

CERCETAREA INFLUENŢEI METODEI DE PĂSTRARE ASUPRA MODIFICĂRII VALORILOR UNOR INDICI TEHNOLOGICI LA FRUCTELE DE MĂR PE DURATA PERIOADEI POSTRECOLTE

NICUŢĂ ALEXANDRU
Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir”

Introducere. Datorită importanţei pentru alimentaţia omului, merele ocupă locul al treilea după productivitate în pomicultura mondială, iar în zonele temperate ale globului este principala specie pomicolă. În ţara noastră, cu condiţii naturale de climă şi sol favorabile, mărul deţine primul loc în cultura pomilor, fiind bine reprezentat în toate zonele pomicole.Valoarea alimentară a merelor este determinată de faptul că ele conţin cantităţi însemnate de zăharuri (7,5-16,5 %), acizi organici (0,15-1,25 %), substanţe pectice (0,2-1,2 %), substanţe tanoide (0,06-0,03 %), săruri minerale (0,1- 0,4 %), vitamine C, A, B, PP. Această componenţă chimică face ca merele să aibă calităţi gustative superioare [5].

Păstrarea de lungă durată a fructelor rămâne permanent în vizorul oamenilor de ştiinţă, cât şi a producătorilor de fructe [1]. Astfel, se întreprind măsuri pentru asigurarea populaţiei cu fructe pe o perioadă cât mai extinsă a anului.

În prezent, în scopul menţinerii calităţii fructelor pe o perioadă mai îndelungată se recurge la aplicarea diferitor tehnologii de păstrare mai puţin costisitoare. Una din acestea, care este inofensivă pentru sănătatea omului, este tratarea fructelor la începutul păstrării cu preparatul "Fitomag".

Păstrarea fructelor în condiţii de atmosferă controlată (conţinut scăzut de O_2 si sporit de CO_2) este o metodă modernă de păstrare răspândită, însă are şi unele dezavantaje, cum ar fi: investiţii iniţiale înalte în comparaţie cu atmosfera obişnuită, cerinţe sporite faţă de ermetizarea camerelor, controlul zilnic al concentraţiilor de CO_2 şi O_2 în camerele frigorifice şi funcţionării sistemelor, imposibilitatea controlului calităţii fructelor în timpul păstrării, necesitatea comercializării rapide a merelor după externarea de la păstrare. În schimb, metoda de păstrare prin aplicarea preparatului "Fitomag", ar putea fi ca o alternativă pentru mulţi producători de fructe, care nu-şi pot permite construcţia frigoriferelor dotate cu utilaj modern, avantajele fiind: nu necesită echipament costisitor, diminuarea consumului de energie electrică în timpul păstrării, simplicitatea în aplicare, diminuarea acţiunii factorilor de stres, păstrarea calităţilor gustative si comerciale a fructelor, prelungirea termenului de păstrare cu 2- 3 luni în condiţii de păstrare în atmosferă obişnuită.

Conform datelor obţinute în rezultatul diferitor cercetări [8], preparatul a redus intensitatea proceselor de respiraţie şi emisie a etilenei. Fructele şi-au păstrat mai bine aroma, gustul, fermitatea structo-texturală, reducând pierderile provocate de bolile fungice şi dereglările fiziologice.

Preparatul în cauză este studiat insuficient în R.Moldova, în special în dinamica păstrării de lungă durată.

Scopul cercetărilor constă în stabilirea influenţei preparatului "Fitomag" asupra proceselor de maturare-senescentă la fructele celor mai răspândite soiuri tardive de măr cultivate în R.Moldova (Golden Delicious, Florina, Idared, Renet Simirenko) pe durata perioadei de păstrare îndelungată.

Material şi metode. Ca obiect de cercetare au servit fructele soiurilor tardive de măr: Golden Delicious, Florina, Idared şi Renet Simirenko, cultivate în SRL „Lefcons-Agro" com. Floreni, r-nul Ungheni. Determinarea gradului de maturare şi a perioadei optime de recoltare au fost efectuate pe baza monitorizării condiţiilor meteorologice ale perioadei de vegetaţie, îndeosebi a ultimelor 3-4 săptămâni, prin aprecierea conţinutului de amidon [11], fermităţii structo-texturale (penetrometrul „fruit pressure tester–FT 327, Effegi, ITALY", cu diametrul acului de 10.0 mm), conţinutului substanţelor solubile (refractometrul MT-032 ATC, Germany) şi diametrului fructelor, cu aparatul „D-95,Italy". Experienţele au fost efectuate în condiţiile bazei experimentale «Carpotron» a Institutului de Genetică, Fiziologie şi Protecţie a Plantelor. După recoltare fructele de măr au fost depozitate în aceeaşi zi în camera frigorifică experimentală şi păstrate ulterior o perioadă de 150 zile, aplicând 3 metode de păstrare şi cercetate în 3 repetări: AO (atmosferă obişnuită, 21 % O_2, t 1° C, umiditatea relativă a aerului (URA)– 85-90 %)- martorul (fructe netratate); tratate-fumegate cu preparatul "Fitomag" (21 % O_2, t 1° C, URA –85-90 %); AC (atmosferă controlată, 5% CO_2+3% O_2, t 2° C, URA-92-95 %). Fructele au fost tratate-fumegate cu preparatul "Fitomag" în boxe speciale. După expunerea timp de 24 ore în aceste boxe, fructele au fost depozitate în camera frigorifică experimentală şi păstrate în continuare la temperatura de 1^0 C şi umiditatea relativă a aerului de 85-90%.

La momentul depozitării şi pe parcursul perioadei de păstrare s-au cercetat următorii indici tehnologici: *gradul de deshidratare a ţesuturilor, fermitatea structo-texturală şi cantitatea fructelor standard.* Tot în această perioadă s-a determinat gradul de afectare a fructelor soiurilor de măr cercetate cu bolile fungice şi dereglările funcţionale, intensitatea proceselor de respiraţie, emisia de etilenă endogenă, modificările în conţinutul substanţelor plastice, cum ar fi: aciditatea titrabilă, glucidele totale, vitamina C, substanţele fenolice şi uscate, precum şi activitatea enzimei polifenoloxidaza. Prelucrarea statistică a datelor experimentale a fost realizată, aplicând metodele propuse de Dospehov [10].

Rezultate şi discuţii. Pe parcursul perioadei de păstrare, în rezultatul proceselor metabolice (respiraţie, transpiraţie) la fructele de măr se atestă pierderi în greutate şi reducerea valorii lor calitative.

Pierderile în greutate a merelor în timpul păstrării este un proces fiziologic, caracteristic pentru toate produsele horticole şi se produce datorită reducerii conţinutului de substanţe uscate şi pierderii apei prin transpiraţie. După recoltarea

merelor de pe pomi, procesul de aprovizionare cu substanţe minerale este stopat. În rezultat au loc procese de dezasimilare şi oxidare a substanţelor organice, se elimină bioxid de carbon, energie şi apă. Apa din mere se elimină ca urmare a procesului de transpiraţie şi este influenţată de următorii factori: structura şi compoziţia chimică a epidermei, prezenţa stratului cerifer pe suprafaţa cuticulei, temperatura ridicată şi umiditatea scăzută a aerului în camera frigorifică. Iar mărimea pierderilor în greutate pe durata perioadei de păstrare la mere este determinată de: parti- cularităţile biologice ale soiului, condiţiile climaterice în perioada de vege- taţie, mărimea fructelor şi nu în ultimul rând de condiţiile de păstrare [2]

După Lieberwirth [9], pierderile în greutate după recoltare sunt determinate de procesele de transpiraţie, precum şi ca rezultat al consumului de substanţe în procesele de respiraţie în raport de 7:3.

Produsele horticole din momentul recoltării îşi pierd parţial din imunitatea naturală şi devin mai expuse proceselor de biodegradare [3]. Proporţia în care apa se afla în ţesuturile vegetale influenţează capacitatea de păstrare a fructelor, sensibilitatea lor la manipulare şi transport etc. Produsele care au un conţinut ridicat de apă au o capacitate de păstrare redusă şi un grad de perisabilitate mai sporit comparativ cu cele la care conţinutul în apă este mic. Astfel, scăderea conţinutului de apă pe parcursul perioadei de păstrare îndelungată determină modificarea turgiscenţei şi apariţia zbârcirii la fructe [6]. La măr limita conţinutului în apă constituie 77-88 g/100 g produs proaspăt. Între soiuri, limitele de variaţie ale conţinutului de apă sunt mici -1-16 % [4]. Această legitate a fost depistată la toate soiurile luate în studiu.

Datele prezentate în tabelul 1 denotă, că inhibitorul de sinteză a etilenei "Fitomag", aplicat la începutul perioadei de păstrare a fructelor în camera frigorifică, a încetinit considerabil procesele de maturare, fapt ce s-a reflectat benefic şi asupra gradului de deshidratare a ţesuturilor fructelor de soiurile analizate. La determinarea gradului de deshidratare a ţesuturilor fructelor, cele mai nesemnificative pierderi au fost depistate la fructele din varianta aplicării preparatului "Fitomag", precum şi la cele păstrate în condiţii de atmosferă controlată. Astfel, intensitatea sporită a proceselor de maturare la fructele martor a corelat cu gradul de deshidratare a ţesuturilor, care a fost mai sporit cu 0,52-1,26 % în raport cu fructele tratate cu preparatul "Fitomag" şi cu 2,32-6,82 % în raport cu fructele păstrate în condiţii de atmosferă controlată.

Tabelul 1

Influenţa metodei de păstrare asupra modificării valorilor unor indici tehnologici la fructele de măr pe durata perioadei postrecolte
(media anilor 2014-2017)

Soiul	Metoda de păstrare	Fermitatea structo-texturală iniţială, kg/cm^2	Externarea de la păstrare		
			Fermitatea structo-texturală, kg/cm^2	Pierderi în greutate, %	Fructe standard, %
Golden Delicious	Martor	7,58	5,22	7,61	96,96
	Fitomag		5,49	6,44	98,81
	AC		6,01	0,79	99,83
DL, 5 %			0,12	0,87	0,44
Florina	Martor	8,18	4,73	3,67	98,33
	Fitomag		6.93	2,86	99,18
	AC		5,90	0,54	99,92
DL, 5 %			0,39	0,43	0,28
Idared	Martor	6,98	4,08	3,13	99,38
	Fitomag		4,91	2,47	99,96
	AC		5,49	0,58	99,97
DL, 5 %			0,23	0,35	0,35
Renet Simirenko	Martor	7,28	5,07	2,96	65,76
	Fitomag		5,51	3,32	78,59
	AC		5,73	0,64	93,17
DL, 5 %			0,13	0,33	4,95

Cele mai mici pierderi în greutate la fructele tratate s-au înregistrat la soiul Idared (2,47 %), iar cele mai mari la soiul Golden Delicious (6,44 %). În cazul variantei de păstrare în condiţii de atmosferă controlată această legitate s-a păstrat parţial. Astfel, cele mai mici pierderi în greutate s-au depistat la fructele de soiul

Florina (0,54 %), iar cele mai mari deasemenea la fructele de soiul Golden Delicious (0,79 %).

Un alt indicator cercetat a fost fermitatea structo-texturală. Fermitatea produselor constituie un factor de menţinere a calităţii pe parcursul manipulării, transportării, păstrării şi comercializării.

Interacţiunea dintre structură şi textură condiţionează consistenţa sau gradul de fermitate ale produselor şi alte însuşiri, cum ar fi: elasticitatea, fragilitatea şi gradul de turgiscenţă. Gradul de fermitate a fructelor depinde în afară de structură şi textură şi de compoziţia biochimică a acestora [7].

Fermitatea ţesuturilor are o importanţă deosebită în aprecierea valorii comerciale a fructelor. Această însuşire calitativă este considerată ca fiind dependentă de cantitatea de protopectină din lamela mediană dintre celule, cât şi de cea a celulozei, ligninei şi suberinei care intră în constituţia pereţilor celulari. În cazul fructelor un rol deosebit îl au protopectinele insolubile, care constituie diminuarea fermităţii ţesuturilor din cele mai multe specii de fructe. Principala cauză a scăderii fermităţii fructelor o constituie biodegradarea enzimatică a protopectinei care constituie liantul dintre celule [3].

Seymour ş.a (1994) au precizat că modificarea fermităţii fructelor implică nu numai modificări ale compoziţiei lamelei mediane, ci şi modificări profunde ale compoziţiei şi structurii pereţilor celulari.

Pe parcursul perioadei de păstrare s-a observat, că fermitatea fructelor scade şi depinde în mare măsură de metoda de păstrare aplicată. Din tab.1 se observă că preparatul "Fitomag" a încetinit procesele de maturare-senescenţă, menţinând la un nivel mai înalt fermitatea miezului, cu 0,27-2,2 kg/cm^2 faţă de varianta martor. Aceeaşi legitate este valabilă şi în cazul fructelor păstrate în condiţii de atmosferă controlată. Printr-o fermitate mai sporită la sfârşitul perioadei de păstrare s-au evidenţiat fructele de soiul Florina, păstrate prin aplicarea preparatului"Fitomag"-6,93 kg/cm^2, precum şi fructele de soiul Golden Delicious (6,01 %) păstrate în condiţii de atmosferă controlată.

Influenţa metodei de păstrare a fost determinată şi în cazul cantităţii fructelor standard. În varianta martor cantitatea fructelor standard a fost cu mult mai redusă, constituind cu 0,58-12,83 % faţă de varianta aplicării preparatului "Fitomag", respectiv cu 0,59- 27,41 % faţă de varianta păstrării în condiţii de atmosferă controlată.

Concluzii 1. S-a stabilit influenţa metodei de păstrare asupra proceselor de maturare-senescenţă la fructele celor 4 soiuri de măr pe durata a 150 zile de păstrare.

2. Rezultatele obţinute denotă, că gradul de rezistentă a fructelor soiurilor tardive de măr cercetate faţă de deprecierile calitative si cantitative pe durata celor 150 zile de păstrare se menţine într-o dependenţă directă de metoda de păstrare, particularităţile biologice ale soiului, gradul de maturare şi conţinutul biochimic.

3. La momentul externării de la păstrare fructele tratate cu preparatul "Fitomag" şi cele păstrate în condiţii de atmosferă controlată s-au evidenţiat printr-un grad mai redus de deshidratare a ţesuturilor, fermitate structo-texturală mai înaltă, prospeţime şi gust mai pronunţat.

4. Tehnologia de păstrare prin aplicarea preparatului „Fitomag" nu necesită cheltuieli semnificative şi poate concura cu metoda de păstrare a fructelor în condiţii de atmosferă controlată.

Referinţe bibliografice

1. Bujoreanu, N. (2010). *Formarea directionată a fructelor pentru păstrare îndelungată*. Chisinau: Magna Priceps SRL.

2. Bujoreanu, N. S., & Chirtoca, A. (2013). *Păstrarea si comercializarea merelor în stare proaspătă*. *Ghid practic*. Chisinau: IFAD.

3. Burzo, I., Toma, S., Dobrescu, A., Crăciun, C., Voican, V., & Delian, E. (1999). *Fiziologia plantelor de cultură*, vol.1. Chişinău: Ştiinta.

4. Bădulescu, L. (2010). *Biochimie horticola.* Bucureşti: USAMVB.

5. Cimpoieş, G., Bucarciuc, V., & Caimacan, I. (2001). *Soiuri de măr*. Chisinau: Ştiinţa.

6. Gherghi, A., Burzo, I., Bibicu, M., Mărgineanu, L., & Bădulescu, L. (2001). *Biochimia şi fiziologia legumelor şi fructelo*r. Bucureşti: Ed. Academiei Române.

7. Lazăr, V. (2006). *Tehnologia păstrării şi industrializării produselor horticole*. Cluj-Napoca: Editura Academic Pres.

8. Lippert, F. (2006). 1-MCP verlangert die Lagerfähigkeit und vermindert Schalenbraune bei der Apfelsorte " Berlepsch". *Erwerbs –Obstbau*, 48(3), 69-77.

9. Lieberwirth, U. (1976). Der Einfluß des Baumes und der Fruchtqualität auf die Transpirationsverluste von Äpfeln während der Lagerung. *Diplomarbeit, Universität Halle.*

10. Доспехов, Б.А. (1979). *Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований)*. Москва: Колос.

11. Целуйко, Н.А. (1969). *Определение срока съема плодов семечковых культур*. Москва: Колос.

TEHNICILE CONTEMPORANE DE EXTRAGERE A ASTAXANTINEI DIN MICROALGA *HAEMATOCOCCUS PLUVIALIS*

PLÎNGĂU ECATERINA
Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir", Republica Moldova

Carotenoizii sunt compuşi valoroşi cu aplicaţi în diferite domenii, cum ar fi în produse farmaceutice, agenţi de promovare a sănătăţii. Carotenoizii sunt produşi fie prin sinteză chimică, fie naturali, obţinuţi din materia vegetală. Ficobiotehnologia este în topul tehnologiilor ecologice în ultimii ani, datorită eficienţei economice şi posibilităţii de dirijare a componenţei biomasei microalgale printr-o selecţie adecvată a condiţiilor de cultivare. Sunt foarte actuale cercetările de modificare şi optimizare a tehnicilor de extragere a pigmenţilor în scopul obţinerii unui produs natural cu impact minim asupra mediului înconjurător. Carotenoidul cu efect antioxidant superior este astaxantina, care poate fi obţinută prin extragere din biomasa microalgei verzi *Haematococcus pluvialis,* drojdia *Phaffia rhodozyma* şi unele specii de crustacee marine. Astaxantina obţinută prin sinteză este mai puţin stabilă şi cu o biodisponibilitate redusă [6, 14, 18].

Astaxantina natural este un amestec de izomeri *cis*- şi *trans*-. Izomerii *trans*- pot fi uşor transformaţi în forma *cis*- la expunere temperaturilor crescute şi iluminării. Microalga *Haematococcus pluvialis* conţine 1,5-3% astaxantină [7, 21-23].

Astaxantina prezintă proprietăţi antioxidante antiradiaţionale şi antiradicalice pronunţate şi lipsa efectului pro-oxidant. Sunt rezumate câteva aplicaţii comerciale pentru astaxantina naturală în calitate de antioxidant. Astaxantina este propusă în calitate de remedii în tratamentul şi profilaxia bolilor cardiovasculare şi oftalmologie, produse cu efect reparator în afecţiuni cutanate şi ca produs anti-aging [6, 18].

Utilizarea unei tehnici eficiente de extragere a astaxantinei constituie un moment crucial pentru potenţiala utilizare comercială a antioxidantului. Extragerea astaxantinei din biomasa microalgei *Haematococcus pluvialis* poate fi realizată prin tehnica convenţională cu aplicarea solvenţilor organici (acetonă, hexan, acetonitril, eter dietilic, dimetilsulfoxid, metanol, etanol), extracţie convenţională combinată cu hidroliza acidă sau alcalină, extracţie convenţională direct în ulei vegetal, extracţie cu CO_2 supercritic şi extracţie lichidă sub presiune [1, 2, 5, 7-9, 11, 15, 21-23]. Momentul slab al acestor tehnici este impactul solvenţilor asupra structurii astaxantinei şi reducerea activităţii antioxidante ceea ce afectează stabilitatea carotenului [7, 21]. Pentru toate tehnicile enumerate au fost propuse variante de optimizare (variaţii de temperatură, presiune, durată) în scopul extragerii maximale a astaxantinei din biomasa algală.

Unica metodă biologică de extragere a astaxantinei prevede pretratarea enzimatică a aplanosporilor, dar care este costisitoare, voluminoasă în timp şi care provoacă degradarea astaxantinei. Astfel, a fost propus un amestec de enzime format din: actinază, chitinază, fungază, funcelază, kitalază, pectinază, protează, proteinază şi alte liaze care acţionează timp de 24 ore la 37^0C. Extractibilitatea astaxantinei a constituit 24% în cazul aplicării metodei date asupra biomasei native şi 68% în cazul biomase tratate cu acetonă la temperatura de 40^0C. Cantitatea astaxantinei de 6 mg/g biomasă a fost obţinută din biomasa de *Haematococcus* tratată cu amestec 0,1% protează şi 0,5% driselază la temperatura de 30^0C timp de o oră [14].

Hidroliza alcalină prevede utilizarea alcaliilor în extragerea astaxantinei ceea ce poate provoca degradarea ei ireversibilă cu formarea de astacenă, iar extractibilitatea astaxantinei putea atinge 85% doar în cazul aplicării regimului de autoclavare [24]. A fost propusă utilizarea amestecului de NaOH cu metanol care ar preveni degradarea astaxantinei prin saponificare [6]. A fost efectuat un studiu al utilizării acizilor organici (citric, acetic, formic) în concentraţia de 2N în hidroliza acidă a ciştilor. Recuperarea astaxantinei a fost determinată în intervalul de la 3,4% la 19,4% [20]. Prin aplicarea hidrolizei acide în combinare cu temperatura au fost recuperate 94% astaxantină. Tehnica propusă prevede pretratarea ciştilor cu 0,1N acid clorhidric la temperatura de 90^0C timp de 10 min şi extragerea astaxantinei în acetonă, etanol sau uleiuri vegetale [13, 14]. Cu toată eficienţa tehnicilor extragerii convenţionale, condiţiile de producere industriale au impus simplificarea etapelor de extragere a astaxantinei prin reducerea volumelor mari de solvenţi şi a duratei procesului de extragere [17].

În cercetările de obţinere a astaxantinei din biomasa de *Haematococcus pluvialis,* prin tehnica extragerii cu dioxid de carbon supercritic, sunt utilizate uleiurile de olive şi floarea soarelui [9]. Uleiul de floarea soarelui s-a dovedit a fi cel mai favorabil pentru parametrii selectaţi cu eficienţa extracţiei de 36,36%. Pentru obţinerea astaxantinei prin utilizarea extragerii cu dioxid de carbon supercritic, în mod obligator este prezent solventul organic sau un amestec de solvenţi organici, ceea ce minimalizează din biodisponibilitatea preparatelor obţinute. Extractele obţinute prin procedeul dat reprezintă un amestec de compuşi biologic activi, ca de exemplu acizii graşi în cazul biomasei de *Heamatococcus,* care modifică esenţial nu numai componenţa preparatelor dar şi domeniile de aplicare [19]. Metoda extragerii astaxantinei cu dioxid de carbon supercritic este utilizată de companiile producătoare de preparare în baza astaxantinei naturală (Fuji Chemical Industry Co., Ltd, Toyama, Japonia).

Cea mai mare recuperare raportată de astaxantină din *Haematococcus pluvialis* a fost de 91,8%, obţinută prin tehnica extragerii cu dioxid de carbon supercritic în condiţiile presiunii de 30 MPa şi a temperaturii de 60°C cu 10% etanol în calitate

de solvent [13]. Etanol un calitate de solvent facilitează o mai mare solubilitate a astaxantinei [2, 11].

Utilizarea tehnicii de extragere cu dioxid de carbon supercritic este considerată cea mai eficientă. O concentrație optimă de etanol în CO_2 supercritic determină randamentul cel mai ridicat al carotenoidului [11]. Concentrația optimă de etanol în extracția luteinei din *Scenedesmus sp*. a fost de 20% cu recuperarea a 76,65% pigment la presiunea de 40 MPa și temperatura de 70°C, în timp ce pentru extracția de astaxantină din *Haematococcus pluvialis* cu CO_2 a fost aplicat doar 5% etanol, obținându-se cel mai mare randament al astaxantinei de 77,9% la temperatura de 70°C și presiunea de 40 MPa [10].

Prezența etanolului în calitate de solvent în extragerea cu CO_2 supercritic, creșterea temperaturii poate avea în unele cazuri un efect negativ asupra structurii astaxantinei obținute din biomasa de *Haematococcus pluvialis* deoarece etanolul favorizează oxidarea [2]. Diferite au fost, de asemenea, temperatura și presiunea optimală pentru extracția β-carotenului și a zeaxantinei din *Synechococcus sp*, datorită solubilităților lor diferite în amestecul de CO_2-etanol. Temperatura pentru extracția β-carotenului a fost de 40°C la presiunea sub 20 MPa CO_2 și 5% etanol, în timp ce pentru zeaxantină temperatura și presiunea optimală au fost de 60°C și 20 MPa [3].

O tehnică promițătoare de utilizare a CO_2 supercritic este aplicarea uleiului vegetal în calitate de solvent. Beneficiile acestei metode constau în solubilitatea mai mare a astaxantinei în amestecul de ulei vegetal/CO_2 în comparație cu etanol/CO_2 și posibilitatea de a evita etapa de înlăturare ulterioară a solventului, deoarece carotenul poate rămâne în produsele uleioase vegetale [9]. Cantitatea optimă de solvent ulei vegetal a fost de 10%, rezultând cu recuperarea a 96% astaxantină la temperatura de 70°C și presiunea CO_2 de 40 MPa [9]. Uleiul vegetal a crescut extractibilitatea astaxantinei.

Extracția asistată de microunde a carotenoizilor este puțin investigată. Parametrii principali în extracția asistată de microunde sunt puterea microundelor, mediul reactant, durata acțiunii, temperatura și tipul peretelui celular microalgal [16]. În cazul aplicării uleiului vegetal în calitate de mediu reactant împreună cu microunde, poate fi omisă etapa de înlăturare a solventului [21].

Nu toți autorii sunt adepții etanolului, care este considerat a fi prietenos mediului și omului, în calitate de solvent în tehnicile de extragere a astaxantinei. Au fost comparate tehnicile de extragere a astaxantinei din biomasa de *Haematococcus pluvialis* cu utilizarea ultrasunetului și a microundelor. Pentru ambele variante a fost stabilită eficiența acetonei în calitate de solvent în recuperarea astaxantinei în comparație cu solvenții ca metanolul, etanolul și acetonitrilul. Tehnica de extragere a astaxantinei asistată de microunde la temperatura de 75°C timp de 5 minute a favorizat extragerea a 74% astaxantină în acetonă [4].

La extragerea astaxantinei cu microunde etanolul poate fi înlocuit cu uleiuri vegetale. Beneficiul acestei tehnici este în a omite etapa de înlăturare a solventului. Extracțiile au fost efectuate într-un extractor cu microunde la 300 W timp de 5 minute utilizând 500 ml ulei vegetal pentru 100 g biomasă algală. Aceeași probă de ulei vegetal a fost utilizată pentru 11 extrageri. În final, concentrația de astaxantină din uleiul vegetal a fost de 2,1% [9].

Tehnicile de extragere a astaxantinei cu utilizarea de microunde și a ultrasunetului au fost aplicate pe scară largă în obținerea unei varietăți de compuși biologic activi, inclusiv carotenoizii. Aceste tehnici sunt cost-eficiente și au impact negativ minimal asupra mediului. Cu toate acestea, există puține rapoarte privind efectele lor asupra stabilității acestor compuși. Unele studii au stabilit că cuptorul cu microunde a indus izomerizarea astaxantinei, iar procentul de izomerizare crește în paralel cu durata procesului de tratare a biomasei cu microunde. Un efect similar a fost determinat și în cazul aplicării tehnicilor de prelucrare a biomasei cu ultrasunet. Rezultatele prezentate au pus în evidență necesitatea optimizării tehnicilor aplicate în dependență de materia primă utilizată și produsul final obținut [10].

Tehnicile de extragere a carotenoizilor din biomasa algală s-au dezvoltat în ultimii ani sub eforturi intense de cercetare, deoarece carotenoizii au mai multe aplicații ca agenți de fortificare a sănătății și prezintă proprietăți antioxidante și anticancerigene. Deși carotenoizii sintetici sunt relativ ieftini și ușor de preparat, cele naturale sunt mai stabile și conțin izomerii biologic activi doriți.

Concluzii. Tehnica extragerii convenționale a carotenoizilor din biomasa algelor necesită cantități mari de solvenți, câteva etape de extragere și timpi de extracție, prin urmare câteva metode alternative de extragere, cum ar fi extragerile asistate cu ultrasunete și microunde, precum și extragerea în condiții presurizate și cu gaze supercritice, facilitează mult tehnologiile de producere a substanțelor biologic active. Cele mai avantajoase sunt tehnicile, în rezultatul aplicării cărora corelarea dintre randamentul procesului de extragere a pigmenților și activitatea antioxidantă este una pozitivă.

Referințe bibliografice:

1. Aravena RI., del Valle J. Effect of microalgae preconditioning on supercritical CO_2 extraction of astaxanthin from *Haematococcus pluvialis*. 10th Int Conf Supercrit Fluids, USA, (2012).

2. Bustamante A., Roberts P., Aravena Rand, del Valle J. M. Supercritical extraction of astaxanthin from *Haematococcus pluvialis* using ethanol-modified CO_2, experiments and modelling. 11 Int Conf Eng Food, Athens, Greece, (2011).

3. Cardoso L. C., Serrano C. M., Rodríguez M. R., Martínez de la Ossa E. J., Lubián, L. M. Extraction of carotenoids and fatty acids from microalgae using supercritical technology. Am. J. Anal. Chem. 2012, 3: 877–83. 10.

4. Duangkamol Ruen-ngam, Artiwan Shotipruk, and Prasert Pavasant. Comparison of Extraction Methods for Recovery of Astaxanthin from *Haematococcus pluvialis*. Separation Science and Technology, 2011, 46: 64–70.

5. Jaime L., Rodriguez-Meizoso I., Cifuentes A. et al. Pressurized liquids as an alternative process to antioxidant carotenoids extraction from *Haematococcus pluvialis* microalgae. Lwt-food Sci Techn, 2010, 43:105-115.

6. Jian-Ping Yuan, Juan Peng, Kai Yin, Jiang-Hai Wang. Potential health-promoting effects of astaxanthin: A high-value carotenoid mostly from microalgae Mol. Nutr. Food Res. 2011, 55:150–165. ACCESS

7. Judith RD., Dragull K,, Tang CS., Li QL. Pressurized fluid extraction of carotenoids from *Haematococcus pluvialis* and *Dunaliella salina* and kavalactones from *Piper methysticum*. Anal Chim Acta, 2004, 501:175-81.

8. Kang CD., Sim SJ. Selective extraction of free astaxanthin from *Haematococcus* culture using a tandem organic solvent system. Biotechn Progr, 2007, 23:866-871.

9. Krichnavaruk S., Shotipruk A., Goto M., Pavasant P. Supercritical carbon dioxide extraction of astaxanthin from H*aematococcus pluvialis* with vegetable oils as co-solvent. Biores Techn, 2008, 99:5556-5560.

10. Liyan Zhao, Guanghua Zhao, Fang Chen,Zhengfu Wang, Jihong Wu, And Xiaosong Hu. Different Effects of Microwave and Ultrasound on the Stability of (*all E*)-Astaxanthin. J. Agric. Food Chem. 2006, 54:8346−8351.

11. Machmudah S., Shotipruk A., Goto M., Sasaki M., Hirose T. Extraction of astaxanthin from *Haematococcus pluvialis* using supercritical CO_2 and ethanol as entrainer. Ind EngnChem Res, 2006, 45 :3652-3657.

12. Mendes-Pinto M., et al. In: Evaluation of different cell disruption processes on encysted cells of *Haematococcus pluvialis*: effects on astaxanthin recovery and implications for bio-availability. J. Appl. Phycol., 2001, 13:19-24.

13. Miscu V. Solubilitatea astaxantinei în diferite tipuri de uleiuri vegetale alimentare. Buletinul Academiei de Ştiinţe, Ştiinţele vieţii, Chişinău, 2009, 1(307):128-134.

14. Miscu V., Rudi L., Cepoi L., Chiriac T., Cojocari A., Rudic V. Activitatea antioxidantă şi antiradicalică a extractului etanolic de astaxantină. Buletinul Academiei de Ştiinţe, Ştiinţele vieţii, Chişinău, 2009, 3(309):127-136.

15. Nobre B., Marcelo F., Passos R. et al. Supercritical carbon dioxide extraction of astaxanthin and other carotenoids from the microalga *Haematococcus pluvialis*. Eur Food Res Techn, 2006, 223:787-790.

16. Pasquet V., Cherouvier JR., Farhat F. et al. Study on the microalgal pigments extraction process: Performance of microwave assisted extraction. Proc Biochem, 2011, 46 :59-67.

17. Poojary Mahesha M., Barba Francisco J., Aliakbarian Bahar, Donsì Francesco, Pataro Gianpiero, Dias Daniel A., Juliano Pablo. Innovative Alternative Technologies to Extract Carotenoids from Microalgae and Seaweeds. Mar. Drugs 2016, 14:214-250.

18. Ranga Rao Ambati, Siew Moi Phang, Sarada Ravi, Ravishankar Gokare Aswathanarayana. Astaxanthin: Sources, Extraction, Stability, Biological Activities and Its Commercial Applications. Mar. Drugs 2014, 12:128-152.

19. Santoyoa S., et al. Green processes based on the extraction with pressurized fluids to obtain potent antimicrobials from *Haematococcus pluvialis* microalgae. LWT - Food Science and Technology, 2009, 42:1213-1218.

20. Sarada R., Vidhyavathi R., Usha D., Ravishankar GA. An efficient method for extraction of astaxanthin from green alga *Haematococcus pluvialis*. J Agr Food Chem, 2006, 54:7585-7588.

21. Splinter S.. Pare JJR., Kadali S. Method for direct extraction and concentration of natural-derived active compounds. US patent 2013/0338234 A1 (2013).

22. Thana P., Machmudah S., Goto M. et al. Response surface methodology to supercritical carbon dioxide extraction of astaxanthin from *Haematococcus pluvialis*. Biores Techn, 2008, 99:3110-3115.

23. Valderrama JO., Perrut M., Majewski W. Extraction of astaxanthin and phycocyanine from microalgae with supercritical carbon dioxide. J Chem Engn Data, 2003, 48:827-830.

24. Yuan Jian-Ping, Chen Feng. Purification of *trans*-astaxanthin from a high-yielding astaxanthin ester-producing strain of the microalga *Haematococcus* pluvialis. Food Chemistry, 2000, 68:443-448.

PRODUCTIVITATEA ŞI CONŢINUTUL UNOR COMPUŞI BIOLOGIC ACTIVI ÎN BIOMASA *SPIRULINA PLATENSIS* CNMN CB-11 LA CULTIVAREA EI ÎN PREZENŢA NANOPARTICULELOR DE AUR (AuNP)

ROTARI ION
Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir", Republica Moldova

Rolul documentat al microalgelor şi cianobacteriilor în nutriţie, dar în special a biomoleculelor sintetizate de către acestea în sănătatea umană a schimbat scenariul alimentar contemporan, instaurând o nouă zonă de interes – cea a nutraceuticelor. Creşterea constantă a cererii de nutraceutice (suplimente alimentare, alimente funcţionale şi compuşi funcţionali), creşte la rândul său, în mod constant, printre alte aspecte, şi necesitatea dezvoltării în segmentul de valorificare a microalgelor şi cianobacteriilor a noilor căi de dirijare a conţinutului de compuşi funcţionali în biomasă (cu stabilirea condiţiilor, parametrilor şi vectorilor de sinteză orientată a compuşilor ţintă) [3,4].

Studiul nanoparticulelor şi a proprietăţilor acestora a revoluţionat mult dezvoltarea ştiinţifică şi tehnică a ultimelor decenii, condiţionând apariţia şi dezvoltarea nanomaterialelor cu diverse aplicaţii practice: în calitate de catalizatori, biomarcheri şi biosensori, transportori ai substanţelor medicamentoase, în calitate de preparate antibacteriene, antivirale, imunomodulatoare, în procesul de detectare a perturbărilor genetice, în terapia genică şi secvenţierea ADN-ului. Procesele mediate de către organismele vii au devenit foarte importante, iar multe organisme, inclusiv microalgele şi cianobacteriile pot constitui nanofacilităţi eficiente pentru sinteza nanoparticulelor, contribuind la dezvoltarea a noi metode de biosinteză pentru fabricarea bionanomaterialelor cu diverse roluri funcţionale [1, 8, 10].

Cianobacteria *Spirulina platensis* este un exemplu elocvent de nutraceutic, dar şi un model excelent pentru studii fundamentale, dovedind abilităţile sale eficiente în calitate de producent al compuşilor biologic activi funcţionali, producent metalic intracelular, precum şi de matrice pentru bionanosinteza nanoparticulelor [6, 8].

În studiul expus, am urmărit scopul de a cerceta şi stabili efectul nanoparticulelor de aur (AuNP) asupra creşterii şi productivităţii tulpinii *Spirulina platensis* CNMN-CB-11, precum şi asupra conţinutului unor compuşi biologic activi în biomasă. Rezultatele şi concluziile acestei cercetări considerându-le importante în vederea definitivării oportunităţii încadrării AuNP în calitate de instrumentar de sporire a conţinutului în biomasa de spirulină a substanţelor bioactive funcţionale, dar şi ca sursă de aceste bionanoparticule.

Nanoparticulele de aur – AuNP realizează diverse aplicaţii nanotehnologice, datorită proprietăţilor lor unice şi a funcţionalităţii multiple de suprafaţă care la

rândul său, oferă o platformă versatilă pentru diverse sisteme nanobiologice cu oligonucleotide, anticorpi, proteine. Bioconjugatele de AuNP reprezintă, de asemenea, candidați promițători în proiectarea de biomateriale noi pentru investigarea sistemelor biologice. AuNP sunt relativ inerte în mediul biologic și au un șir de proprietăți fizice care sunt potrivite pentru mai multe aplicații biomedicale. Datorită disponibilității mai multor metode pentru modificarea ușoară a suprafeței AuNP pentru atașarea unui ligand, a unui medicament sau a altor molecule-țintă, în prezent, nanoparticulele de aur (AuNP) sunt utilizate pe scară largă în bioimagistică și fototerapie, datorită proprietăților optice și electronice reglabile și foarte sensibile (rezonanță de suprafață plasmonică). AuNP se folosesc pentru a induce o hipertermie localizată pentru distrugerea tumorilor sau în cadrul radioterapiei pentru cancer, terapiei fotodinamice, imagisticii tomografice computerizate, ca purtători de medicamente pentru tumori, bioetichetare prin detectarea particulelor singulare prin microscopie electronică și microscopie fototermică. Ca un nou concept, numit „theranostics", AuNP multifuncționale pot conține funcții diagnostice și terapeutice care pot fi integrate într-un singur sistem, facilitând astfel diagnosticul, terapia și monitorizarea răspunsurilor terapeutice [2, 7, 9].

Pentru studiu a fost selectată tulpina de interes industrial a cianobacteriei *Spirulina platensis* CNMN CB-11, depozitată în Colecția Națională de Microorgansime Nepatogene de pe lângă Institutul de Microbiologie și Biotehnologie [6]. Cultivarea tulpinii s-a efectuat pe mediul nutritiv mineral lichid SP-1, cu respectarea parametrilor optimali pentru creșterea culturii [6]. Pentru cercetare au fost selectate AuNP cu dimensiunea de 5nm solubilizate în H_2O, cu concentrația Au de 0,5mM, stabilizate în polietienglicol de 1mM. Nanopartuculele au fost suplimentate la cultura de spirulină în concentrația de 0,5mM/L (AuNP 1) și în diluțiile de 1:1 (AuNP 1:1), 1:5 (AuNP 1:5), 1:10 AuNP (1:10) și 1:20 (AuNP 1:20), în primele 6 ore ale procesului de creștere a tulpinii cercetate. La finalizarea seriei experimentale, s-a determinat nivelul creșterii productivității culturii, iar în biomasă a fost determinat conținutul unor compuși biologic activi funcționali de bază: proteinele, polizaharidele și lipidele conform procedeelor descrise [5]. În analiza rezultatelor s-a afirmat asupra acelor diferențe între datele obținute, pentru care $P<0,05$.

La prima etapă a studiului a fost urmărit efectul biologic al AuNP asupra creşterii tulpinii cianobacteriei *Spirulina platensis* CNMN-CB-11 şi stabilit nivelul de acumulare a biomasei cianobacteriene (figura 1). Conform rezultatelor obținute, efectul nanoparticulelor de aur asupra procesului de creștere a culturii de spirulină a fost unul pozitiv și acest efect a fost asigurat de toate dozele introduse în mediul nutritiv. Astfel, productivitatea spirulinei în prezența dozelor aplicate de AuNP a crescut cu 18,75 – 34,3% comparativ cu spirulina crescută în lipsa AuNP. Nivelul maximal de creştere a productivității spirulinei - cu 32,29 - 34,3% comparativ cu

spirulina crescută în lipsa nanoparticulelor, s-a înregistrat pentru AuNP aplicate în diluțiile de 1:1 (AuNP 1:1), 1:5 (AuNP 1:5) și 1:20 (AuNP 1:20).

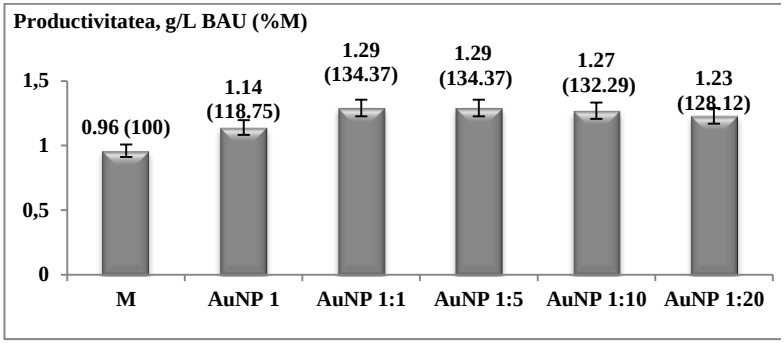


Figura 1. *Productivitatea Spirulina platensis CNMN-CB-11 la cultivare în prezența AuNP).*

Aplicarea AuNP nu a condus la modificarea conținutului de proteină (figura 2). Acesta a fost relativ mai scăzut (cu circa 6-13%) față de nivelul acestor compuși biologic activi în biomasa de spirulină cultivată în lipsa AuNP. Vom menționa însă, că conținutul de proteină poate fi considerat unul apreciabil (în expresie valorică constituind 64,65-69,75%), încadrându-se în limitele cantitative de proteină caracteristice pentru această cultură.

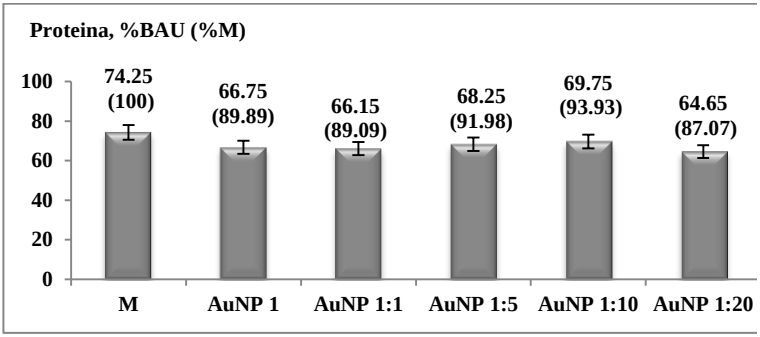


Figura 2. *Conținutul de proteină în biomasa Spirulina platensis CNMN-CB-11 la cultivare în prezența AuNP.*

Prezența AuNP în mediul de cultivare a spirulinei nu a influențat esențial nici procesul de biosinteză a polizaharidelor de către această cultură (figura 3). Conținutul de polizaharide la toate dozele aplicate de nanoparticule de aur a avut valori în limitele nivelului acestor compuși funcționali în biomasa obținută prin cultivarea spirulinei în lipsa AuNP.

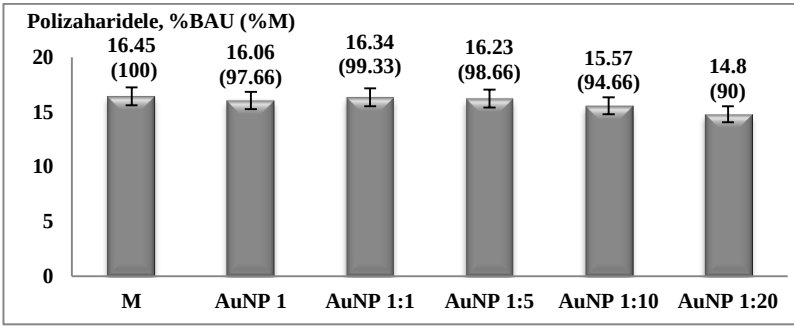


Figura 3. *Conținutul de polizaharide în biomasa Spirulina platensis CNMN-CB-11 la cultivare în prezența AuNP.*

Un efect biologic mai pronunțat al AuNP a fost stabilit asupra procesului de biosinteză a lipidelor de către cultura de spirulină (figura 4). Sub acțiunea AuNP conținutul de lipide s-a majorat în biomasă. Cel mai înalt nivel de lipidogeneză a fost determinat pentru AuNP în diluțiile de 1:1, 1:5 și 1:10 și 1:20 aplicate, creștrea cantității de lipide constituind 24,33- 28,22% față de nivelul lipidelor acumulate în spirulina crescută în lipsa AuNP.

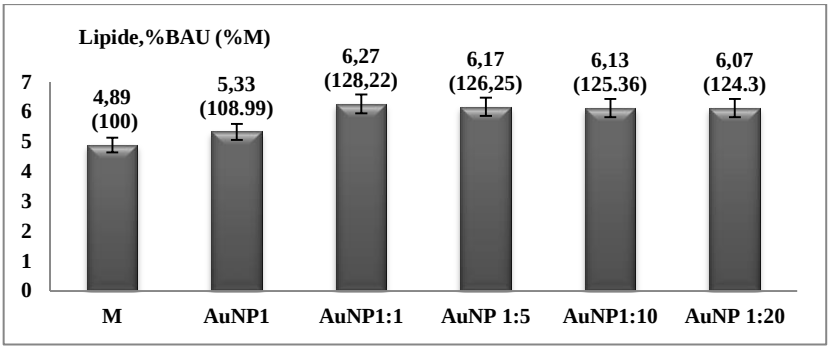


Figura 4. *Conținutul de lipide în biomasa Spirulina platensis CNM-CB-11 la cultivare în prezența AuNP.*

În baza rezultatelor obținute, se pote concluziona, că nanoparticulele de aur (AuNP) sunt non toxice pentru tulpina de spirulină studiată. AuNP stimulează creșterea tulpinii sporind de circa 1,3 ori productivitatea și de circa 1,25 ori conținutul lpidelor în biomasă, și nu induc modificări esențiale în conținutul proteinelor și polizaharidelor din biomasa de spirulină. Astfel, AuNP pot fi incluse în schemele integrate de producere a biomasei de spirulină – sursă de compuși nutraceutici și de bionanoparticule de aur.

Referințe bibliografice:

1. Cepoi L., Zinicovscaia I. Cyanobacteria for wastewater bioremediation (Zinicovscaia I., Cepoi L., eds). Springer International Publishing AG Switzerland is part of Springer Science+Business Media (www.springer.com). 2016. DOI 10.1007/978-3-319-26751-7.
2. Guo J., et al. Gold nanoparticles enlighten the future of cancer theranostics. Int J Nanomedicine. 2017, v. 12, 6131-6152. doi: 10.2147/IJN.S140772. eCollection 2017.
3. Nicolleti M. Microagae as nutracuticals. Foods. 2016, v. 5, nr.54, p.1-13.
4. Ohmori M., Ehira S. Spirulina: an exemple of cyanobacteria as nutraceuticals. Cyanobacteria: An Economic Perspective, First Edition. Edited by Naveen K. Sharma, Ashwani K. Rai and Lucas J. Stal. Published 2014 by John Wiley & Sons, Ltd., p. 103-118.
5. Rudic V. et al. Metode de investigații în ficobiotehnologie. Elaborare metodică. CE USM, 2002. 60p.

6. Rudic V. Tulpina de algă *Spirulina platensis(Nordst) Geitl* în calitate de sursă de substanţe biologic active. Brevet de invenţie MD 4123. 29-02-2012.

7. Sasidharan A., Monteiro-Riviere N. A. Biomedical applications of gold nanomaterials: opportunities and challenges. Wiley Interdiscip Rev Nanomed Nanobiotechnol. 2015, v. 7 (6), p.779-96. doi: 10.1002/wnan.1341. Epub 2015 Mar 24.

8. Schrofel A., Kratosova G. Biosynthesis of metalic nanoparticles and their applications. Intracellular delivery: a fundamentals and applications; Fundamental Biomedical Technologies 5. Ed. Prokop A. Springer Sciences+Business Media B.V. 2011, p.373-409.

9. Yi-Cheun Yeh, Brian Creran, and Vincent M. Rotello Gold Nanoparticles: Preparation, properties, and applications in Bionanotechnology. Nanoscale. 2012, v. 4(6), p.1871–1880.

10. Zhang X. Gold Nanoparticles: Recent advances in the biomedical applications. Cell Biochem Biophys. 2015, v. 72(3), p.771-775. doi: 10.1007/s.

INIŢIEREA PROCESULUI DE CALUSOGENEZĂ ŞI MORFOGENEZĂ LA *LYCIUM BARBARUM* L. (*GOJI*)

TABĂRA MARIA, CIORCHINĂ NINA, TROFIM MARIANA
Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir", Republica Moldova

Introducere. Potrivit datelor statistice, cultivarea arbustului fructifer de goji a luat o amploare deosebită în ultimii ani la nivel global pe fonul unei cereri de creştere rapidă faţă de fructele goji, şi produsele dietice derivate din acestea.

Republica Moldova tradiţional produce o cantitate considerabilă de pomuşoare (mure, căpşuni, zmeură, coacăz etc.) şi este evidentă necesitatea introducerii unor noi specii de culturi cu proprietăţi terapeutice preţioase rămâne actuală. Lărgirea lotului de arbuşti fructiferi poate fi realizată prin introducerea unor noi culturi, cum ar fi goji – *Lycium barbarum*. Pentru depăşirea problemelor apărute în ce priveşte înmulţirea clasică a *Lycium barbarum*, o serie de autori au pus la punct diferite tehnici de micropropagare *in vitro* [1-3]. Pentru a scurta perioada de obţinere a noilor plante de goji savanţii au efectuat o serie de experienţe *in vitro*, constatând că această specie manifestă o bună stabilitate genetică, o capacitate morfogenetică şi o adaptare bună la condiţiile particulare ale culturii *in vitro* [4-5] .

Rezultatele obţinute demonstrează că *Lycium barbarum* are o bună capacitate organogenetică. Aceasta variază în dependenţă de tipul de explant, mediul de cultură folosit, regulatorii de creştere şi valoarea pH-ului.

Materiale şi metode. Lucrările au fost iniţiate şi efectuate la Grădina Botanică Naţională (Institut) în Laboratorul de Embriologie şi Biotehnologie. Drept obiect de studiu a servit cultivarul *Ning Xia N1*. De la planta cultivată în condiţii de seră s-au prelevat următoarele tipuri de explante: limb foliar şi peţiol. Sterilizarea inoculilor necesită respectarea strictă a cerinţelor descrise mai jos.

Protocolul de sterilizare pentru goji include următoarele etape:

1) Menţinerea sub jet de apă şi spălarea cu apă curentă;

2) Dezinfectarea prealabilă cu soluţie slabă de KMnO4 timp de 10-15 min.;

3) Imersarea în diacid de 0,1% timp de 7 min. cu agitare continuă, la care s-a adăugat o cantitate neînsemnată de detergent – Tween 20;

4) După fiecare procedură s-a recurs la trei spălări succesive cu apă distilată sterilă.

Variantele propuse iniţial au fost cultivate pe un mediu calogenetic MS (Murashige & Skoog, 1962), la care s-a suplinit cu BAP (6-benzilaminopurina) şi ANA (η-acidnaftil acetic); S-2,5 (A.Standardi, 1983) suplimentat cu zeatină şi ANA; Gamborg B5 cu BAP şi AIA (acid indolilacetic) în anumite concentraţii. Calusul obţinut a fost apoi cultivat pe aceleaşi medii, modificându-se doar concentraţiile fitohormonilor. Durata unei subculturi a fost de 30 zile, în camera de

creştere la o temperatură de 24±1°C, la o intensitate luminoasă de 2000 de lucşi şi o fotoperioadă de 16 ore lumină şi 8 ore întuneric.

Rezultate şi discuţii. Cercetările iniţiale efectuate în vederea determinării influenţei mediului de cultură, precum şi a regulatorilor de creştere asupra procesului de regenerare *in vitro* a vitroplantulelor au avut drept scop inducerea calusului la toate tipurile de explante prelevate de la specia *Lycium barbarum* L.

Testarea mediului a arătat ca: *MS* (*Murashige & Skoog, 1962),*a condus la determinarea substratului nutritiv optim pentru inducerea calusogenezei, mai apoi derularea proceselor morfogenetice la nivel de calus şi, în cele din urmă, la obţinerea neoplantulelor. Unul dintre multiplii factori, care au determinat succesul regenerării vitroplantulelor, a constituit stabilirea raportului corespunzător de auxină: citochinină în mediul de cultură. Utilizarea BAP (6-benzilaminopurina) ca citochinine şi ANA (η-acid naftilacetic), AIA (acid indolilacetic) ca auxine la o anumită fază de creştere având o concentraţie şi combinaţie stabilită a contribuit la creşterea şi dezvoltarea fitoinoculilor.

Îmbogăţirea cu fitohormonii menţionaţi mediile de cultură a contribuit la declanşarea procesului de didiferenţiere,şi a determinat intrarea celulelor în ciclul de dividere mitotică. Ca rezultat al dividerii celulare are loc formarea ţesutului calusal, caracterizat printr-o heterogenitate sporită. Pentru diferenţierea ţesuturilor în vederea producerii calusului la *goji,* au fost folosite o diversitate de metode şi substanţe. Astfel, Muleo R. şi colab. (1990) a indus formarea calusului din frunză cu 1,0 mg/l de 2,4 D în întuneric. Alţi autori (Kataoka I şi colab., 1987; Shimura I. şi colab., 1990) au recurs la folosirea 4PU (2 clor-4-piridil-feniluree) în doze de 1,0 mg/l. Acest produs s-a dovedit a fi şi un bun stimulator al diferenţierii de muguri şi lăstari pe calusul format.

Pentru *Lycium barbarum* producerea calusului a manifestat unele particularităţi privind calitatea lui apreciată prin consistenţă şi culoare, perioada de formare şi cantitatea de formare şi acumularea masei a calusale.

În experienţele propuse, în urma diferenţierii celulare, au fost puse în evidenţă procese ca: calusogeneza, calusogeneza + rizogeneza, calusogeneza + caulogeneza. Începând cu primele zile de inoculare s-au dus observaţii asupra iniţierii şi dezvoltării calusului. După două săptămâni de cultivare *in vitro* la majoritatea explantelor s-a observat iniţierea unor formaţiuni structurale calusare. În investigaţiile efectuate s-a atestat formarea unui singur tip de calus, şi anume – calus compact de culoare preponderent verde-intens, a cărui intensitate varia de la un tip de explant la altul.

Printre multitudinea factorilor care influenţează procesul de inducere a calusului un loc aparte ocupă tipul explantului. Alegerea cu grijă a tipului de explant, originii, naturii şi a stadiului de dezvoltare a acestuia este importantă, deoarece ea determină frecvenţa de inducere a calusului şi tipul de morfogeneză.

O diferenţă vădită se atestă în cazul reacţiei explantelor la cultivarea în condiţii aseptice. De menţionat că explantele având originea limbul foliar, trecute pe mediu nutritiv, în primul rând s-au gofrat mărindu-se în dimensiuni, iar la periferie la nivelul nervurilor apar nişte conglomerate mici ce denotă o iniţiere a procesului de formare a calusului. În cazul explantelor de peţiol, de asemenea, are loc mărirea în volum, dar cu menţinerea formei cilindrice. Prezintă interes localizarea calusului format, fapt determinat de fenomenul de polaritate.

Cercetările efectuate au pus în evidenţă o diferenţiere a părţii apicale şi a celei bazale. S-a constatat că în partea apicală s-a format de 2-3 ori mai mult calus decât în cea bazală.

Studiul comparativ al frecvenţei calusogenezei în funcţie de tipul explantului a permis de a pune în evidenţă faptul că procentul cel mai ridicat prezintă peţiolul (50%), apoi limbul foliar (30%).

Datorită faptului că iniţial cercetările au fost efectuate în scopul determinării interacţiunii factorilor mediul de cultură – explant – fitohormon asupra frecvenţei calusogenezei au fost evidenţiate următoarele rezultate.

Pe mediul *MS* sub influenţa 2,4D (2,4-diclorofenoxiacetic), ANA şi BAP toate explantele au produs calus. Formarea acestuia a fost vizibilă după 14 zile de cultivare. În variantele propuse pentru toate tipurile de explant primul indice al stării lor l-a constituit creşterea dimensiunilor. Calusul primar cel mai consistent a fost produs de către peţiol, având o culoare verde-intensă, şi a fost obţinut pe mediul *MS* suplimenit cu BAP de 1,0 mg/l,. Această calitate a calusului se caracterizează printr-o înaltă capacitate organogenetică, fapt demonstrat experimental. După pasarea masei calusale pe mediu nutritiv proaspăt, în subculturile succesive se constată creşterea cantităţii de calus produs. Este important de a menţiona că calusul format pe mediul *MS* suplinit cu ANA a manifestat o creştere lentă, în deosebi în cazul inoculilor limbului foliar.

Masa calusală de culoare verde-deschis, capătă, pe parcursul subcultivărilor succesive, o nuanţă verde-albicioasă şi este consistentă. Spre deosebire de mediul *MS* + 2,4D se atestă o creştere mai sporită şi abundentă a masei calusale, pe când consistenţa ei nu este atât de pronunţată şi spongioasă.

Pe mediul *MS* cu BAP şi ANA frecvenţa formării calusului a fost mai joasă decât pe mediile sus-numite. Creşterea masei calusale într-un randament mai sporit s-a depistat la explantele ce au originea de peţiol. O altă variabilă ce influenţează mult procesul de calusogeneză este valoarea pH a mediului de cultură.

În acest context, au fost examinate două variante, şi anume: pH 7,0 şi pH 5,8. În urma observaţiilor s-a constatat că pH 7,0 a avut ca efect producerea unui calus mai dens şi de culoare verde-intens, faţă de cel obţinut pe mediu cu valoarea pH-ului de 5,8.

Dirijarea balanţei hormonale în mediu de cultură a condus la dediferenţierea calusului, semnalizând declanşarea procesului de organogeneză.

Aspectul ulterior al cercetărilor a fost determinat de aprecierea tipului de calus, interes prezentând doar cel regenerativ. Pentru iniţierea procesului de organogeneză calusul a fost supus pasajelor pe mediu ce ar contribui la diferenţierea masei calusale prin formarea centrelor meristematice. Este cunoscut faptul că frecvenţa regenerării *in vitro* este determinată de tipul explantului, mediul de cultură, concentraţia fitohormonilor şi de alţi factori [2].

Unul dintre factorii cu un rol decisiv în determinarea direcţiei de dezvoltare a masei calusare reprezintă regulatorii de creştere. Odată ce a avut loc formarea calusului, cerinţa principală este de a conduce cercetările în direcţia declanşării proceselor de morfogeneză, prin menţinerea lui pe medii de cultură speciale şi stabilirea unui raport optim de auxină : citochinină. Iniţierea procesului organogenetic necesită prezenţa fitohormonilor aplicaţi în concentraţii variate, dar diferiţi de acei utilizaţi până în acel moment.

Conform rezultatelor obţinute, mediul *MS* în combinaţie cu 2,4D şi BAP s-a dovedit a fi cel mai favorabil pentru regenerarea calusului obţinut. Frecvent, mediile de cultură, adecvate creşterii optime a ţesutului calusal, nu sunt adecvate şi pentru iniţierea calusului de tip regenerativ. Proliferarea acestui tip de calus, în general, necesită medii sărace în azot. În dependenţă de tipul explantului, frecvenţa de manifestare a organogenezei este diferită. Cea mai bună capacitate organogenicăcă a dovedit-o peţiolul, urmat de limbul foliar cultivate pe mediile de bază *MS*.

Calusul format pe aceste două medii s-a adeverit a fi regenerabil, deoarece deja după 35-40 zile de cultivare a avut loc declanşarea procesului de organogeneză. În urma formării meristemoizilor a fost posibilă formarea muguraşilor la suprafaţa calusului. Pe parcursul subcultivării calusului s-a depistat o neuniformitate a dezvoltării lor. În cea mai mare parte calusul a format muguraşi (embrioizi somatici), care mai târziu au dat naştere lăstarilor. Dar au fost atestate şi situaţii în care calusul nu a format muguri şi lăstari adventivi, ci doar primordii foliare, care ulterior nu au evoluat în plantule. În plus, în unele cazuri s-au înregistrat modificări ce au avut urmări letale, fapt determinat de apariţia unor sectoare necrotizate pe suprafaţa ţesutului calusal, ceea ce a condus nemijlocit la pierderea capacităţii de morfogeneză. Acest lucru poate fi explicat prin posibile schimbări la nivel de procese fiziologice sau biochimice în calus.

Pe mediul *MS* suplinit cu ANA , în afară de creşterea abundentă a masei calusale, a avut loc formarea rădăcinilor cu un geotropism negativ bine pronunţat. În cazul dat putem afirma că calusul obţinut este neregenerativ (nonmorfogen), deoarece el nu este capabil să regenereze vitroplantule, cu toate că a stimulat rizogeneza. În literatura de specialitate (D.Cachiţa-Cosma), ce analizează capacitatea de regenerare a calusului, se menţionează că cel neregenerabil manifestă o creştere abundentă. Obţinerea unui calus neregenerativ era deja evidentă în faza de creştere a lui, fapt manifestat prin dimensiunile sale sporite.

Formarea excesivă a masei calusale nu a condus la derularea proceselor morfogenetice. Se poate conchide că producţia de calus sporită reduce procentul de organogeneză. Proliferarea calusului şi regenerarea unor noi plante din calus reprezintă un câmp foarte vast de acţiune pentru mutageneza experimentală, pentru tehnicile de inginerie genetică în vederea obţinerii de forme productive de mare valoare

Apariţia lăstarilor, ce are loc din mai multe zone meristematice, conduce la formarea unor rozete a câte 3-9 lăstari. Pe parcursul a câtorva subcultivări se constată creşterea lor. Lăstarii formaţi sunt lipsiţi de rădăcini, astfel apare necesitatea utilizării unui mediu de înrădăcinare. Întrucât mulţi autori susţin că mediul cel mai favorabil pentru inducerea rizogenezei pentru *Lycium* este mediul *MS,* s-a recurs la testarea lui. Astfel, suplinin la mediul *MS* cu fitohormonii BAP şi β-indolilacetic (AIA), s-a obţinut procesul de formare a rădăcinilor.

În scopul aclimatizării neoplantulelor în condiţii *ex vitro,* preventiv a fost pregătit un substrat format din perlit şi nisip steril (2:1) şi umezit. În acest substrat neoplantulele au fost păstrate timp de 20 de zile şi apoi transferate în sol.

Concluzii

1. Mediul favorabil pentru creşterea şi dezvoltarea *in vitro* la *goji* este mediul *MS* suplinit cu componenţa hormonală BAP+2,4D.

2. Prezenţa BAP în mediul de cultură în cantitate de 1 mg/l determină formarea calusului la toate tipurile de explant.

3. Producţie majoră de masă calusară s-a realizat la peţiol şi mai mică la limbul foliar.

4. Calitatea calusului se poate aprecia după consistenţă şi culoare. Calusul consistent de culoare verde intens are o viteză de creştere şi un potenţial organogenetic mai sporit.

5. Valoarea pH a mediului influenţează procesele de calusogeneză şi organogeneză indirectă. Producerea calusului şi diferenţierea lui ulterioară s-au obţinut la valoarea pH a mediului 7,0 la toate tipurile de explante.

6. Procesul de organogeneză depinde de cantitatea de calus produs în sens negativ, şi anume: în cazul producţiei reduse de calus frecvenţa organogenezei este mai sporită, şi invers.

Referințe bibliografice:

1. Badea, E., Săndulescu, D. Biotehnologii vegetale. Bucureşti, Fundaţia Bioteh., 2001, 295 p.

2. Badenes M. L., Byrne D.H., 2011 – „Fruit Breeding. Handbook of Plant Breeding", Springer, p. 130

3. Cachiţa–Cosma, D. Metode in vitro la plantele de cultură. Editura "Ceres", Bucureşti, 1987, 275p.

4. Cachiţa–Cosma, D. Tratat de biotehnologii vegetale. Bucureşti, 2004

5. Harada H. „In vitro" organ culture of Actinidia chinensis Planch as a technique for vegetative multiplication // J. Hort. Science. - 1975. - No50. - P.81-83. 2. Standardi A. Micropropagazione dell' Actinidia chinensis Planch mediante coltura „in vitro" di apici meristematici // Frutticoltura. - XLIII (1). - 1991. - 43. - No1. - P.23-27.

SINTEZA NANOPARTICULELOR DE SELENIU PE FRACŢIA DE AMINOACIZI ŞI OLIGOPEPTIDE OBŢINUTE DIN BIOMASA DE *SPIRULINA PLATENSIS*

TAŞCA ION
Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir", Republica Moldova

Nanoparticulele de selenium prezintă o formă unică de selenium elemental. Caracterizate prin dimensiuni nano, aceste particule atrag atenţia cercetătorilor la nivel mondial datorită proprietăţilor distincte şi activităţilor biologice excelente [5, 10, 13]. Aceste particule realizează cu succes reacţia de "stingere" a radicalilor liberi in vitro [4]. În sistemele vii nanoparticulele de seleniu duc la îmbunătăţirea performanţelor de creştere şi ameliorarea statutului antioxidant seric la animale. Biodisponibilitatea seleniului în formă de nanoparticule este foarte înaltă, comparativ cu alte forme ale acestui element [4, 8]. Un alt beneficiu pe care îl oferă nanoparticulele de seleniu este toxicitatea lor scăzută comparativ cu alte forme, cum ar fi seleniţii, selenometionina, metilselenocisteina, şi alte forme cunoscute [4, 8, 14]. În acelaşi timp nanoparticulele de seleniu duc la o activare vizibilă a selenoenzimelor în celulele vii. În plus, SeNPs pot inhiba creşterea microorganismelor [9] şi, de asemenea, prezintă activitate antitumorală atât *in vitro* [1, 7], cât şi *in vivo* [11]. Prin urmare, nanoparticulele de seleniu prezintă o formulare cu perspective mari, datorită potenţialului lor de a fi utilizate în componenţa suplimentelor nutriţionale, destinate chemoprevenţei şi terapiei chimice împotriva cancerului.

Cu toate aceste, utilizarea nanoparticulelor de seleniu este destul de limitată din cauza a două probleme majore, care au fost relatate de cercetători la nivel mondial. Acestea sunt: 1) necesitatea elaborării metodelor econome şi ecologice de sintetizare a nanoparticulelor de seleniu [2] şi 2) necesitatea de elaborare a metodelor care previn agregarea şi supradimensionarea nanoparticulelor de seleniu, deoarece în aceste condiţii acestea îşi pierd activitatea biologică, necătând stabilităţii lor termodinamice [12]. Ambele probleme se referă la mărimea finală şi la stabilitatea nanoparticulelor de seleniu, de care depinde activitatea lor biologică. Creşterea dimensiunii nanoparticulelor de seleniu are ca rezultat reducerea activităţii lor biologice ale acestor nanoparticule (de exemplu, anihilarea mai multor tipuri de radicali liberi [4], îmbunătăţirea capacităţii de bioasimilare a Se de către celule şi reglarea activităţii GSH S-transferazei [6]). Pentru a rezolva aceste probleme (realizarea sintezei şi asigurarea stabilităţii nanoparticulelor de seleniu), cercetătorii aplică în calitate de sisteme de biosinteză diferite culturi de microorganisme ori extracte din plante şi alge. A fost stabilit, că acoperirea nanoparticulelor de seleniu cu aminoacizi duce la accentuarea efectelor anticancer ale acestora [3].

Pornind de la premisele expuse mai sus, scopul cercetărilor expuse în acest articol a constat în obţinerea nanoparticulelor de seleniu în sistemul de sinteză, care conţine selenit de cobalt şi fracţia de aminoacizi şi oligopeptide, obţinute din biomasa cianobacteriei Spirulina platensis.

Materiale şi metode. Obiectul studiilor în cadrul acestui proiect a fost tulpina cianobacteriei *Spirulina platensis CNMN – CB-11*. Pentru creşterea cianobacteriei a fost utilizat mediul nutritiv SP -1. Parametrii şi condiţiile de cultivare: Cantitatea de inoculum – 0,4-0,45g/l BAU; temperatura de 30-32°C, pH-ul-9-10, intensitatea iluminării până la 4000lx; Cultivarea a fost efectuată în baloane Erlenmeyer pe suport special cu sistem de reglare a temperaturii. Cultura a fost agitată zilnic, timp de 2 ore pe un agitator universal de laborator tip WU-4 cu viteza de rotaţie de 200 rotaţii per min. Durata ciclului de cultivare – 7 zile.

Obţinerea fracţiei de aminoacizi liberi şi oligopeptide: La biomasa cianobacteriană se adăugă alcool etilic de 30-75% în raport de 1:2, se agită pe agitator electric timp de 1oră, după care se centrifughează la 1000g timp de 15 min. Extracţia se repetă timp de 30 min prin adăugarea la restul de biomasă a unui volum de apă purificată în raport de 1:10. Supernatantele obţinute se reunesc. Pentru a separa fracţiile oligopeptidelor şi aminoacizilor liberi de restul proteinelor, extractul este supus distilării şi centrifugării timp de 15 min la 540g, utilizând eprubete "Centrifuge Filter Units Ultrafree – 15"(10kDa).

Analiza spectrală UV-vis - (Ultraviolet-Visual) spectra la UV-VIS Spectrophotometer T80+, TG Instruments Ltd cu lungimile de undă de la: 300 până la 800 nm, cu intervalul între măsurări de 1 nm.

Microscopia electronică de baleaj - Scanning Electron Microscopy (SEM) permite pregatirea probelor sau modificarea structurală a suprafeţelor probei la scală nanometrică. Parametrii operaţionali protocolari pentru experienţă: dispersie fascicul electroni 5000–150000x; rezoluţie fascicul electroni: 1–30 kV. Aceste investigaţii au fost realizate în cadrul Institutului Unificat de cercetări Nucleare din Dubna (Rusia).

Determinarea puterii de reducere a biomasei are la bază reducerea complexului ferocianurii ferice în ferocianura feroasă de *Albastru de Berlin*. Hexacianoferatul de potasiu formează cation stabil $[Fe(CN)_6]^{3-}$ care poate detecta fierul(II) Reducerea Fe(III) se produce de către componentele biomasei de spirulină şi forma redusă a fierului este detectată de cationii stabili de $[Fe(CN)6]3^{-}$ cu formarea complexului $Fe^{3}[Fe(CN)_6]_2$ de culoare verde albastră. Amestecul reactant constă din 10 mg biomasă de spirulină, 0,5 ml soluţie tampon fosfat 0,1 M, pH 6,6 şi 0,5 ml soluţie hexacianoferat de potasiu de 0,1%. Amestecurile se incubează la temperatura de 50^{0}C timp de 20 min. După incubare se adaugă 0,5 ml acid tricloracetic 10% şi amestecurile se centrifughează timp de 10 min la 3045 g. La supernatant (1,5ml) se adaugă 0,2 ml soluţie clorură de fier de 0,1% şi 2 ml apă distilată. Se măsoară densitatea optică la 700 nm. În calitate de probă oarbă se

utilizează amestecul din care lipsește proba de spirulină. Puterea de reducere se exprimată în echivalent acid ascorbic în mg/mg biomasă spirulina.

Rezultate și discuții. Biomasa de spirulină crescută pe durata unui ciclu vital a fost clectată și supusă procesului de extragere a fracției de aminoacizi liberi și oligopeptide. Pentru obținerea nanoparticulelor de seleniu în calitate de precursor de sinteză a fost utilizată soluția de selenit de cobalt de 100 mg/ml. Fracția aminoacidică și oligopeptidică se adaugă la soluția precursor, astfel, ca concentrația finală să fie de 10 mg/ml. Experiența a fost efectuată la 4 timp de contact al precursorului cu fracția de aminoacizi și oligopeptide – 30, 60, 90 și 120 min. La expirarea acestor timpi amestecul reactant a fost examinat în vederea evidențierii maximului de absorbție la 400 nm. Rezultatele sunt prezentate în figura 1. La expirarea timpului de30 min nu au fost observate modificări în sistemul de reacție.

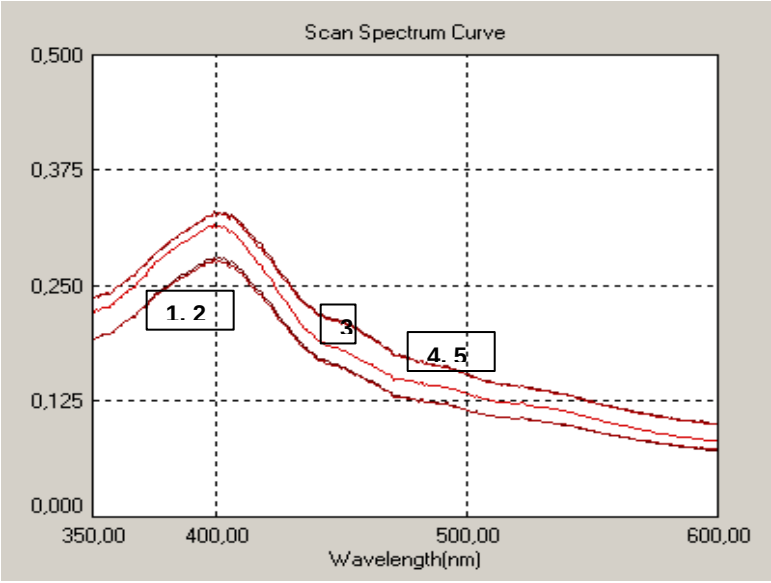


Figura 1. Modificarea amplitudinii maximelor de absorbție a extractului de aminoacizi pe durata sintezei SeNP. *1- Martor - extract nativ de aminoacizi; 2- extract de aminoacizi + Se 30 min; 3 - extract de aminoacizi + Se 60 min; 4 - extract de aminoacizi + Se 90 min; 5 - extract de aminoacizi + Se 120 min.*

Experimental pe modelul fracției de aminoacizi şi oligopeptide a fost stabilit, că modificarea creșterii amplitudinii maximelor de absorbție ale extractului nominalizat începe după 60 min, ceea ce înseamnă acumularea unui număr semnificativ de nanoparticule de selen în sistemul de bionanosinteză. Mărirea duratei de contact peste 90 min nu are sens din punct de vedere cantitativ, deoarece maximele de absorbție la timpul de contact 90 şi 120 min se suprapun (Fig. 1.).

Formarea de nanoparticule de asemenea a fost confirmată prin imaginile obținute la microscopul electronic de scanare (Fig.2). Dimensiunile particulelor obținute în acest sistem reactant după 60 min de contact au fost între 25 și 50 nm.

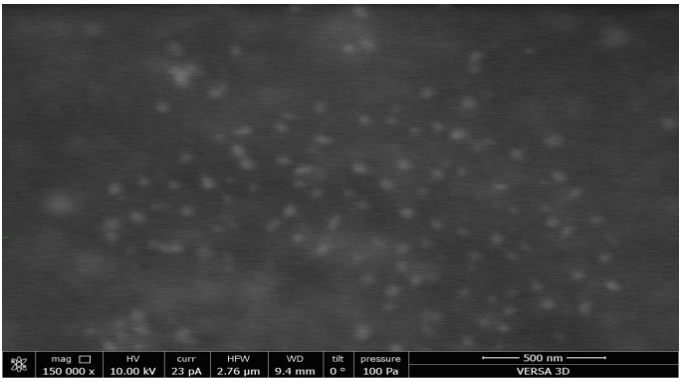


Figura 2. *Nanoparticule de seleniu obținute în sistemul reactant selenit de cobalt-extract de aminoacizi şi oligopeptide (60 min contact).*

Pentru a confirma timpul optimal de contact necesar pentru obținerea cantității maximale de nanoparticule a fost determinată modificarea puterii de reducere a fracțiilor în dependență de timpul contactului lor cu selenitul de cobalt (fig.3).

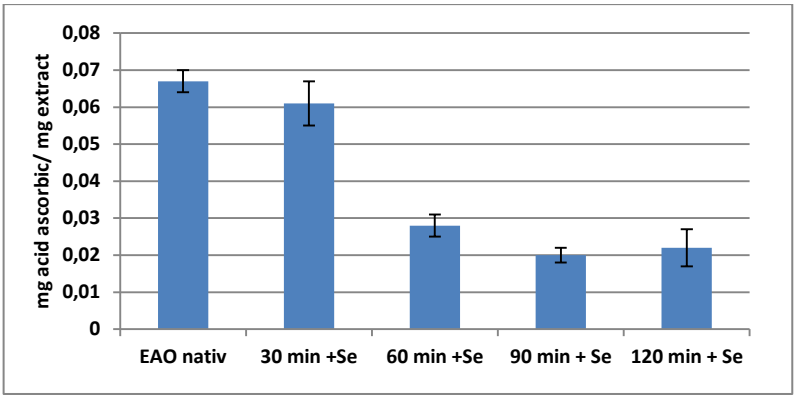


Figura 3. *Puterea de reducere a extractului de aminoacizi din spirulină pe durata sintezei nanoparticulelor de seleniu. EOA- extract aminoacizi și oligopeptide.*

Puterea de reducere a extractului de aminoacizi din spirulină pe durata sintezei nanoparticulelor de seleniu se reduce semnificativ pe parcursul celor 90 min de contact, după care aceasta nu mai scade. Acest lucru confirmă încetarea procesului de nanobiosinteză (Fig. 3).

Concluzii. Biosinteza nanoparticulelor de seleniu poate fi realizată utilizând în calitate de matrice fracția aminoacidică și oligopeptidică obținută prin extragere din biomasa cianobacteriei Spirulina platensis

Biosisnteza nanoparticulelor de selen pe fracția de aminoacizi și oligopeptide din biomasa de spirulină are loc în intervalul de timp de 90 min de la momentul lansării procesului, iar continuarea acestuia nu duce la acumularea suplimentară de nanoparticule.

Referințe bibliografice:

1. Chen T, Wong YS, Zheng W, Bai Y, Huang L. Selenium nanoparticles fabricated in *Undaria pinnatifida* polysaccharide solutions induce mitochondria-mediated apoptosis in A375 human melanoma. Colloid Surf B. 2008;67(1):26–31.

2. Dhanjal S, Cameotra SS. Aerobic biogenesis of selenium nanospheres by *Bacillus cereus* isolated from coalmine soil. Microb Cell Fact. 2010;9:52–62.

3. Feng Y, Su J, Zhao Z, Zheng W, Wu H, Zhang Y, Chen T. Differential effects of amino acid surface decoration on the anticancer efficacy of selenium nanoparticles. Dalton Trans. 2013;43(4):1854–1861.

4. Hu CH, Li YL, Xiong L, Zhang HM, Song J, Xia MS. Comparative effects of nano elemental selenium and sodium selenite on selenium retention in broiler chickens. Anim Feed Sci Technol. 2012;177:204–210.

5. Navarro-Alarcon M, Cabrera-Vique C. Selenium in food and the human body: a review. Sci Total Environ. 2008;400:115–141.

6. Peng D, Zhang J, Liu Q, Taylor EW. Size effect of elemental selenium nanoparticles (Nano-Se) at supranutritional levels on selenium accumulation and glutathione S-transferase activity. J Inorg Biochem. 2007;101:1457–1463

7. Ramamurthy CH, Sampath KS, Arunkumar P, Suresh Kumar M, Sujatha V, Premkumar K, Thirunavukkarasu C. Green synthesis and characterization of selenium nanoparticles and its augmented cytotoxicity with doxorubicin on cancer cells. Bioprocess Biosyst Eng. 2013;36(8):1131–1139.

8. Shi L, Xun W, Yue W, Zhang C, Ren Y, Shi L, Wang Q, Yang R, Lei F. Effect of sodium selenite, Se-yeast and nano-elemental selenium on growth performance, Se concentration and antioxidant status in growing male goats. Small Rumin Res. 2011;96:49–52.

9. Tran PA, Webster TJ. Selenium nanoparticles inhibit *Staphylococcus aureus* growth. Int J Nanomed. 2011;6:1553–1558.

10. Wang H, Zhang J, Yu H. Elemental selenium at nano size possesses lower toxicity without compromising the fundamental effect on selenoenzymes: comparison with selenomethionine in mice. Free Radic Biol Med. 2007;42:1524–1533.

11. Yazdi MH, Mahdavi M, Varastehmoradi B, Faramarzi MA, Shahverd AR. The immunostimulatory effect of biogenic selenium nanoparticles on the 4T1 breast cancer model: an in vivo study. Biol Trace Elem Res. 2012;149(1):22–28.

12. Zhang C, Zhai X, Zhao G, Ren F, Leng X. Synthesis, characterization, and controlled release of selenium nanoparticles stabilized by chitosan of different molecular weights. Carbohydr Polym. 2015;134:158

13. Zhang J, Wan H, Yan X, Zhang L. Comparison of short-term toxicity between Nano-Se and selenite in mice. Life Sci. 2005;76:1099–1109. 5. Huang B, Zhang J, Hou J, Chen C. Free radical scavenging efficiency of Nano-Se in vitro. Free Radic Biol Med. 2003;35:805–813.

14. Zhang J, Wang X, Xu T. Elemental selenium at nano size (Nano-Se) as a potential chemopreventive agent with reduced risk of selenium toxicity: comparison with Se-methylselenocysteine in mice. Toxicol Sci. 2008;101(1):22–31.

EFECTUL UNOR NANOPARTICULE ANORGANICE ASUPRA CREŞTERII MICROMICETELOR

TIMUŞ ION
Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir”, Republica Moldova

Valorificarea noilor surse de materie primă pentru biotehnologie şi industria microbiologică, ce ţin de producera preparatelor farmaceutice, protecţia mediului ambiant, obţinerea substanţelor bioactive, etc. implică extinderea cercetărilor asupra microorganismelor, ca sursă inepuizabilă şi ieftină. Un rol important în industria microbiologică ocupă micromicetele, (mucegaiurile) pe baza cărora sunt obţinute substanţe bioactive utilizate în diverse domenii. Micromicetele sunt microorganisme uşor adaptabile la condiţiile mediului, au capacitatea de a forma enzime induse în funcţie de natura substratului pe care se află.

Necesitatea crescândă în substanţe bioactive argumentează importanţa cercetărilor privind selectatea unor noi producători şi stabilirea noilor procedee eficiente de cultivare şi ameliorare a potenţialului biosintetic al microorganismelor-producători. De perspectivă în această direcţie este utilizarea în calitate de stimulatori şi reglator ai creşterii şi proceselor biosintetice ai producătorilor nanoparticulele anorganice. Eficacitatea utilizării acestora poate fi, atât benefică, cât şi toxică în dependenţă de compoziţia, mărimea, durata şi concentraţia aplicată [4, 5, 10, 13 - 15]. Astfel, Kotzybik K, şi coautorii, analizînd influenţa nanoparticulelor pe bază de SiO_2 şi argint (dimensiunile 0,65 nm şi 200 nm) asupra ciupercii filamentoase micotoxigene *Penicillium verrucosum,* au constatat că, concentraţia, durata, mărimea şi compoziţia chimică au o influenţă decisivă asupra creşterii şi biosintezei micotoxinelor [7]. Efectul nanoparticulelor (NP) de Fe_3O_4 şi Fe(0) asupra creşterii micromicetelor din genul *Penicillium* şi *Trichoderma,* atât în lipsa, cât şi în prezenţa trifluralinei (TF), depinde de dimensiunile şi concentraţiile utilizate. Astfel, s-a stabilit că NP de Fe_3O_4 cu mărimea de 20-25 nm, în concentraţii mici (1-10 mg/l), stimulează creşterea micromicetelor în prezenţa trifluralinei [9]. De asemenea, s-a constatat că, nanoparticulele Fe_3O_4, în concentraţii de 0.5 - 30.0 mg/L nu modifică semnificativ producţia de biomasă celulară, însă schimbă compoziţia biochimică a levurii *Rhodotorula gracilis* CNMNY-30, micşorează conţinutul de carbohidraţi şi proteine, iar în concentraţii mari provoacă dereglări semnificative în activitatea catalazei [10]. Nanoparticulele TiO_2 în concentraţii de 0,5 - 15,0 mg/L nu modifică în mod semnificativ multiplicarea şi producţia de biomasă la *Saccharomyces cerevisiae* CNMNY-20, *Saccharomyces cerevisiae* CNMN-Y-18, *Rhodotorula gracilis* II/6, dar determină scăderea conţinutului de proteine în biomasa levurilor genului *Saccharomyces* şi acumularea de proteine la tulpina de levuri pigmentate *Rhodotorula gracilis* II/ 6. [11].

În ultimii ani la nivel internaţional s-au intensificat cercetările privind sinteza microbiologică a nanoparticulelor metalice. Literatura de specialitate abundă de dovezi experimentale ce demonstrează capabilitatea mai multor organisme, atât unicelulare cât şi pluricelulare, de a sintetiza materiale anorganice, fie intracelular sau extracellular [1-3, 6, 8, 12].

Reieşind din cele expuse scopul investigaţiilor a constat în studierea efectului nanoparticulelor de CuO, CoO şi ZnO asupra creşterii micromicetelor.

Materiale şi metode

Ca material pentru studiu au fost utilizate 20 tulpini de micromicete din Colecţia Naţională de Microorganisme Nepatogene ce aparţin genurilor: *Aspergillus* (5), *Trichoderma* (5) şi P*enicillium* (10).

Au fost utilizate nanoparticule (NP) de Cu, Co şi ZnO cu dimensiunile: NPCu – 2-3 nm, NPCo-15-20nm, NPZnO – 20-30 nm, sintetizate de cale chimică de către cercetătorii ştiinţifici de la Universitatea de Stat Sud-Vest din oraşul Kursk, Rusia, puse la dispoziţia noastră cu multă amabilitate.

Micromicetele au fost cultivate submers în mediul lichid Czapek suplimentat cu NP în concentraţii de (%): Cu şi ZnO - 0,001; Co - 0,0001. Cultivarea s-a efectuat în baloane Erlenmeyer de 250 ml, pe agitator, viteza de rotaţie 180-200 r.p.m., la temperatura de 28-30^0 C, timp de 6 zile. Pentru însămînrare s-a utilizat un volum de 5% suspenzie de spori 5x10^6 celule/ml. În calitate de martor s-a cercetat varianta fără aplicarea nanoparticulelor.

Separarea biomasei de lichidul cultural s-a efectuat prin filtrare şi s-a calculat gravimetric. Cantitatea de biomasă obţinută s-a calculat la 1 litru de mediu lichid.

Experienţele au fost efectuate în 3 repetări. Prelucrarea statistică a datelor a fost efectuată cu ajutorul programului MS Office Excel 2010.

Rezultate şi disuţi

Rezultatele obţinute, în experienţele efectuate, au demonstrat că, NP testate au acţionat în mod diferit asupra tulpinilor luate în studiu. Astfel, din 5 tulpini, ce aparţin genului *Aspergillus*, sub acţiunea NP de Cu, la 4 biomasa acumulată a depăşit semnificativ varianta martor (115...136%) şi numai la tulpina *A. niger* CNM FA 03 a fost înregistrată o diminuate a creşterii, acest indice constituind 91% faţă de varianta martor (Figura 1). O stimulare a creşterii a fost obţinută şi la cultivarea acestor tulpini în prezenţa NP de ZnO. La 3 tulpini stimularea a fost nesemnificativă, acumularea biomasei a depăşit martorul cu 3,8...7,5%, iar la tulpinile *A. fumigatus* şi *A. niger* CNMN FD 01 acest indice a constituit 136,4 şi respectiv 134,2% faţă de martor. Negativ sau neutru asupra creşterii tulpinilor studiate au acţionat NP de Co. Acumularea biomasei la 3 tulpini a variat în limitele 41,5...85 %, iar la tulpinile *A. niger* CNM FA 03 şi *A. niger* CNMN FD 01 acest indice a fost în limitele variantei martor şi a constituit 93,2şi respectiv 100%.

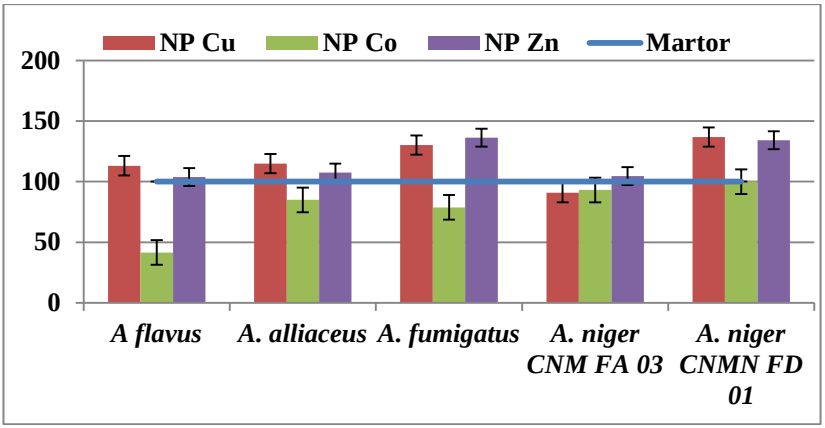


Figura 1. *Acumularea biomasei la cultivarea tulpinilor din genul Aspergillus în prezenţa NP de Cu, co şi Zn.*

La cultivarea micromicetelor din genul *Trihoderma* în prezenţa NP de Cu acumularea biomasei a variat nesemnificativ faţă de varianta martor, iar în variantele cu NP de ZnO au fost înregistrate stimulări nesemnificative a creşterii, acumularea maximă a biomasei de 140% faţă de martor fiind înregistrată la tulpina *Tr. lignorum* CNMN FD 14. În varianta ce conţinea NP de Co toate tulpinile studiate au înregistrat o diminuare semnificativă a creşterii, biomasa acumulată variind în limitele 50..87% faţă de varianta martor.

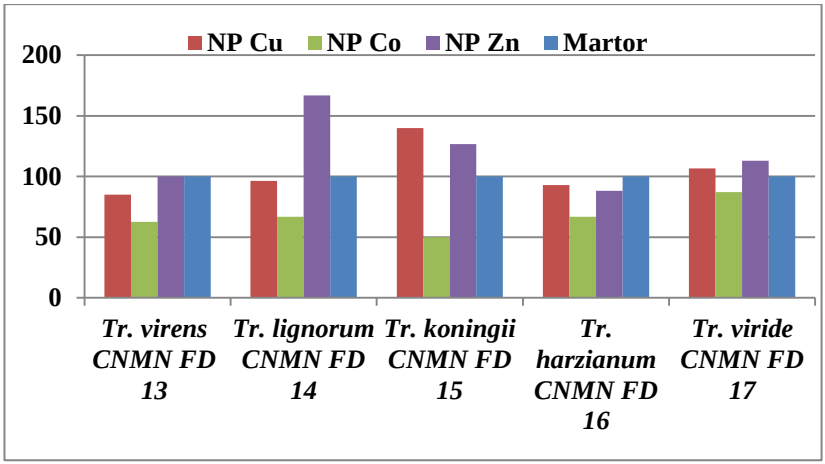


Figura 2. *Biomasa acumulată la cultivarea tulpinilor din genul Trichoderma în mediul Czapek suplimentat cu NP de Cu, Co şi Zn.*

Pentru tulpinile studiate din genul *Penicillium* s-a constatat aceeaşi tendinţă, însă efectul NP de Cu şi ZnO era, totuşi, mai diminuat, acumularea biomasei fiind în limitele variantei martor. O stimulare semnificativă a creşterii a manifestat numai tulpina *P. camemberti* CNM FP 03 în varianta cu NP de ZnO (151,3%). Diminuări semnificative a cantităţii de biomasă acumulată au fost înregistrate de către toate tulpinile de *Penicillium* studiate în varianta ce conţinea NP de Co. Acumularea biomasei în această variantă a constituit 30 - 77,8% faţă de varianta martor.

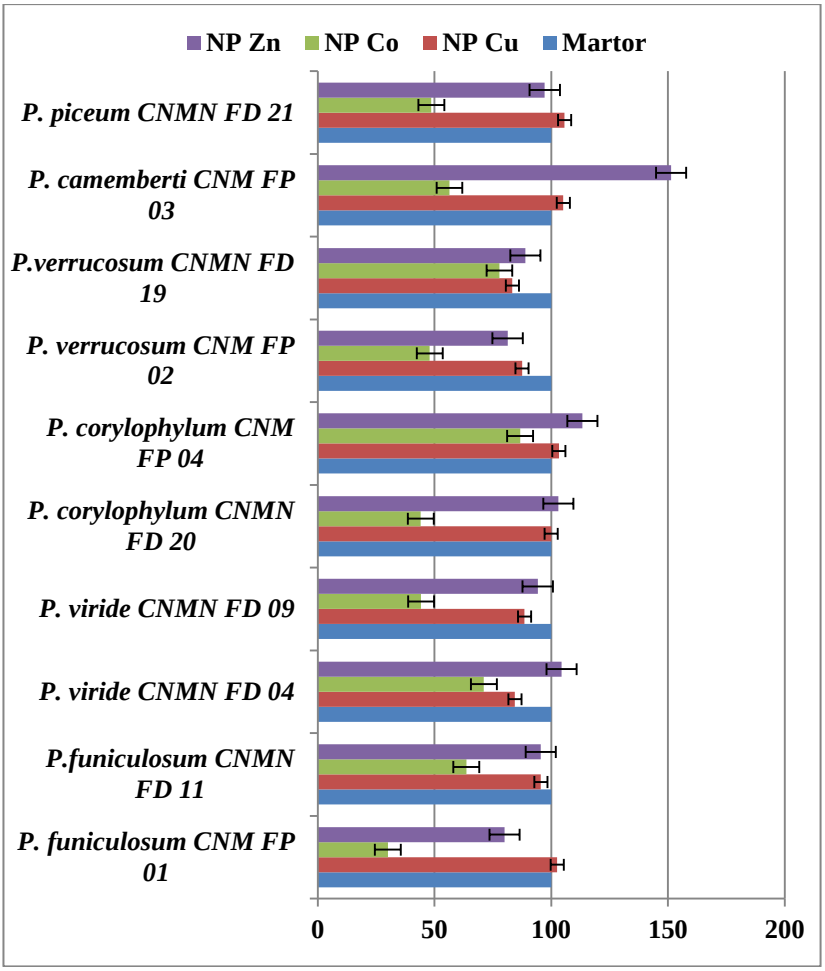


Figura 3. Efectul NP de Cu, Co şi ZnO asupra creşterii şi acumulării biomasei tulpinilor ce aparţin genului *Penicillium*.

Rezumând rerultatele obţinute în acest studiu, putem constata că, niciunul dintre nanoparticulele testate nu a inhibat total cresterea micromicetelor. Totuşi NP de Co utilizate în mediul de cultivare a micromicetelor diminuiază semnificativ multiplicarea celulelor, deci producţia de biomasă.

Concluzii. Nanoparticulele de Cu şi ZnO suplimentate în mediul de cultivare a micromicetelor nu modifică semnificativ creşterea lor, cantitatea de biomasă acumulată în variantele experimentale variază în limitele ±10% faţă de varianta martor. Nanoparticulele de Co suplimentate în mediul nutritive diminuiază semnificativ creşterea micromicetelor.

Referinţe bibliografice:

1. Anghel Lilia. Aspecte fizico-chimice ale procesului de sinteză microbiologică a nanoparticulelor de fier. Autoreferatul tezei de doctor în ştiinţe chimice. Chişinău, 2016, 28 p.
2. Cepoi, L; Gutsul. T.; Miscu, V.; Rudi, L.; Iaţco, I.; Chiriac, T.; Todosiciuc, A. Antioxidant activity of the system astaxanthine-nano Ag. NANO-2011, Coperation and Networking of Universities and Reseach. Kishinev, 2011. Program and Abstract Book. p.15.
3. Christensen L. et al. Biosynthesis of silver nanoparticles using murraya koenigii (curry leaf): An investigation on the effect of broth concentration in reduction mechanism and particle size. In: Advanced Materials Letters, 2011, 2(6), p. 429-434
4. https://4science.ru/conference2015/theses/14.613.21.0016
5. Hulkoti N.I., Taranath T.C. Biosynthesis of nanoparticles using microbes—A review. In: Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 2014, 121, p. 474-483. 16.
6. Kitching M. et al. Fungal biosynthesis of gold nanoparticles: mechanism and scale up. In: Microbial biotechnology, 2014, p. 1-14. 17.
7. Kotzybik K. et al. Influence of different nanomaterials on growth and mycotoxin production of *Penicillium verrucosum.* https://doi.org/10.1371/journal.pone.0150855 Published: March 14, 2016.
8. Rudic, V.; Cepoi, L.; Rudi, L.; Chiriac, T.; Nicorici, A.; Todosiciuc, A.; Gutsul, T. Synthesis of CdSe nanoparticles and their effect on the antioxidant activity of *Spirulina platensis* and *Porphyridium cruentum*. International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering. Chişinău. Republic of Moldova, 7-8 of July, 2011. P.354-356.
9. Sîrbu T., Zop A., Guţul T. Acţiunea nanoparticulelor de fe3O4 şi Fe(0) asupra creşterii micromicetelor în preyenţa trifluralinei. Buletinul AŞM. Ştiinţele vieţii. Nr. 1(331) 2017, p. 117-124.
10. Usatîi A., Beşliu A., Chiriţa E., Borisova T. Efectele nanoparticulelor Fe_3O_4 asupra parametrilor bioproductivi a levurii *Rhodotorula gracilis* CNMN-Y-30. Buletinul AŞM. Ştiinţele vieţii. Nr. 1(331) 2017, p. 111-117.
11. Usatîi A., Chiselița N., Molodoi E., Bejenaru L., Chiriţa E., Beşliu A., Borisova T. Fectul nanoparticulelor TiO_2 asupra reproducerii celulelor şi

conţinutului de proteine la levuri. Buletinul AŞM. Ştiinţele vieţii. Nr. 3(327) 2015, p. 149-155.

12. Zinicovscaia Inga. Studiul interacţiunii metalelor (Hg, Cr, Zn, Ag, Au) cu *Arthrobacter genera* şi *Spirulina platensis.* Autoreferatul tezei de doctor în chimie. Chişinău, 2013, 26p.

13. Захаренко В. А. Тенденции развития нанофитосанитарии в защите растений. //Защита и карантин растений. 2009, №5, с. 13-17.

14. Фахруллин Р. Ф. Функционализация клеток микроорганизмов с использованием полиэлектролитов и наночастиц. Диссертация докт. биол. наук. Казань, 2011, 340 с.

15. Шелест Н. А. и др. Влияние светодиодного синего (405 нм) излучения и наночастиц оксида железа (iii) на выживаемость и морфологию клеток *Staphylococcus aureus* 209 P. Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2014. Т. 14, вып. 4, с. 62-68.

SPECTRUL FAUNISTIC A NOCTUIDELOR (LEPIDOPTERA, NOCTUIDAE) SEMNALATE ÎN S. LOPATNA (ORHEI) ÎN ANUL 2016

ŢUGULEA CRISTINA
Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir", Republica Moldova

În anul 2016 s-au efectuat colectări sistematice în rezervaţia naturala „Cobîleni" situată în apropiere de s. Lopatna (raionul Orhei). Materialului entomologic a fost colectat prin următoarele metode: capcane entomologice cu lumină albă şi ultraviolet, lampa obişnuită. Materialul colectat a fost etichetat şi determinat după cele mai recent publicate chei şi lucrări taxonomice.

În urma cercetărilor au fost evidenţiate 130 de specii de noctuide. Cele mai multe specii aparţin subfamiliei *Noctuinae* (94 specii), iar cea mai săracă în specii este subfamilia *Dilobinae* cu o singură specie (fig. 1). Spectrul faunistic al noctuidelor colectate este prezentat în tabelul de mai jos.

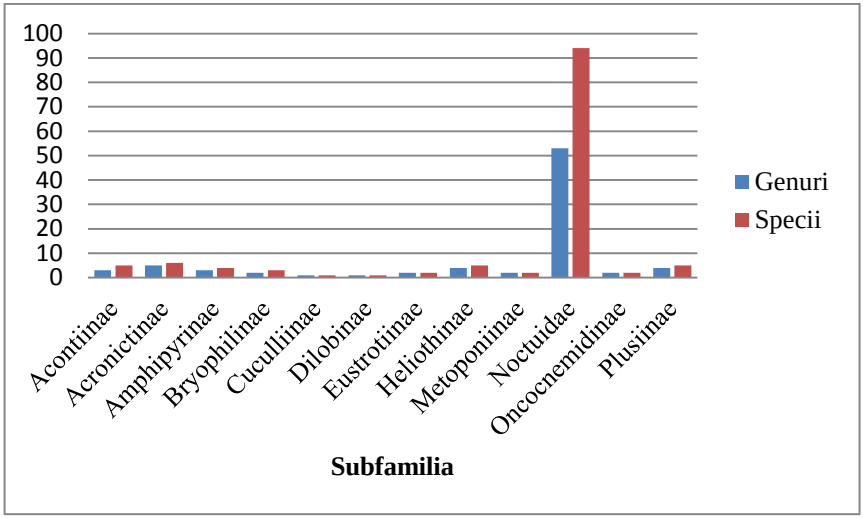


Figura 1. *Structura taxonomică a lepidopterelor din familia Noctuidae.*

Tabelul 1

Spectrul faunistic (Lepidoptera, Noctuidae) al noctuidelor semnalate în s. Lopatna (Orhei) în anul 2016

Nr. d/or.	Specia	Materialul colectat																Total
		Capcana cu lumină ultravioletă									Capcana cu lumină albă							
		III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	
Subfamilia ACONTIINAE																		
1.	*Acontia lucida* (Hufnagel, 1766)	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	6
2.	*A. candefacta* (Hübner, 1831)*	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	4
3.	*A. trabealis* (Scopoli, 1763)	-	-	1	126	375	457	12	-	-	-	21	52	213	7	-	-	1163
4.	*A. titania* (Esper, 1798)	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
5.	*Aedia funesta* (Esper, 1786)	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Subfamilia ACRONICTINAE																		
6.	*Acronicta tridens* (Denis & Schiffermüller, 1775)	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
7.	*A. rumicis* (Linnaeus, 1758)	-	-	-	-	4	8	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	14
8.	*Craniophora ligustri* (Denis & Schiffermüller, 1775)	-	-	-	-	11	15	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	32
9.	*Moma alpium* (Osbeck, 1778)	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	4
10.	*Oxicesta geographica* (Fabricius, 1787)	-	-	-	19	1	2	1	-	-	-	7	2	2	-	-	-	34
11.	*Simyra nervosa* (Denis & Schiffermüller, 1775)	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2
Subfamilia AMPHIPYRINAE																		
12.	*Allophyes oxyacanthae*	-	-	-	-	-	-	4	1	3	-	-	-	-	6	8	2	36

	(Linnaeus, 1758)								3									
13.	*Asteroscopus sphinx* (Hufnagel, 1766)	-	-	-	-	-	-	-	30	43	-	-	-	-	-	26	14	113
14.	*Amphipyra livida* (Denis & Schiffermüller, 1775)	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
15.	*A. pyramidea* (Linnaeus, 1758)	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Subfamilia BRYOPHILINAE																		
16.	*Cryphia fraudatricula* (Hübner, 1803)	-	-	-	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
17.	*C. algae* (Fabricius, 1775)	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	6
18.	*Eucarta amethystina* (Hübner, 1803)*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
Subfamilia CUCULLIINAE																		
19.	*Cucullia tanaceti* (Denis & Schiffermüller, 1775)	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Subfamilia DILOBINAE																		
20.	*Diloba caeruleocephala* (Linnaeus, 1758)	-	-	-	-	-	-	-	6	4	-	-	-	-	-	1	-	11
Subfamilia EUSTROTIINAE																		
21.	*Phyllophila obliterata* (Rambur, 1833)	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
22.	*Aedophron rhodites* (Eversmann, 1851)*	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Subfamilia HELIOTHINAE																		
23.	*Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808)	-	-	-	-	1	18	7	-	-	-	-	-	5	3	-	-	34
24.	*H. maritima* (Graslin, 1855)	-	-	-	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
25.	*Periphanes delphinii* (Linnaeus, 1758)	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
26.	*Protoschinia scutosa* (Denis &	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	2

	Schiffermüller, 1775)																	
27.	*Pyrrhia umbra* (Hufnagel, 1766)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
Subfamilia METOPONIINAE																		
28.	*Aegle kaekeritziana*(Hübner, 1799)	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	2
29.	*Tyta luctuosa* (Denis & Schiffermüller, 1775)	-	-	1	10	45	31	-	-	-	-	-	10	4	-	-	-	101
Subfamilia NOCTUINAE																		
30.	*Chloantha hyperici* (Denis & Schiffermüller, 1775)	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	5
31.	*Apamea sordens* (Hufnagel, 1766)	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	2
32.	*Calamia tridens* (Hufnagel, 1766)	-	-	-	-	4	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	6
33.	*Cervyna cervago* (Eversmann, 1844)	-	-	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	1	-	-	4
34.	*Lenisa geminipuncta* (Haworth, 1809)	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
35.	*Luperina testacea* (Denis & Schiffermüller, 1775)	-	-	1	-	-	3	3	-	-	-	-	-	1	2	-	-	7
36.	*Oligia strigilis* (Linnaeus, 1758)	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
37.	*O. versicolor* (Borkhausen, 1792)	-	-	2	15	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	19
38.	*Rhizedra lutosa* (Hübner, 1803)	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
39.	*Athetis furvula* (Hübner, 1808)	-	-	-	-	13	9	-	-	-	-	-	10	7	-	-	-	39
40.	*A. gluteosa* (Treitschke, 1835)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	-	-	-	4
41.	*Caradrina morpheus* (Hufnagel, 1766)	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	4
42.	*Charanyca trigrammica*	-	-	3	3	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	8

	(Hufnagel, 1766)																	
43.	*C. ferruginea* (Esper, 1785)	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
44.	*Hoplodrina ambigua* (Denis & Schiffermüller, 1775)	-	-	3	9	-	11	16	-	-	-	2	-	3	-	-	-	44
45.	*H. blanda* (Denis & Schiffermüller, 1775)	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2
46.	*H. octogenaria* (Goeze, 1781)	-	-	-	11	22	-	-	-	-	-	1	8	4	-	-	-	46
47.	*H. respersa* (Denis & Schiffermüller, 1775)	-	-	-	89	2	-	-	-	-	-	48	-	-	1	-	-	140
48.	*H. superstes* (Ochsenheimer, 1816)	-	-	-	3	8	-	3	-	-	-	-	-	1	-	-	-	15
49.	*Dypterygia scabriuscula* (Linnaeus, 1758)	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	5
50.	*Polyphaenis sericata* (Esper, 1787)	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	3
51.	*Thalpophila matura* (Hufnagel, 1766)	-	-	-	-	-	6	4	-	-	-	-	-	2	2	-	-	14
52.	*Trachea atriplicis* (Linnaeus, 1758)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	2
53.	*Episema tersa* (Denis & Schiffermüller, 1775)	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	6	-	1	13
54.	*Ulochlaena hirta* (Hübner, 1813)	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
55.	*Anarta trifolii* (Hufnagel, 1766)	-	-	2	46	6	34	54	-	-	-	5	9	23	11	-	-	190
56.	*Conisania luteago* (Denis & Schiffermüller, 1775)	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
57.	*Hada plebeja* (Linnaeus, 1761)	-	-	-	-	8	3	-	-	-	-	-	2	2	-	-	-	15
58.	*Hadena capsincola* (Denis & Schiffermüller, 1775)*	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2
59.	*H. confusa* (Hufnagel, 1766)	-	-	-	-	-	2	4	-	-	-	-	-	2	-	-	-	8

60.	*Hecatera cappa* (Hübner, 1809)	-	-	-	2	-	1	3	-	-	-	-	-	2	-	-	-	8
61.	*H. dysodea* (Denis & Schiffermüller, 1775)	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	3	1	-	-	-	5
62.	*Lacanobia suasa* (Denis & Schiffermüller, 1775)	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
63.	*L. thalassina* (Hufnagel, 1766)	-	-	3	11	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	17
64.	*L. oleracea* (Linnaeus, 1758)	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-	6
65.	*Siderides turbida* (Esper, 1790)	-	-	-	-	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
66.	*Mythimna albipuncta* (Denis & Schiffermüller, 1775)	-	-	-	-	5	10	9	-	-	-	-	1	5	2	1	-	33
67.	*M. ferrago* (Fabricius, 1787)	-	-	-	-	-	39	5	-	-	-	-	-	33	3	-	-	80
68.	*M. l-album* (Linnaeus, 1767)	-	-	-	6	-	10	8	1	1	-	-	1	4	3	-	-	32
69.	*M. vitellina* (Hübner, 1808)	-	-	-	2	-	6	7	-	-	-	-	-	1	-	-	-	16
70.	*Agrotis bigramma* (Esper, 1790)	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
71.	*A. exclamationis* (Linnaeus, 1758)	-	-	17	13	101	79	1	-	-	1	9	2	14	1	-	-	238
72.	*A. ipsilon* (Hufnagel, 1766)	-	-	-	-	3	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
73.	*A. segetum* (Denis & Schiffermüller, 1775)	-	-	-	1	10	5	35	5	-	2	-	-	3	5	-	-	66
74.	*Dichagyris forcipula* (Denis & Schiffermüller, 1775)	-	-	-	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
75.	*Euxoa nigricans* (Linnaeus, 1761)	-	-	-	-	-	2	3	-	-	-	-	-	1	-	-	-	6
76.	*E. obelisca* (Denis & Schiffermüller, 1775)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	2
77.	*E. temera* (Hübner, 1808)*	-	-	-	1	-	1	31	1	-	-	-	-	1	4	-	-	39
78.	*Axylia putris* (Linnaeus, 1761)	-	-	-	4	10	3	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	20
79.	*Cerastis rubricosa* (Denis & Schiffermüller, 1775)	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
80.	*Chersotis margaritacea* (Villers,	-	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	5

	1789)*																	
81.	*C. rectangula* (Denis & Schiffermüller, 1775)*	-	-	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	4
82.	*Epilecta linogrisea* (Denis & Schiffermüller, 1775)	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
83.	*Eugnorisma depuncta* (Linnaeus, 1761)	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	3
84.	*Noctua fimbriata* (Schreber, 1759)	-	-	-	6	1	1	9	1	-	-	1	-	-	1	-	-	24
85.	*N. interposita* (Hübner, 1790)	-	-	1	16	-	11	24	2	-	-	7	-	-	6	-	-	67
86.	*N. orbona* (Hufnagel, 1766)	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	1	-	-	-	3
87.	*N. pronuba* (Linnaeus, 1758)	-	-	-	-	-	2	6	1	-	-	-	-	-	-	-	-	9
88.	*N. tertia* (Mentzer & al., 1991)*	-	-	-	-	-	3	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	5
89.	*Xestia c-nigrum* (Linnaeus, 1758)	-	-	2	-	12	41	23	1	-	-	-	3	4	1	-	-	87
90.	*X. xanthographa* (Denis & Schiffermüller, 1775)	-	-	-	-	1	5	20	-	-	-	-	-	2	7	-	-	35
91.	*Anorthoa munda* (Denis & Schiffermüller, 1775)	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
92.	*Orthosia cerasi* (Fabricius, 1775)	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
93.	*O. incerta* (Hufnagel, 1766)	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
94.	*O. gothica* (Linnaeus, 1758)	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
95.	*Spodoptera exigua* (Hübner, 1808)	-	-	-	1	1	3	39	11	-	-	-	-	2	2	-	-	59
96.	*Tholera cespitis* (Denis & Schiffermüller, 1775)	-	-	-	-	-	6	13	-	-	-	-	-	1	6	-	-	27
97.	*T. decimalis* (Poda, 1761)	-	-	-	-	4	-	116	1	-	-	-	-	-	33	1	-	154
98.	*Ammoconia caecimacula* (Denis & Schiffermüller, 1775)	-	-	-	-	-	-	2	12	-	-	-	-	-	-	3	1	18

99.	*Dasypolia templi* (Thunberg, 1792)*	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	2
100.	*Mesogona acetosellae* (Denis & Schiffermüller, 1775)	-	-	-	-	-	-	20	6	-	2	-	-	-	10	2	-	40
101.	*Atethmia centrago* (Haworth, 1809)	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	3	-	-	9
102.	*Cosmia trapezina* (Linnaeus, 1758)	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	6
103.	*C. diffinis* (Linnaeus, 1767)	-	-	-	3	1	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	6
104.	*C. pyralina* (Denis & Schiffermüller, 1775)	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	3
105.	*C. affinis* (Linnaeus, 1767)	-	-	-	2	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
106.	*Enargia abluta* (Hübner, 1808)	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
107.	*Agrochola helvola* (Linnaeus, 1758)	-	-	-	-	-	-	1	7	2	-	-	-	-	2	4	3	19
108.	*A. litura* (Linnaeus, 1758)	-	-	-	-	-	-	10	6	-	-	-	-	-	-	-	-	16
109.	*A. nitida* (Denis & Schiffermüller, 1775)	-	-	-	-	-	-	6	5	-	-	-	-	-	3	-	-	14
110.	*A. macilenta* (Hübner, 1809)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
111.	*A. laevis* (Hübner, 1803)	-	-	-	-	-	-	3	4	-	-	-	-	-	-	1	-	8
112.	*A. circellaris* (Hufnagel, 1766)	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	3	1	-	12
113.	*Atypha pulmonaris* (Esper, 1790)*	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
114.	*Conistra ligula* (Esper, 1791)	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2
115.	*C. rubiginosa* (Scopoli, 1763)	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
116.	*C. vaccinii* (Linnaeus, 1761)	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
117.	*C. rubiginea* (Denis & Schiffermüller, 1775)	-	-	-	-	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	1	5
118.	*Eupsilia transversa* (Hufnagel, 1766)	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	2

119.	*Tiliacea aurago* (Denis & Schiffermüller, 1775)	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
120.	*Xanthia icteritia* (Hufnagel, 1766)	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2
121.	*X. ocellaris* (Borkhausen, 1792)	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	1	-	-	3
122.	*X. togata* (Esper, 1788)	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
123.	*Xylena exsoleta* (Linnaeus, 1758)	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Subfamilia ONCOCNEMIDINAE																		
124.	*Calophasia lunula* (Hufnagel, 1766)	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
125.	*Lamprosticta culta* (Denis & Schiffermüller, 1775)	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	6
Subfamilia PLUSIINAE																		
126.	*Abrostola tripartita* (Hufnagel, 1766)	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	3
127.	*Diachrysia chrysitis* (Linnaeus, 175	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
128.	*D. stenochrysis* (Warren, 1913)	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	3
129.	*Macdunnoughia confusa* (Stephens, 1850)	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	3	-	4	-	-	9
130.	*Autographa gamma* (Linnaeus, 1758)	-	-	-	-	-	2	1	1	-	-	-	-	1	-	-	-	5

ANTAGONISM OF STREPTOMYCES MASSASPOREUS CNMN-Ac-06 AGAINST PATHOGENIC MICROORGANISMS AND PHYTOPATHOGENES

VASILCIUK ANASTASIA
State Univeristy "Dimitrie Cantemir", Republic of Moldova

Antibiotics are the largest class of pharmaceutical preparations that are synthesized by microorganisms. Actinomycetes of rare genera are the producers of many valuable antibiotics, including antitumor and other biologically active substances. Thereby is undoubted interest to study the biology and ecology of actinomycetes. For many years, actinomycetes have been considered as a source of antibiotics with different chemical nature [14]. Actinomycetes of the genus *Streptomyces* produce into the external environment a variety of products of their metabolism, including antibiotics. There is information about a wide application in animal husbandry and poultry farming as a therapeutic and prophylactic agent and growth stimulant of macrolide antibiotic - tylosin, produced by *Streptomyces fradiae* and possessing a wide spectrum of action. The introduction of this drug into feed diet of pigs contributes high increase of the weight gain than the administration of other antibiotics [1].

In significant quantities applying rumensin (producer *Streptomyces cinnamonensis*), which improves the digestibility of food by slowing its passage through the digestive tract [2].

According to the literature, the effectiveness of antibiotics on the rate of growth of animals depends more on the conditions of use (age and species of animals, nature of the diet, conditions of keeping, dosage, etc.). The greatest growth stimulating effect is observed when antibiotics are introduced into rations of young animals and decreases with increasing age. The action of growth stimulating additives depends on the quality of the feed and is expressed with a smaller number of full-value animal proteins in it. The best results are obtained with the addition of drugs in the feed of animals in unfavorable conditions of keeping, contributing to the emergence of severe or latent chronic diseases (poor digestion enteritis, etc.) [9,11,4,7,14].

In addition, untreated antibiotic preparations containing mycelium and culture fluid of streptomycete producers are used as growth stimulators for animals and birds [2,13,6,8]. Analysis of literature data indicates that complex preparations are more effective when added to animal feed than purified antibiotics, since they minimize the risk of a decrease in the therapeutic effect of the main medical antibiotics and contain other microbial metabolites that can have a positive effect on the metabolism of animals: vitamins group B, essential amino acids, hormone-like substances and a number of unidentified growth factors [2,10,11,13, 12].

The aim of the study was to determine the antimicrobial activity of *Streptomyces massasporeus* CNMN-Ac-06 during cultivation on different nutrient media and to determine the effect of *Streptomyces massasporeus* CNMN-Ac-06 on the growth of phytopathogenic bacteria and fungi after long term storage and cultivation on medium Czapek in 2005 and 2016.

Materials and methods: The object of the study was *Streptomyces massasporeus* CNMN-Ac-06, which is stored in the National Collection of Non-Pathogenic Microorganisms of the Institute of Microbiology and Biotechnology, Republic of Moldova. To conduct researches on the study of antimicrobial properties, the strain was cultivated on agarized media of Czapek, Gause, Pridham-Gottlieb and SR-I.

Antimicrobial activity was determined by the agar block method [5]. Test cultures were pathogenic microorganisms - *E. coli*, *P. aeruginosa*, *S. faecalis*, *S. aureus*, *C. albicans*. Tests were cultured on AGV medium (composition: pancreatic hydrolysate of fish meal, sodium chloride, starch, sodium phosphate disubstituted and agar). For study antimicrobial activity of phytopathogenic bacteria and fungi, investigated strain was grown on the agarized medium Czapek, the following phytopathogenic fungi and bacteria served as test cultures: *Erwinia carotovora*, *Corynebacterium michiganense*, *Xanthomonas campestris*, *Pseudomonas syringae*, *Aspergillus niger*, *Alternaria alternata*, *Fusarium solani*, *Botrytis cinerea*. Phytopathogenic fungi were grown on wort agar (4 g), and bacteria on potato agar.

Results and its discussion. It is known that the antagonistic relationship of microorganisms is based on the ability to suppress the growth and development of another [3].

Table 1.

Antimicrobial activity of Streptomyces massasporeus CNMN-Ac-06 after cultivation on different nutrient media

Cultivation medium, antibiotic	Diameter of growth zone inhibition, mm				
	E. coli	*S. faecalis*	*S. aureus*	*C. albicans*	*P. aeruginosa*
Czapek	0	14±0,1	0	13,0 ±0,2	0
Gause	0	0	0	13,0 ±0,2	0
SR-I	0	0	0	15,0±0,1	0
Oat agar	0	0	0	15,0±0,1	0
Pridham-Gottlieb	0	0	0	14,0±0,2	0

Streptomycin	19,0 ±0,3	0	30,0 ±0,2	0	0
Gentamicin	21,0 ±0,2	0	24,0 ±0,3	0	24,0 ±0,2
Tetracycline	12,0 ±0,1	0	17,0 ±0,2	0	0
Nystatin	0	0	0	23,0±0,1	0

Based on the results of the studies, it was established that strain *S. massasporeus* CNMN-Ac-06, cultivated on medium Czapek, caused the formation of growth zones inhibition (proved to be sensitive) for *S. faecalis* and *C. albicans* (up to 14 and 13 mm, respectively). Strain of *S. massasporeus* CNMN-A-06, cultivated on other four media, showed antimicrobial activity against *C. albicans*, causing the formation of growth zones inhibition, d = 13.0 mm on medium Gause, d = 15.0 mm on medium SR-I, d= 15.0 mm on medium oat agar, d = 14.0 mm on medium Pridham-Gottlieb. Against *E. coli*, *S. aureus*, *P. aeruginosa*, the investigated strain cultivated on agarized media of Czapek, Gause, Pridham-Gottlieb and SR-I did not showed antimicrobial activity.

As control of the experience served standard discs with antibiotics. It can be seen from the table that the disk with streptomycin (10 μg / disk) suppress the growth of *E. coli* and *S. aureus* to 19.0 and 30.0 mm respectively, disks with gentamycin (10 μg / disk) caused the growth zones inhibition of the following microorganisms : *E. coli* - up to 21.0 mm in diameter, *S. aureus* - 24.0 mm, and *P. aeruginosa* - 24.0 mm, disks with tetracycline (30 μg / disk) suppress the growth of *E. coli* and *S. aureus*, forming zones of absence of growth up to 12.0 and 17.0 mm in diameter, respectively, a disk with nystatin (10 μg / disk) caused suppression of growth zones of *C. albicans* - up to 23.0 mm in diameter.

Table 2.

Effect of Streptomyces massasporeus CNMN-Ac-06 on the growth of phytopathogenic bacteria and fungi after long term storage on the Czapek medium by the method of periodic subculturing

Test-cultures	Diameter of growth zone inhibition, mm	
	After preservation on medium Czapek (2005)	After preservation on medium Czapek (2016)
Xanthomonas campestris	18,0±0,6	17, 0±0,3
Corynebacterium michiganense	24,0±0,7	-
Erwinia carotovora	26,0±0,3	20, 0±0,2
Pseudomonas syringae	22,0±0,9	20,0±0,7
Aspergillus niger	12,0±0,5	14,0±0,4
Alternaria alternata	14,0±0,6	10,0±0,6
Fusarium solani	16,5±0,6	15,0±0,8
Botrytis cinerea	17,0±0,8	14, 0±0,2

After storage on medium Czapek, studied strain caused the formation of growth zones inhibition in 2005 against *Erwinia carotovora* in size up to 26.0 mm, and in 2016 up to 20.0 mm. The minimal growth zones inhibition was formed in 2005 by *Aspergillus niger* in size up to 12.0 mm, and in 2016 the minimal growth retardation zone was for the phytopathogenic fungus *Alternaria alternata* in size up to 10.0 mm. An antimicrobial action against *B. cinerea*, causing the sugar beet storage rot, was observed: growth retardation - the diameter of the zone was about 17.0 mm in 2005 and 14.0 mm in 2016, respectively. Antimicrobial activity was also detected against the phytopathogenic fungus *F. solani*, which causes root rot of soybean. In this test culture, the diameter of the growth zones inhibition was about 16.5 mm with the growth of the strain on medium Czapek in 2005, and also about 15.0 mm with growth on the same medium in 2016. The growth of the phytopathogenic bacterium *C. michiganensis*, which causes root cancers of fruit

crops, the studied strain in 2016 had no effect, whereas in 2005, on the same medium, it caused the formation of growth zones inhibition of up to 24.0 mm. The diameter of the growth zone inhibition of *Xanthomonas campestris*, the causative agent of vascular bacteriosis of cabbage, was 18.0 mm when *S. massasporeus* CNMN-Ac-06 was stored on medium Czapek in 2005, and the formation of growth zone inhibition up to 17.0 mm in 2016. For *Pseudomonas syringae* the diameter of the growth zone was 22.0 mm when *S. massasporeus* CNMN-Ac-06 was stored on the Czapek medium in 2005 and the formation of a growth zone inhibition of up to 20.0 mm in 2016.

Thus, the obtained results allow considering the strain *S. massasporeus* CNMN-Ac-06 as a basis for creating a complex biological product with possible application in veterinary and agriculture, in particular, plant growing.

Conclusions:

1) The conducted studies show that the strain *Streptomyces massasporeus* CNMN-Ac-06 has antimicrobial activity against a number of test microorganisms by varying degrees and especially depending on the cultivation medium.

2) Studies comparing the effects of *Streptomyces massasporeus* CNMN-Ac-06 on the growth of phytopathogenic bacteria and fungi after long term storage on Czapek medium in 2005 and in 2016 showed that no significant differences were observed except for two test cultures: for *Corynebacterium michiganense* in 2005 were zones of growth inhibition up to 24 mm, and in 2016 investigated strain had no effect; for *Erwinia carotovora*, studied strain after storage on medium Czapek, caused the formation of growth inhibition zones in 2005 by size up to 26,0 mm, and in 2016 the zones decreased to 20.0 mm

Bibliography:

1. Babenko LP, Sokolova I.E., Vinnikov A.I. Perspective of the biosynthetic activity of streptomycetes for otrymannya biologichno active rechovin. Q: Scientific progress at the turn of the millennium. Report of Conf. 2008. www.rusnauka.com

2.Bazhov GM, Bakireva LA Practical pig production. Krasnodar, 2002. 155 pp.

3. Bolormaa Ch, Tazetdinova D.I., Alimova F.K. - Characteristic of Streptomyces from deserted soils of Mongolia (in Russian) - Basic researches. - 2012. - № 9 (part 3) - With. 545-549.

11.Egorov, N.S., (2004): Basic teachings about antibiotics. Determination of antibiotic activity of the microorganisms. (in Russian). Moscow: Science, 525 p.

4. Chernyshev N. Biostimulators in mixed fodders of pigs and poultry. In: Mixed feed, 2007, № 5, p. 66-68.

5.Egorov, N.S., (2004): Basic teachings about antibiotics. Determination of antibiotic activity of the microorganisms. (in Russian). Moscow: Science, 525 p.

6.Habrda J. et al. The quality of meat from pigs fed a diet supplemented with the biostimulator, Vitamycin. In: Veterinary Medicine, 1980, vol. 25, p. 449-485.

7. Kahn C., Line S., Aiello S. The Merck Veterinary Manual. New Jersey: Merck and C, 2006. 2712 str.

8.Li M. et al. Effects of extracellular ATP on the physiology of Streptomyces coelicolor A3(2). In: FEMS Microbiology Letters, 2008, vol. 286, is. 1, p. 24-31.

9.Orlov S., Prostokishin A. An effective growth stimulant: the use of flavomycin in rations of agricultural poultry B: Poultry, 2008, No. 1, p. 26.

10. Prasolov A.I. et al. On the mechanism of the stimulating action of kormogrizin on the reproductive system of animals. Q: Diagnosis and therapy of non-communicable

diseases of farm animals. Voronezh, 1986, p. 94-101.

11. Pron O.I. Stimulants of growth when fattening pigs. In: Veterinary Medicine, 2008, www.rusnauka.com/Veterenaria/doc.htm

12. Rakova T.N. The use of microbial metabolites in livestock. Chisinau: Shtiintsa, 1985. 80 p.

13. Sokolova L.F. Efficiency of the use of exchange energy in young pigs when feeding kormogrizina. Author's abstract. Ph.D. Cand. agricultural sciences. Bryansk, 1996. 25 pp. 5, c. 66-68.

14. Vinogradova KA, Dodzin M.Ye. L-Glutamate oxidase streptomycetes: an application in clinical and fundamental medicine. Q: Antibiotics and chemotherapy, 1999, № 9, p. 37-46.

STUDIU COMPARATIV AL REGIMULUI PLUVIOMETRIC ÎN MUNICIPIUL CHIŞINĂU ŞI MUNICIPIUL SIBIU

GOLOVIŢCAIA XENIA
Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir", Republica Moldova

Introducere. Precipitaţiile atmosferice reprezintă una dintre cele mai importante caracteristici ale climei, ce asigură circuitul apei în natură sub cele 3 forme: lichidă (ploaie), solidă (zăpada) şi gazoasă (vapori de apă). De regimul pluviometric depind în mod direct şi indirect aproape toate activităţile umane. Necesitatea estimării acestuia este de importanţă majoră ce permite implementarea măsurilor de diminuare a riscurilor legate de variaţiile temporale şi spaţiale.

Municipiul Chişinău este amplasat în partea centrală a Republicii Moldova între limitele extreme cu următoarele coordonate topografice: la nord - 47°04'47" lat. N; la sud - 46°55'14" lat. N; la vest - 28°44'42" long. E; la est - 28°58'18" long. E. Acesta este situat la o altitudine de 85 m deasupra nivelului mării. Suprafaţa totală este de 220 km2, dintre care cca 46 % ocupă suprafeţele suprafeţele locative, administrative şi diverse obiecte economice şi culturale.

Municipiul Chişinău se caracterizează printr-o temperat-continentală, cu ierni relativ blânde şi scurte, cu puţină zăpadă şi cu veri de lungă durată, cu o umiditate redusă şi cu o cantitate relativ scăzută de precipitaţii care în mare parte cad sub formă de averse. Temperatura medie anuală variază în mediu între 9,5 - 10 °C.

Municipiul Sibiu este amplasat aproximativ în partea centrală a României la intersecţia paralelei de 45 ° 48 ‘ latitudine nordică cu meridianul de 24 ° 09’ longitudine estică. Altitudinea faţă de nivelul mării variază între 415 m (Oraşul de Jos) şi 431 m (Oraşul de Sus). Suprafaţa totală este de 121 km^2.

Municipiul Sibiu se caracterizează printr-o climă temperat-continentală, cu influenţe termice datorită munţilor din vecinătate. Temperatura medie anuală variază între 8,5 - 9 °C.

Variaţiile cantităţilor anuale de precipitaţii. Pentru Chişinău cantitatea medie multianuală de precipitaţii calculată este de 549 mm pentru perioada 1980-2016. Cele mai mari cantităţi de precipitaţii au căzut în anul 2010, înregistrând astfel o cantitate de 734,7 mm, iar cele mai mici cantităţi s-au înregistrat în anul 1990 când pe teritoriul mun. Chişinău au căzut circa 361mm de precipitaţii.

În municipiul Sibiu cantitatea medie multianuală este de 641 mm pentru perioada 1970-2012, deci cu aproape 100 mm mai mult decât în Chişinău. Cantitatea maximă, 950 mm, s-a înregistrat în anul 1998, iar minima, 360,5 mm, s-a înregistrat în anul 1986.

Abaterile cantităţilor anuale de precipitaţii faţă de media multianuală. În Chişinău, cele mai mari abateri pozitive ale cantităţilor de precipitaţii faţă de media multianuală s-au înregistrat în anul 2010 (185,66 mm) şi 1980 (163 mm). Cea mai

mare abatere negativă s-a înregistrat în anul 1990 (-188 mm). Din anii analizaţi, 49 % sunt caracterizaţi prin excedent de precipitaţii şi 51 % - prin deficit. În ciuda faptului că perioadele caracteristice au fost în proporţii egale, dat fiind faptul că surplusul de precipitaţii şi neajunsul este mare ca valoare, pe teritoriul mun. Chişinău există atât pericol de inundaţii, cât şi de secetă.

La Sibiu, cele mai mari abateri pozitive ale cantităţilor de precipitaţii faţă de media multianuală s-au înregistrat în anul 1998 (308,5 mm) şi 2005 (221,98 mm), ceea ce este aproape de 1,6 ori mai mult decât în Chişinău. Cea mai mare abatere negativă s-a înregistrat în anul 1986 (-280,9 mm). Dintre anii analizaţi, 51,16 % sunt caracterizaţi prin excedent de precipitaţii şi 48,83 % - prin deficit. În ciuda faptului că perioadele caracteristice au fost în proporţii egale, cele cu excedent de precipitaţii au fost mai semnificative, astfel, se poate vorbi despre existenţa pericolului de inundaţii în municipiul Sibiu.

Variaţiile medii lunare multianuale ale cantităţilor de precipitaţii. Cantitatea medie lunară multianuală în mun. Chişinău variază în timpul anului începând cu media cea mai mică înregistrată în luna februarie (cca 30 mm de precipitaţii) după care treptat creşte atingând apogeul în luna iunie, cu aproape 70 mm de precipitaţii căzute, şi scade treptat până în luna ianuarie.

Precipitaţiile înregistrate la Sibiu prezintă o evoluţie anuală caracterizată prin creşterea cantităţilor de precipitaţii din lunile de iarnă spre vară şi apoi descreşterea lor. Cea mai mică medie lunară din intervalul de observaţii nu s-a produs cum era normal în ianuarie, ci în luna februarie şi a fost de 24,79 mm, urmată de ianuarie cu o medie de 25,42 mm. Creşterea s-a produs până în luna iunie, când s-a înregistrat cea mai mare cantitate de precipitaţii de 97,99 mm.

Variaţiile anotimpuale ale cantităţilor de precipitaţii. Pentru Chişinău, cea mai mare cantitate de precipitaţii îi revine anotimpului vara, în proporţie de 33,84 % din cantitatea medie multianuală de precipitaţilor, după care urmează toamna cu 24,3 %, primăvara – 24,3 % şi cantitatea cea mai mică îi revine anotimpului iarna, doar 18,94 %. Deci, în anotimpul vara sporeşte frecvenţa precipitaţiilor cu caracter de aversă, concomitent sporeşte şi riscul de producere a inundaţiilor în albia rîului Bîc şi în nemijlocita apropiere a acestuia.

Pentru Sibiu, cea mai mare cantitate de precipitaţii îi revine anotimpului de vară, în proporţie de 41 % din cantitatea medie multianuală de precipitaţii, după care urmează primăvara cu 25 %, toamna – 21 % şi cantitatea cea mai mică îi revine anotimpului iarna, doar 13 %. Deci, în anotimpul vara sporeşte frecvenţa precipitaţiilor cu caracter de aversă, concomitent şi riscul de producere a inundaţiilor.

Variaţiile semestriale ale cantităţilor de precipitaţii. Una dintre caractericticile specifice ale precipitaţiilor din regiunile cu climă temperat-continentală, aşa cum este îmcadrat şi municipiul Chişinău, constă în repartiţia

neuniformă a cantităţilor pe parcursul celor două semestre: cald (1 aprilie – 30 noiebrie) şi rece (1 decembrie – 31 martie).

Aproape o treime din cantitatea (72,6 %) din cantitatea totală de precipitaţii medii anuale a perioadei analizate revin sezonul cald, iar sezonului rece îi revine doar 27,4 % din cantitatea totală. Această discordanţă se explică prin faptul că precipitaţiile sub formă de averse au o frecvenţă mai mare în perioada caldă şi sunt mai intensive decît cele continuu din perioada rece.

Pentru Sibiu, situaţia este practic aceeaşi, ⅔ (70,6 %) din cantitatea totală de precipitaţii medii anuale a perioadei analizate revin sezonul cald, iar sezonului rece îi revine doar 29,4 % din cantitatea totală.

Concluzie. Deşi ambele oraşe sunt caracterizate printr-o climă temperat-continentală, regimul pluviometric este un pic diferit. Trebuie notat faptul că în mun. Sibiu cad anual în mediu cu 100 mm de precipitaţii mai mult decât în mun. Chişinău, ceea ce se datorează poziţiei fizico-geografice, formelor specifice de relief (situat în apropierea munţilor), vegetaţiei, altitudinii mai mari (415 m) şi a factorilor dinamici. Abaterile negative şi pozitive faţă de media multianuală la fel diferă. La Sibiu, abaterile pozitive şi negative maxime au fost de aproape 1,6 ori mai mari decât în Chişinău.

Variaţiile în timpul anului sunt aproximativ egale în ceea ce priveşte distribuirea cantităţilor minime şi maxime, în regimul anotimpual diferă, deci la Sibiu cele mai mari cantităţi se înregistrează vara, după care urmează primăvara, toamna şi iarna, însă la Chişinău - vara, toamna, primăvara şi iarna.

Deci, regimul pluviometric are caracter temporal şi spaţial bine accentuat.

Referinţe bibliografice:

1. Ardelea, F., Colda, I., *Meteorologie şi climatologire*, Bucureşti, 2004

2. Bogdan, Octavia, Câmpean, Ioana, *Bazele metodologice ale meteorologiei*, Sibiu, 2006

3. Boian, I., *Climatologia Republicii Moldova*, Chişinău, 2015

4. Ciulache, S., *Clima Depresiunii Sibiu*, Bucureşti, 1997

5. Dumitrescu, Elena, Glăja, Maria, *Metodica prelucrării datelor meteorologice*, Bucureşti, 1972

6. Fărcaş, I., *Măsurători şi calcule de meteorologie, partea a II-a, Metodologia prelucrării şi interpretării datelor climatice*, Cluj-Napoca, 1988

CONSIDERENTE PRIVIND CERCETAREA BIOCLIMATULUI REPUBLICII MOLDOVA

GOLOVIȚCAIA XENIA
Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir", Republica Moldova

Starea de confort și disconfort percepută de o persoană, atât fizic, cât și psihologic, este în mare măsură influențată de variabilitatea condițiile climatice. Deși cu timpul, toate organismele, se adaptează la aceste variații, tendința de creștere și descreștere ale unor parametri poate provoca un stres suplimentar. Este cunoscut faptul că potențialul turistic este în strânsă legătură cu condițiile climatice. Vremea "rea" sau nefavorabilă este un obstacol major atât psihologic, cât și fizic pentru turiști.

În scolul determinării favorabilității climatului Republicii Moldova pentru sectorul turistic se pot utiliza indicii bioclimatici precum: *indicele de stres climatic cunatat, temperatura efectiv echivalentă (TEE), indicele termo – higrometric , indicele termo-higrometric (THI), indicele de tensiune relativă (RSI), indicele de disconfort THOM, indicele HUMIDEX, indicele de căldură (HI)* și *indicele Scharlau (ISE* și *ISH).*

Indicele de stres climatic cutanat – acestea se referă la perceperea senzațiilor de frig și de călducă de către organism la nivelul pielii. Formula de calcul este următoarea:

P = $(10\sqrt{v} + 10{,}45 - v) * (33 - t)$, unde
P – puterea de răcire (kcal/m2/h)
v – viteza vântului (m/s)
t° - temperatura raportată la 33 °C

TEE (*temperatura efectiv echivalentă*) – este un indice bioclimatic care reprezintă temperatura efectivă percepută de către corpul uman în diferite condiții de mediu. Este recomandat de folosit pentru sezonul de vară (t° +20 °C - +45 °C). Formula de calcul este dată după Missenard (1937):

TEE = $37 - \frac{37-t}{0{,}68+0{,}00014f+} - 0{,}29t * (1 - \frac{f}{100})$, unde
f – umezeala relativă a aerului (%)
v – viteza vântului (m/s)
t – temperatura aerului (°C)

N. Z. Mihailov (Baibakova et. al, 1964, după Teodoreanu, 2002), masa de aer cuprinde 6 clase conform calculului TEE:

- Rece (1 – 8.90TEE),
- Răcăros (9 – 16.80TEE),
- Confortabil (16.9 – 20.80TEE),

- Moderat cald (20.9 – 22.90TEE),
- Călduros (23 – 270TEE),
- Călduros > 270TEE.

Indicele termo - higrometric (*THI*) este un indicator care permite evaluarea stării de confort sau disconfort fiziologic în toate tipurile de condiții climatice. Acesta a fost propus de către Kyle W J în 1994 la conferința din Bruno și publicat în articolul "The human bioclimate of Hong Kong" (pp 345-350). Formula de calcul este următoarea:

THI = (0,55- 0,0055 * Ur) *(T – 3,2), unde

Ur – umezeala relativă (%)

T – temperatura aerului (°C)

Conform THI se pot delimita următoarele clase care descriu tipul de bioclimat: hiper-glacial, glacial, frig excesiv, foarte frig, frig, răcoare, confort, cald, foarte cald, caniculă.

Indicele de tensiune relativă (*Relative Strain Index – RSI*) – publicat și propus, de asemenea, de către Kyle W J în anul 1992 în articolul "Summer and Winter patterns of human stress in Hong Kong". Acest indice permite evaluarea condițiilor bioclimatice de stres caloric. Se recomandă de a fi aplicat la temperaturi mai mari de 26 °C. Formula de calcul este următoarea:

RSI = $\frac{T-21}{58-e}$, unde

T – temperatura aerului (°C)

e – presiunea vaporilor de aer

Conform RSI, sunt 5 clase de disconfort bioclimatic sunt: stare de confort (0,15 RSI), disconfort (0,15 – 0,25 RSI), disconfort pentru toată lumea (0,25 – 0,35 RSI), stare accentuată de disconfort (0,35 – 0,45 RSI) și socul de căldură (peste 0,45 RSI).

Indicele de disconfort THOM (DI THOM) – propus de către E. C. Thom și este considerat de unii autori ca fiind unul dintre cei mai buni indici de apreciere a temperaturii efective. Acest indice exprimă efectul combinat dintre temperatură și umiditate a aerului asupra organismului uman. Formula de calcul este următoarea:

DI THOM = (0,8 * T) + [0,08 * (Ur – 3,2)], unde

T – temperatura aerului (°C)

Ur – umezeala relativă (%)

Este recomandat de a fi folosit pentru caracterizarea perioadei calde a anului cu temperaturi cuprinse între +21°C și +45°C.

Indicele HUMIDEX – a fost propus în Canada (1965) în baza unor studii fiziologice. Acesta exprimă efectul combinat al temperaturii și umezelii aerului (acesta din urmă este exprimat prin tensiunea vaporilor de aer). Se utilizează următoarea formulă de calcul:

HUMIDEX = T + (0,5555 * (e – 10), unde

T – temperatura aerului (°C)

e – tensiunea vaporilor de apă

Este aplicabil pentru perioada caldă a anului cu temperaturi cuprinse între +20°C şi +55°C.

Indicele de căldură (HI) – a fost propus în anul 1979 de către Steadman R.G. în lucrarea sa "The assassment of subliness, Part I: A temperature humidity index based on human physiology and clothing science". Acesta exprimă senzaţia fiziologică a organismului uman la efectul combinat al umezelii şi temperaturii aerului. În condiţiile în care temperatura aerului creşte odată cu umezeală aerului, cantitatea de apă care se evaporă de pe suprafaţa pielii se micşorează astfel încât efectuare unoi efort fizic mai mare poate pune în pericol organismul uman. Pentru zonele cu climă temperată, acesta se poate calcula după următoarea formulă:

HI = - 42, 379 + 2,04901523 * ((T) + 10,14333127 * (Ur) – (0,22475541) * (T) * (Ur)) – (6,83783 * (10^{-3}) * (T^2)) – (5,481717) * 10^2) * (Ur^2) + 1,22874 * (10^{-3}) * (T^2) * (Ur)) + ((8,5282 - 10^{-4}) * (T) * (Ur^2) – (1,99 - 10^{-6}) * (T^2) * (Ur^2), unde

Ur – umezeala relatvă (%)

T – temperatura aerului (°C)

Indicele Scharlau se calculează în baza temperaturii aerului (în °C) şi a temepraturii aerului (%). K. S. Scharlau a stabilit că la temperaturile critice în absenţa vântului şi în anumite condiţii ale umezelei aerului, organismul uman poate percepe disconfort termic prin încălzire sau prin răcire. Indicele Scharlau poate fi calcula pentru sezonul estival (*The summer Scharlau index - ISE*) şi pentru cel de iarnă (*The winter Scharlau index - ISH*). Formulele de calcul sunt următoarele:

- ISE = Tc – T

Tc = (-17,089 * ln(Ur)) + 94,979

Poate fi aplicat numai atunci când umezeala relativă este de 30%, iar temperatura cuprinsă într + 17°C şi + 39°C.

- ISH = T – Tc

Tc = (- 0,0003 * Ur^2) + (0,1497 * Ur) – 7,7133

Poate fi aplicat numai atunci când umezeala relativă depăşeşte 40% şi temperatura este cuprinsă între -5 °C şi +6 °C.

Concluzii: Indicii bioclimatici sunt elementele cheie în descrierea relaţiei dintre organismul uman şi condiţiile de mediu care variază în timp şi spaţiu. Potenţialul turistic rezultă din fluxul de turişti care la rândul său depind nemijlocit de condiţiile climatice. Utilizarea indicilor bioclimatici, enumeraţi în lucrarea dată, ne va permite să înţelegem cum ansamblul parametrilor de mediu (temperatura aerului, umezeala relativă, viteza vântului ş.a.) influenţează asupra populaţiei de pe teritoriul Republicii Moldova şi totodată, ne va permite să cuantificăm spaţial şi

temporal potențialul turistic. Totodată, datele rezultate pot servi ca bază pentru managementului turismului.

Referințe bibliografice:

1. ANDRIS Auliciems and Steven V. Szokolay, THERMAL COMFORT, PLEA : Passive and Low Energy Architecture International in association with Department of Architecture, The University of Queensland Brisbane 4072.

2. Dumitru Mihăilă, Petruț Ionel Bistricean, Liliana Gina Lazurca, Spatial and temporal relevance of some bioclimatic indexes for the study of the bioclimate of Moldova (west of the Prut river), DOI: 10.4316/GEOREVIEW.2016.26.1.365.

3. Marius Lungu, Liliana Panaitescu, Anca Nicoleta Albu, Dumitrascu Cornel, Simona Niță, CONSIDERATIONS REGARDING THE CLIMATIC POTENTIAL FOR TOURISIC ACTIVITY IN DOBRUJA, PRESENT ENVIRONMENT AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT, VOL. 6, no. 2, 2012.

4. TEODOREANU ELENA & MIHĂILĂ D. 2012. Is the Bioclimate of the Suceava Plateau Comfortable or Uncomfortable? Analysis Based on Wind Cooling Power Index and Skin and Lung Stress Index. Present Environment and Sustainable Development. Iaşi. 6(1): 229-251.

5. TEODOREANU ELENA. 2012. Some landmarks of the Danube Delta Bioclimate. Water resources and wetlands. Conference Proceedings. Tulcea: 331-333.

6. VLĂDUȚ ALINA. 2011. Temperature – Humidity Index (THI) within the Oltenia Plain between 2000 and 2009. Forum Geografic – Studii şi cercetări de geografie şi protecţia mediului. Edit. Universitaria Craiova 10(1): 149-156.

7. VLĂDUȚ Alina, BIOCLIMATIC STRESS WITHIN THE GETIC SUBCARPATHIANS, Studii şi comunicări. Ştiinţele Naturii. Tom. 31, No. 1/2015.

STUDIU ASUPRA ÎNFLORIRII ŞI FRUCTIFICĂRII STEJARULUI DIN PARTEA CENTRALĂ A REPUBLICII MOLDOVA

GRIGORAŞ NICOLAE
Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir”, Republica Moldova

Introducere. Modul de gospodărire inadecvat a pădurilor din ultimul secol, cât şi fragmentarea pădurilor de cvercinee, cu scăderea arealului lor natural, au condus la reducerea vitalităţii şi drept consecinţă la rărirea extremă a periodicităţii fructificaţiilor şi la uscări anormale ale arborilor [5].

Utilitatea cercetărilor privind fructificarea stejarului se impune, atât din considerente ştiinţifice, cât şi practice fiind ştiut că problema care preocupă de mult timp pe silvicultori este asigurarea producţiei de seminţe forestiere de calitate înaltă, cât şi în cantitatea necesară. Este cunoscut că atât regenerarea naturală, cât şi cea artificială a pădurilor de cvercinee este condiţionată direct de periodicitatea şi abundenţa fructificaţiei. Numeroasele cercetări [2, 3] întreprinse au scos în evidenţă faptul că existenţa pădurilor de slabă calitate se datorează, în principiu, regenerării pădurilor din arborete de calitate inferioară.

Studiile în domeniu au demonstrat că fructificarea la speciile forestiere este direct influenţată de condiţiile în care vegetează. Factorii ce condiţionează, în cea mai mare măsură, periodicitatea fructificaţiei sunt vitalitatea arborilor, condiţiile de mediu şi factorii de nutriţie din timpul înfloririi şi fructificaţiei [7].

Materiale şi metode. Cercetările au fost realizate în anul 2017, fiind parte componentă a Compartimentului: “Identificarea impactului şi riscurilor naturale şi tehnogene asupra ecosistemelor silvice pentru elaborarea soluţiilor şi modelelor de gestionare durabilă a pădurilor”, din cadrul Proiectului aplicativ *„Evaluarea integrată a impactului antropic asupra ecosistemelor reprezentative în scopul conservării şi extinderii Ariilor Naturale Protejate de Stat în contextul cerinţelor Directivelor UE”*, a Institutului de Ecologie şi Geografie.

Obiectele de cercetare au fost amplasate reieşind din mai multe criterii: aria de cercetare a proiectului aplicativ, răspândirea ecosistemelor silvice mezofite, dominate de gorunete şi stejărete – edificatori autohtoni ecosistemelor silvice din Centrul Republicii Moldova, prezenţa staţiilor meteorologice în apropiere, omogenitatea parametrilor fizico-geografici, accesibilitatea suprafeţelor experimentale, precum şi respectarea normelor cerute de programul european de monitoring forestier (programul ICP Forests), astfel că acestea au prins contur în:

1. Trupul de pădure Ivancea (parcela 59 L) O.S. Ivancea, ÎSS Orhei
2. Rezervaţia Ştiinţifică “Codrii” (parcela 5C)
3. Trupul de pădure Mereşeni (parcelele 48 A), O.S. Mereşeni, ÎSS Hînceşti-Silva.

Fiecare suprafaţă experimentală a avut dimensiunea de 50x50m.

Pentru aprecierea gradului de înflorire a cvercineelor au fost identificaţi câte 10 arbori, în fiecare suprafaţă de probă (masiv, lizieră însorită, arbori izolaţi), care au prezentat înflorirea (flori) medie. Intensitatea înfloririi a fost determinată conform scării propuse de Tomescu A., (1965), în care înflorirea se apreciază după procentul abundenţei de flori (Tab. 1). La alegerea arborilor asupra cărora s-a estimat gradul de fructificaţie s-a ţinut cont şi de poziţionarea pe verticală a arborilor după sistemul de clasificare Kraft, pentru acest studiu servind arborii din clasele 1 – 3 Kraft. Aprecierea gradului de înflorire, s-a determinat atât în arboretul din Suprafeţele Experimentale, cât şi asupra arborilor izolaţi şi de la lizierele însorite ale pădurii, aceştia servind ca termeni de comparaţie.

Fructificarea a fost apreciată după metoda ramurilor de probă care presupune recoltarea de pe 10-15 arbori din fiecare suprafaţă, câte 3-4 ramuri de probă, lungi de 45-70 cm (fără lujerul anual). Ramurile se recoltează în aşa fel, încât să reprezinte fructificaţia medie a arboretului, fiind recomandată tăierea ramurilor din diferite părţi ale coroanei, pentru a surprinde situaţii/observaţii cât mai variate. După recoltare se analizează fiecare ramură, notându-se: lungimea ei – care se măsoară în centimetri pe axul central, fără lugerul terminal; numărul total de lujeri, care poartă ghinde sănătoase şi numărul total de ghinde sănătoase. Datele obţinute pentru ramurile de probă, de pe arborii din suprafaţa respectivă, se însumează, iar pe baza lor se calculează numărul de ghinde la metru de ramură, împărţind numărul total de ghinde la lungimea (în metri) a ramurilor analizate [7].

Tabelul 1.

Scara de apreciere a intensităţii înfloririi cvercineelor (Tomescu A., 1965)

Gradul înfloririi	Caracterul înfloririi în primăvară	Metoda ramurilor de probă (nr. de ghinde la 1 m. liniar de ramură)	Aprecierea cantitativă (kg de ghindă la 1 ha)
0	Infloriscenţele mascule relative puţine pe arborii izolaţi şi pe cei de pe liziere însorite. În arboret se observă infloriscenţe mascule puţine şi numai pe unii arbori maturi şi de vârstă mijlocie, ajunşi la fructificaţie (circa 10 – 30%) în general pe cei mai bine luminaţi.	≤6	≤100

1	Inflorescențele mascule în număr satisfăcător pe arborii izolați și pe cei de pe lizierele însorite. În arboret, pe arborii maturi și de vârstă mijlocie ajunși la fructificație, inflorescețele mascule puține. Uneori ele se observă numai pe circa 30 - 50% din arbori, în general pe cei mai bine luminați.	7-10	200-400
2	Inflorescențele mascule sunt numeroase pe arborii izolați și pe cei de pe liziere însorite. În arboret, pe circa 50 – 75% din arborii maturi și de vârstă mijlocie, ajunși la fructificație, inflorescențe mascule sunt în număr satisfăcător.	11-14	500-700
3	Inflorescențele mascule se găsec din abundență atât pe arborii izolați și pe cei de pe lizierele însorite, cât și pe majoritatea arborilor maturi și de vârstă mijlocie, ajunși la fructificație, din arboret.	≥15	≥800

Rezultate și discuții. Conform studiilor de specialitate [6, 4], înflorirea arborilor de stejar are loc în a treia decadă a lunii aprilie – prima decadă a lunii mai. Florile masculine ale stejarului încep să se dezvolte odată cu desfacerea frunzelor. Observațiile referitoare la gradul de înflorire efectuate în perioada înfloririi este redat în Tab. 2.

În perioada formării fructelor (ghindelor), fiind aplicată metoda ramurilor de probă (Tab. 3) au fost obținute rezultate direct dependente de datele privind intensitatea înfloririi. S-a identificat faptul că cel mai slab grad de fructificare a fost în O.S. Ivancea, urmat de Rezervația Codrii, iar în cadrul O.S. Mereşeni s-a înregistrat cel mai mare procentaj de flori și respectiv, de ghindă.

Tab. 2. Intensitatea înfloririi stejăretelor din Suprafeţele Experimentale

Suprafaţa experimentală	Arbori izolaţi	Lizieră însorită	Masiv
Ivancea	0	0	0
Rezervaţia Codrii	1	1	1
Mereşeni	Lipsă date	3	3

Tab. 3. Nr. de ghinde la 1 m. liniar de ramură în SE (metoda ramurilor de probă)

Suprafaţa experimentală	Arbori izolaţi	Lizieră însorită	Masiv
Ivancea	5	5	3
Rezervaţia Codrii	13	12	9
Mereşeni	Lipsă date	20	18

Acest fapt se datorează cel mai probabil contiţiilor meteo nefavorabile din perioada înfloririi, în special intervalul 18-25 aprilie. Conform Serviciului Hidrometeorologic de Stat, în această perioadă au fost înregistrate temperaturi negative cu intensitatea de până la -2,7ºC la S.M. Bravicea, -3,2ºC la S.M. Codrii şi -0,6ºC la S.M. Chişinău (Fig. 1.). Ori, studiile din domeniu [8] realizate pe parcursul a 10 ani, au demonstrat că cel mai mare randament al înfloririi cvercineelor corelează cu anii în care nu s-au semnalat îngheţuri în perioada de înflorire, pe când în anii cu îngheţuri de până la -3ºC s-a distrus complet producţia de ghindă (an.1977), chiar şi îngheţurile de până la -1ºC au condus la pierderi importante de ghindă (an. 1969, 1972 şi 1973). Acelaşi lucru este menţionat şi de alţi autori [9], care indică faptul că îngheţurile târzii de primăvară şi/sau chiar ploile reci provoacă daune considerabile florilor de stejar.

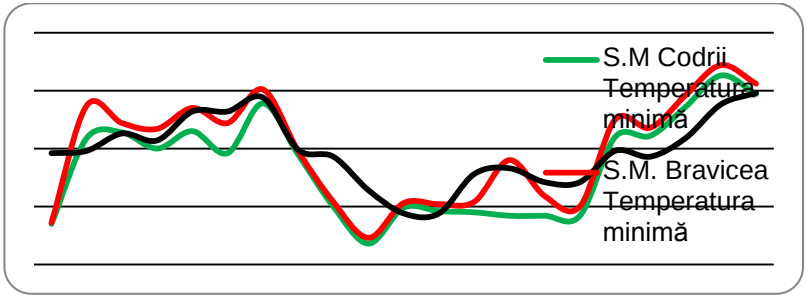


Figura 1. *Temperatura minimă a aerului înregistrată în perioada de înflorire a stejarilor la staţiile meteorologice Bravicea, Codrii, Chişinău (sursa: SHS).*

Daune considerabile fructificației stejarilor sunt provocate și de insectele defoliatoare [5], care contribuie direct la reducerea fructificației, prin consumarea mugurilor floriferi sau indirect - prin crearea de dezechilibre metabolice arborilor, manifestate fie prin blocarea inducerii mugurilor floriferi, fie prin reducerea capacității de fecundare sau a menținerii ghindei pe arbore.

Cantitatea de ghindă ce ajunge la maturitate și gradul de viabilitate al acesteia, este corelată direct și cu acțiunea insectelor seminofage [5], în special trombarul ghindei *(Balaninus glandium)*, larvele acestora reducând viabilitatea ghindelor prin consumarea cotilidoanelor embrionare și determinând, deci, căderea prematură a acestora.

Cercetările din teren indică faptul că în SE cercetate stejarii au fost supuși atât impactului negativ al înghețurilor din perioada de vegetație, cât și impactului negativ a mai mult de 10 specii defoliatoare și una seminofagă, cu crearea dezechilibrelor metabolice arborilor. Totodată, menționăm faptul că indicii climatici și-au pus amprenta și asupra stadiilor de dezvoltare a principalilor dăunători: molia verde (*Tortrix viridana)* cotarul brun (*Erannis defoliaria*), cotarul verde (*Operophtera brumata*), când prin cercetarea vârstei larvelor lor, s-a constatat, că în SE *Mereşeni* dezvoltarea larvelor dăunătorilori fitofagi s-a început cu 7-10 zile *mai de vreme* decât pe alte terenuri de cercetare, în SE Ivancea fiind fixată cea mai mica stadie de dezvoltare a larvelor de fitofagi.

Concluzii. Formarea și dezvoltarea florilor/fructelor stejarului, cantității de ghindă ajunsă la maturitate și gradul de viabilitatea a acesteia - în zona supusă studiului - au fost în corelații directe cu înghețurile din perioada de vegetație, prezența a mai mult de 10 specii defoliatoare și una seminofagă, factori care au indus dezechilibre metabolice arborilor, grad mic de fructificare și cădere prematură a fructelor.

Referințe bibliografice:

1. Badea O. Manual privind metodologia de supraveghere pe termen lung a stării ecosistemelor forestiere aflate sub acțiunea poluării atmosferice și modificărilor climatice. Bucuresti, Tehnica Silvică, 2008. 98 p.
2. Carmen WJ, Koenig WD, Mumme RL. Acorn production of five species of oaks over a seven-year period at the Hastings Reservation, Carmel Valley, California. In: Poceedings of the Symposium on Multiple-use Management of California's Hardwood Resources (Plumb TR, Pillsbury NH, eds) Pac Southwest For Exp Range Stn, Berkeley, CA, 1987, p. 429- 434
3. Cecich, R.A.. Flowering and oak regeneration. In: (D.L. Loftis and C.E. McGee, eds.) Oak regeneration: serious problems, practical recommendations. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. SE-84. 1993. p. 79-95.

4. Cuza P. Ţîcu L. Dinamica înfrunzirii la descendenţii de Quercus robur L. din cultura experimentală şi la arborii maturi. Mediul ambiant. Chișinău, 2006. Nr. 6 (30). P 26-28.

5. Nețoiu C. Cercetări privind influenţa defolierilor timpurii asupra fructificaţiei stejarilor. În: Analele Icas Vol. 48 (1), 2005 p. 135-150.

6. Pârnuţă, Gh., Stuparu, Elena., Budeanu, M., Scărlătescu,V.,Marica, Fl. M., Lalu, I., Filat,M., Tudoroiu, M., Lorent, **A**.,Nica, M. S., Teodosiu, M., Chesnoiu, Ecaterina Nicoleta, Pârnuţă, Poliana, Mirancea, I., Marcu, Cristiana - National Catalogue of Forest Genetic Resources / Catalogul naţional al resurselor genetice forestiere, "Eitura Silvica" publishing house, 2008.

7. Tomescu A. Biologia înfloririi şi fructificării; metode de prevedere şi apreciere cantitativă a fructificaţiei la speciile de stejar. În: Analele ICAS. Vol. 25 (1), 1965, p. 27-58.

8. Крючков С.Н., Иозус А.П., Морозова Е.В. Семеноводство дуба черешчатого в степной зоне нижнего поволжья // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 6. – С. 569-569

9. Напалков Н.В. О лесах Татарии. Казань: Таткнигоиздат, 1958.

ESTIMAREA RISCULUI INUNDAȚIILOR DECLANȘATE DE PLOILE TORENȚIALE ÎN REPUBLICA MOLDOVA

MÎNDRU GALINA
Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir”, Republica Moldova

Introducere. În Republica Moldova factorul principal care contribuie la formarea inundaţiilor sunt ploile torenţiale din semestrul cald al anului, determinate în mare parte de specificul activităţii ciclonale (cicloni mediteraneeni cu caracter retrograd) ce creează condiţii favorabile pentru declanşarea unor riscuri hidrologice precum sunt inundaţiile puternice, uneori catastrofale în râurile republicii, îndeosebi în cele mici.

Pe râurile şi cursurile mici de apă inundaţiile declanşate de ploile torenţiale din semestrul cald al anului, se observă practic anual, fiind destul de frecvente şi de mare amploare, uneori cu pierderi de vieţi omeneşti şi enorme prejudicii materiale (1989, 1991, 1994, 1998, 1999, 2005, 2008, 2010).

Astfel, practic o treime din teritoriul ţării anual este inundat de viituri pluviale de divers caracter şi mărime. În perioada viiturilor pluviale intense acestea cauzează inundarea caselor de locuit, construcţiilor sociale, infrastructurii edilitare şi nu în ultimul rând asupra sectorului agricol. Inundaţiile vaste însoţite de pierderi de vieţi omeneşti şi enorme prejudicii materiale se explică prin faptul că tradiţional majoritatea localităţilor Republicii Moldova sunt situate în apropierea nemijlocită a cursurilor de apă.

Materiale şi metode. Pe parcursul studiului a fost analizată literatura de specialitate, cu utilizarea bazelor de date factologice din arhiva Serviciului Hidrometeorologic de Stat de la 13 staţii meteorologice din sezonul cald (lunile aprilie-octombrie) şi SPCSE pentru perioada anilor 1997-2015.

Baza informaţională de date a fost creată iniţial în cadrul programului Microsoft Excel, parte componentă a Microsoft Office. În lucrarea dată au fost utilizate atât metodele tradiţionale (matematico-statistice), cât şi cele contemporane de estimare spaţio-temporală a parametrului supus studiului.

Rezultate şi discuţii. Inundaţiile puternice şi frecvente în semestrul cald al anului pentru perioada 1997-2015 pe teritoriul Republicii au cauzat prejudicii seminificative economiei naţionale şi populaţiei republicii, constituind

Rezultatele evaluării frecvenţei anuale a inundaţiilor declanşate de ploile torenţiale în semestrul cald al anului cu prejudicii semnificative (150,5 mln lei) înregistrate în perioada 1997-2015 sunt reflectate fig. 1.

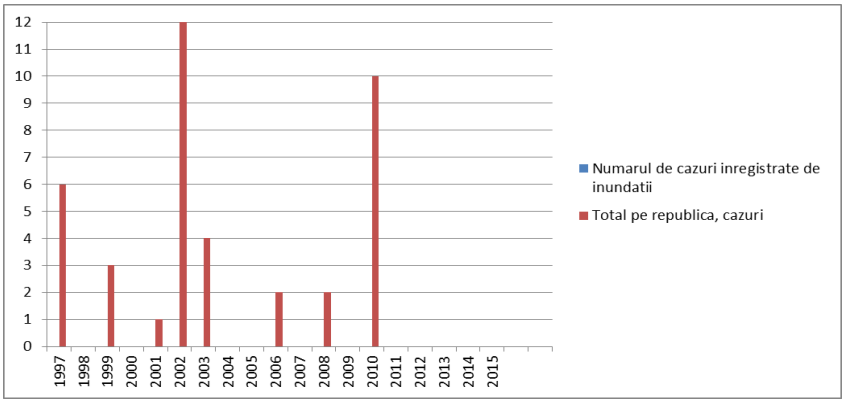


Figura 1. *Frecvenţa anuală a inundaţiilor declanşate de ploile torenţiale în semestrul cald al anului cu prejudicii semnificative înregistrate (1997-2015)*

Conform datelor analizate din fig 1 putem constata următoarele: în această perioadă de timp pe teritoriul republicii au avut loc 40 de inundaţii cu prejudicii semnificative, care au fost înregistrate de către SPCSE. Frecvenţa anuală a inundaţiilor cu prejudicii semnificative a variat în perioada menţionată de la 0 până la 12 cazuri. Astfel, numărul maximal de inundaţii a fost înregistrat în anul 2002, constituind 12 cazuri, după care urmează anul 2010 cu 10 inundaţii, anul 1997 - 6 inundaţii, anul 2003 – 4 inundaţii. În anii 2001, 2006, 2008 şi 1999 numărul de inundaţii a variat între 1 şi 3 cazuri, iar în ceilalţi ani din perioada de studiu - inundaţiile au lipsit.

Manifestarea spaţio-temporală a inundaţiilor semnificative în perioada de studiu a fost neuniformă şi a afectat mai frecvent anumite regiuni din teritoriul Republicii Moldova. Astfel, inundaţiile din anul 1997 (6 cazuri) au afectat şi au produs prejudicii semnificative, înregistrate în raioanele Soroca, Şoldăneşti, Rezina, Călăraşi, Străşeni şi UTA Găgăuzia, care au constituit 4,3 mln lei. În anul 1999 (total - 3 cazuri) inundaţiile semnificative au afectat îndeosebi raioanele Ungheni şi Cahul (2 cazuri), prejudiciile înregistrate constituind 4,2 mln lei. În anul 2001 (1 caz) inundaţiile semnificative au afectat îndeosebi raionul Edineţ, prejudiciile înregistrate constituind 1,6 mln lei.

În anul 2002 (total-12 cazuri) inundaţiile semnificative au afectat îndeosebi mun. Chişinău, mun. Bălţi şi raioanele Orhei, Hînceşt (4 cazuri), UTA Găgăuzia (2 cazuri) şi Cahul (3 cazuri), prejudiciile înregistrate constituind circa 37 mln lei.

Inundaţiile semnificative din anul 2003 (4 cazuri) au afectat îndeosebi raioanele Hînceşti, UTA Găgăuzia, Cantemir şi Taraclia prejudiciile înregistrate constituind circa 1,2 mln lei.

În anul 2006 (2 cazuri) au afectat în deosebi raioanele Edineţ şi Rezina prejudiciile înregistrate constituind circa 36,7 mii lei.

Inundaţiile semnificative din anul 2008 (2 cazuri) au afectat îndeosebi raioanele Ştefan-Vodă şi Cantemir prejudiciile înregistrate constituind circa 18,0 mln lei.

În anul 2010 (10 cazuri) au afectat în deosebi raioanele Briceni, Edineţ, Rîşcani, Ungheni, Dubăsari, Nisporeni, Hînceşti, Anenii Noi, Cantemir şi Cahul prejudiciile înregistrate constituind circa 84,2 mln lei.

Rezultatele evaluării frecvenţei în profil administrativ-teritorial a inundaţiilor declanşate de ploile torenţiale cu prejudicii semnificative, înregistrate în semestrul cald al anului pentru perioada 1997-2015 sunt reflectate în fig. 2.

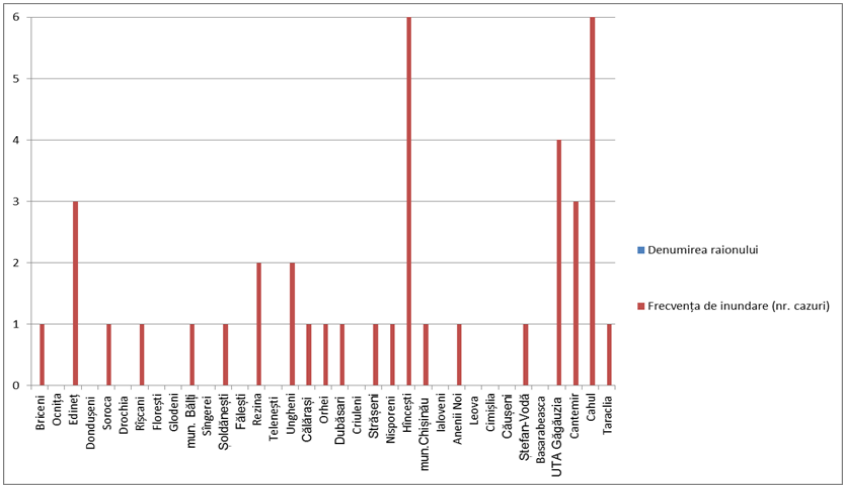


Figura 2. *Frecvenţa în profil administrativ-teritorial a inundaţiilor declanşate de ploile torenţiale cu prejudicii semnificative, înregistrate în semestrul cald al anului (1997-2015)*

Conform datelor analizate din fig. 2 privind frecvenţa în profil administrativ-teritorial a inundaţiilor declanşate de ploile torenţiale cu prejudicii semnificative înregistrate în semestrul cald al anului pentru perioada 1997-2015 putem constata următoarele: în această perioadă de timp frecvenţa inundaţiilor menţionate a variat în limite mari, de la valoarea maximă de 6 cazuri în fiecare din raioanele Hînceşti şi Cahul, 4 cazuri în UTA Găgăuzia, câte 3 cazuri în raioanele Edineţ şi Cantemir, câte 2 cazuri în raioanele Rezina şi Ungheni, câte un caz în raioanele Briceni, Soroca, Rîşcani, Şoldăneşti, Călăraşi, Orhei, Dubăsari, Străşeni, Nisporeni, Anenii Noi, Ştefan-Vodă, Taraclia, mun. Chişinău şi Bălţi.

Totodată, în raioanele Ocniţa, Donduşeni, Drochia, Floreşti, Glodeni, Gîngerei, Făleşti, Teleneşti, Criuleni, ialoveni, Leova, Cimişlia, Căuşeni şi Basarabeasca – fenomenul dat n-a fost înregistrat.

De asemenea, de rând cu stabilirea frecvenţei în profil administrativ-teritorial a inundaţiilor declanşate de ploile torenţiale, au fost înregistrate în profil administrativ-teritorial şi valorile prejudiciilor semnificative ale acestor inundaţii (fig. 3).

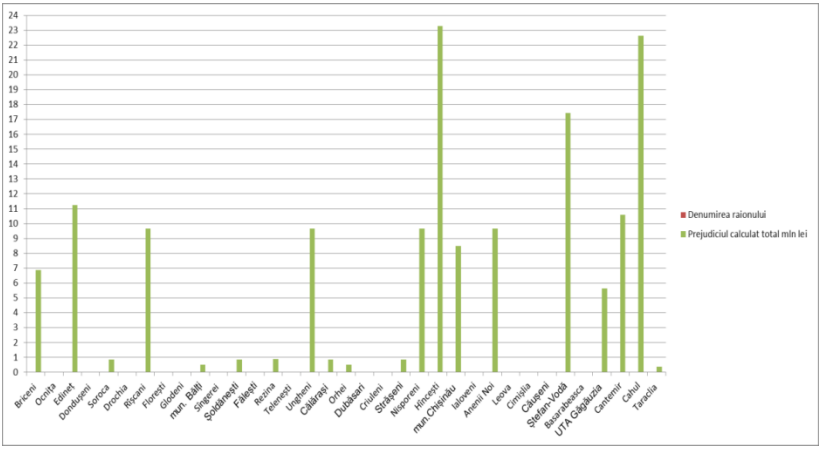


Figura 3. *Prejudiciul semnificativ înregistrat în profil administrativ-teritorial cauzat de inundaţiile declanşate de ploile torenţiale în semestrul cald al anului (1997-2015)*

Analizând datele din fig. 3, privind prejudiciul semnificativ înregistrat în profil administrativ-teritorial cauzat de inundaţiile declanşate de ploile torenţiale în semestrul cald al anului (1997-2015) putem constata următoarele: inundaţiile menţionate au atins valori a câte 6 cazuri în raioanele Hînceşti şi Cahul, prejudiciul înregistrat constituind respectiv 23,3 şi 22,61 mln lei. În UTA Găgăuzia au fost înregistrate 4 cazuri, prejudiciul constituind 5,65 mln lei. În raioanele Edineţ şi Cantemir au fost înregistrate câte 3 cazuri de inundaţii semnificative, prejudiciul constituind respectiv 11,25 şi 10,6 mln lei. În raioanele Rezina şi Ungheni au fost înregistrate câte 2 cazuri de inundaţii semnificative, prejudiciul constituind respectiv 0,87 şi 9,67 prejudicii foarte diferite ca mărime - Briceni (6,86 mln lei), Soroca (0,84 mln lei), Rîşcani (9,67 mln lei), Şoldăneşti (0,84 mln lei), Călăraşi (0,84 mln lei), Orhei (0,50 mln lei), Străşeni (0,84 mln lei), Nisporeni (9,67 mln lei), Anenii Noi (9,67 mln lei), Ştefan-Vodă (17,44 mln lei), Taraclia (0,37 mln

lei), mun. Chişinău (8,50 mln lei), şi Bălţi (0,50 mln lei). În celelalte raioane valoarea prejudiciilor a fost foarte mică sau a lipsit.

În baza datelor reflectate în fig. 3 a fost elaborată harta ce reflectă gradul de expunere în profil administrativ-teritorial a Republicii Moldova faţă de riscul inundaţiilor declanşate de ploile torenţiale în semestrul cald al anului, cu indicarea prejudiciilor semnificative pentru perioada 1997-2015.

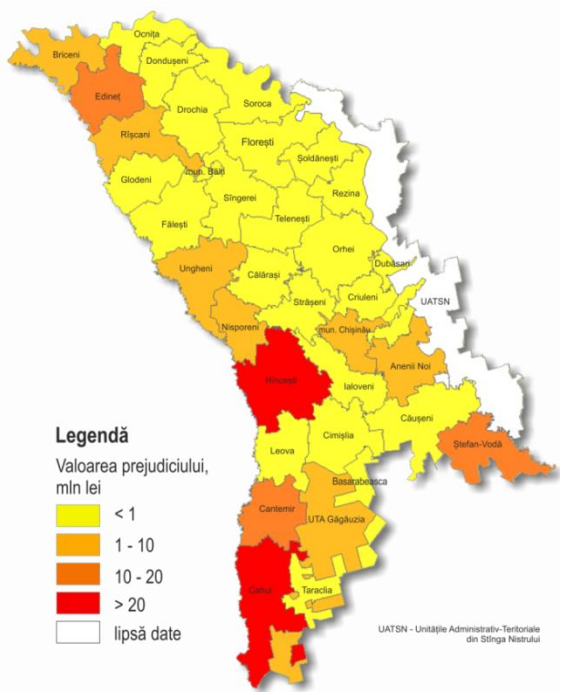


Figura 4. *Expunerea teritoriului Republicii Moldova în profil administrativ-teritorial faţă de riscul inundaţiilor declanşate de ploile torenţiale în semestrul cald al anului cu prejudicii semnificative (1997-2015).*

Harta expunerii teritoriului republicii faţă de riscul inundaţiilor declanşate de ploile torenţiale în semestrul cald al anului cu prejudicii semnificative pentru perioada 1997-2015 (fig. 4) reflectă gradul de expunere spaţială în profil administrativ-teritorial după cum urmează:

- teritoriii cu grad sporit de expunere la risc (cu prejudicii de peste 20 mln lei);

- teritoriii cu grad mediu de expunere la risc (cu prejudicii cuprinse între 10-20 mln lei);
- teritoriii cu grad redus de expunere la risc (cu prejudicii cuprinse între 1-10 mln lei);
- teritoriii cu grad foarte redus de expunere la risc (cu prejudicii mai mici de 1 mln lei).

Teritoriile cu grad sporit de expunere față de riscul inundațiilor menționate sunt raioanele Hîncești și Cahul, unde valoarea prejudiciilor înregistrate depășesc 20 mln lei.

Teritoriile cu grad mediu de expunere față de riscul inundațiilor menționate sunt raioanele Edineț, Cantemir și Ștefan-Vodă, unde valoarea prejudiciilor înregistrate este cuprinsă între 10 și 20 mln lei.

Teritoriile cu grad redus de expunere la riscul inundațiilor menționate sunt raioanele Briceni, Rîșcani, Ungheni, Nisporeni, Anenii Noi, UTA Găgăuzia și mun. Chișinău, unde valoarea prejudiciilor înregistrate este cuprinsă între 1-10 mln lei.

Teritoriile cu grad foarte redus de expunere la riscul inundațiilor menționate sunt raioanele a căror valoare a prejudiciilor înregistrate este mai mică de 1 mln lei, fiind situate în partea central-meridională și estică a republicii.

În baza studiului efectuat pot fi evidențiate mai multe **concluzii**.

1. În Moldova factorul principal, care contribuie la formarea inundaţiilor sunt ploile torențiale. Această categorie de ploi torențiale are o acţiune energetică destul de înaltă, care poate provoca formarea "râurilor", spălarea solului, inundarea văilor.

2. În perioada de studiu pe teritoriul republicii au fost înregistrate 40 de inundații cu prejudicii semnificative în valoare de 150,5 mln lei.

3. Inundațiile semnificative din perioada de studiu s-au manifestat din punct de vedere spațio-temporal neuniform, fiind afectate mai frecvent anumite regiuni din teritoriul Republicii Moldova.

4. În baza studiului efectuat a fost elaborată în premieră harta ce reflectă gradul de expunere a teritoriului Republicii Moldova față de riscul inundațiilor declanșate de ploile torențiale în semestrul cald al anului în profil administrativ-teritorial, cu indicarea prejudiciilor semnificative pentru perioada 1997-2015.

Referințe bibliografice:

1. Apostol I., Estimarea Vulnerabilităţii Raioanelor şi Localităţilor Republicii Moldova la Situaţii Excepţionale cu Caracter Natural şi Tehnologic, Chişinău, 2005, 65p.

2. Boboc N., Analiza spaţio – temporală a ploilor torenţiale în scopul aprecierii inundaţilor catastrofale. Studiu de caz Republica Moldova / N. Boboc, T. Constantinov, O. Melniciuc // Diminuarea impactului hazardelor naturale şi tehnogene asupra mediului şi societăţii: tezele şi comun. conf. intern., 6-7 oct. 2005. – Ch., 2005. – P. 90-94. (M 38, D 58).

EXPUNEREA TERITORIULUI REPUBLICII MOLDOVA CĂTRE RISCUL PLOILOR TORENȚIALE

MÎNDRU GALINA
Universitatea de Stat "Dimitrie Cantemir", Republica Moldova

Introducere. Pe teritoriul Republicii Moldova destul de frecvent cad cantități mari de precipitații în perioade scurte de timp sub formă de ploi torențiale, aducând prejudicii serioase economiei naționale. Riscul ploilor torențiale nu întotdeauna este adecvat cantității de precipitații. Acesta depinde de mai mulți factori: de gradul de umezire a solului la momentul căderii precipitațiilor, de proprietățile fizice ale solului, de nivelul apelor freactice, învelişul vegetal, de orografie etc.

Precipitaţiile provenite din aceste ploi se infiltrează în sol în cantităţi foarte mici, rămânând ca în cea mai mare parte să se scurgă şi să constituie cauza creşterilor de debite şi niveluri în râuri, provocând în cele din urmă inundaţii catastrofale şi eroziunea pluvială a solului. Studiul regimului acestor ploi are o importanţă deosebită pentru multe domenii de activitate: agricultură, transportul feroviar şi auto, complexul energetic, proiectarea şi planificarea diverselor construcţii, lucrări de canalizare şi sistematizare urbană şi rurală, lucrări de hidroameliorații pentru terenurile agricole, etc.

Ploile torențiale cunosc o mare variabilitate neperiodică, dependentă de caracteristicile circulaţiei generale a atmosferei peste teritoriul ţării, ca şi de caracteristicile suprafeţei active.

Materiale și metode. Pe parcursul studiului a fost analizată literatura de specialitate, cu utilizarea bazelor de date factologice din arhiva Serviciului Hidrometeorologic de Stat de la 13 staţii meteorologice din sezonul cald (lunile aprilie-octombrie) pentru perioada anilor 1985-2015.

Baza informaţională de date a fost creată iniţial în cadrul programului Microsoft Excel, parte componentă a Microsoft Office. În lucrarea dată au fost utilizate atât metodele tradiționale cât și cele contemporane de estimare spațio-temporală a parametrului supus studiului. Totuşi, cea mai uzitată, mai consistentă prin prisma rezultatelor obținute în ceea ce privește regimul ploilor torențiale rămâne metoda statistică.

Rezultate și discuții. În rezultatul studiului efectuat s-a constata că deosebit de periculoase sunt ploile torențiale cu pragurile ≥30, ≥50, ≥100 şi ≥150 mm căzute în 24 ore, care aduc pagube catastrofale populaţiei şi economiei naţionale. Ploile menţionate pot provoca şi declanşa inundaţii vaste, exces de apă în sol, alunecări de teren şi procese erozionale ca urmare a căderii unor cantităţi mari de apă într-un interval scurt de timp. În decursul celor 31 de ani investigați (1985-2015), pe teritoriul republicii în semestrul cald al anului, la staţiile meteorologice analizate au fost înregistrate 442 cazuri cu precipitaţii ≥30 mm, 146 cazuri cu precipitaţii ≥50

mm, 7 cazuri cu precipitaţii ≥100 mm şi 3 cazuri cu precipitaţii peste 150 mm (tab. 1 şi fig. 1, 2, 3).

Tabelul 1

Frecvența ploilor torențiale cu cantităţi maxime diurne ce au depăşit pragurile de 30, 50, 100 şi 150 mm în semestrul cald al anului (1985-2015)

Praguri	**Briceni**	**Soroca**	**Bălţi**	**Făleşti**	**Cornești**	**Bravicea**	**Chişinău**	**Bălţata**	**Leova**	**Comrat**	**C-Lunga**	**Cahul**	**Ştefan-Vodă**	**Total cazuri**
≥ 30 mm	39	34	29	40	43	35	31	29	37	23	37	26	39	**442**
≥ 50 mm	16	9	11	13	15	13	10	10	9	6	10	14	10	**146**
≥ 100 mm	1	0	0	1	0	1	0	2	0	0	0	1	1	**7**
≥ 150 mm	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	**3**

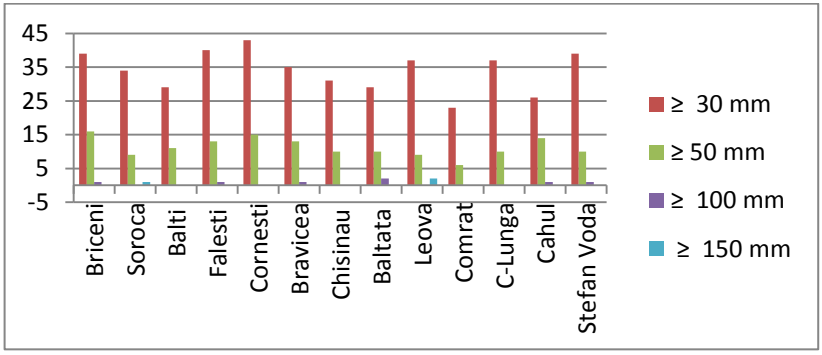


Figura 1. *Frecvența ploilor torențiale cu cantităţi maxime diurne ce au depăşit pragurile de 30, 50, 100 şi 150 mm în semestrul cald al anului (1985-2015)*

În rezultatul analizei datelor din tab. 1 constatăm că la toate staţiile analizate există probabilitatea de producere a ploilor ce pot da cantităţi ≥30 mm în 24 de ore. Astfel, se poate concluziona că teritoriul Republicii Moldova este expus riscului de inundaţii, declanşate de precipitaţiile excedentare ca urmare a ploilor torenţiale.

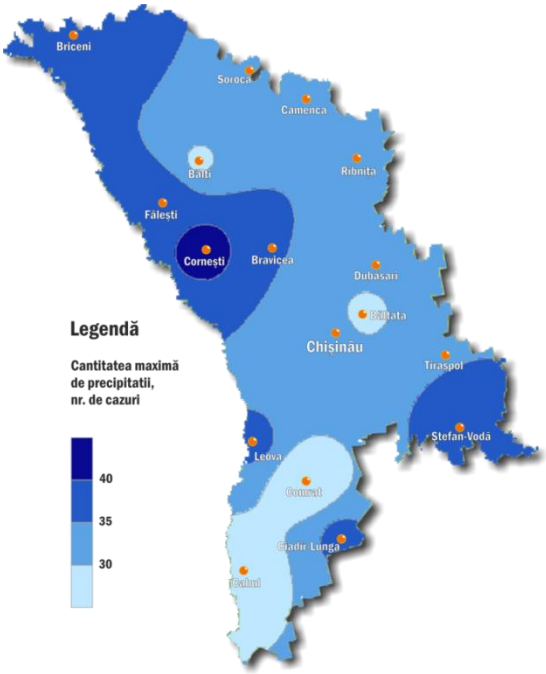


Figura 2. *Repartiţia numărului de cazuri cu cantităţi maxime diurne de precipitaţii ce au depăşit pragurile de 30 mm în semestrul cald al anului (1985-2015)*

Numărul de cazuri cu cantităţi de precipitaţii ≥30 mm în semestrul cald al anului pentru perioada analizată (1985-2015) a variat pe teritoriul republicii între 43 cazuri la staţia Cornești şi 23 cazuri la staţia Comrat; cu cantităţi de precipitaţii ≥50 mm - între 16 cazuri la staţia Briceni şi 6 cazuri la staţia Comrat; cu cantităţi de precipitaţii ≥100 mm şi ≥ 150 mm - numărul de cazuri a fost destul de mic şi au constituit pe teritoriul republicii, respectiv 7 şi 3 cazuri.

Cantităţi de precipitaţii ≥100 mm au fost înregistrate în perioada analizată (1985-2015) la staţiile: Briceni (un caz cu cantitatea de 101 mm în luna august, 2005); Făleşti (un caz cu cantitatea de 134 mm în luna iunie, 1985); Bravicea (un caz cu cantitatea de 129 mm în luna luna iunie, 1985); Leova (două cazuri cu cantităţile 141 mm în luna iunie, 2001 şi 115 mm în luna iunie, 2013); Cahul (un caz cu cantitatea de 129 mm în luna septembrie, 2013); Ştefan-Vodă (un caz cu cantitatea de 126 mm în luna iulie, 2013).

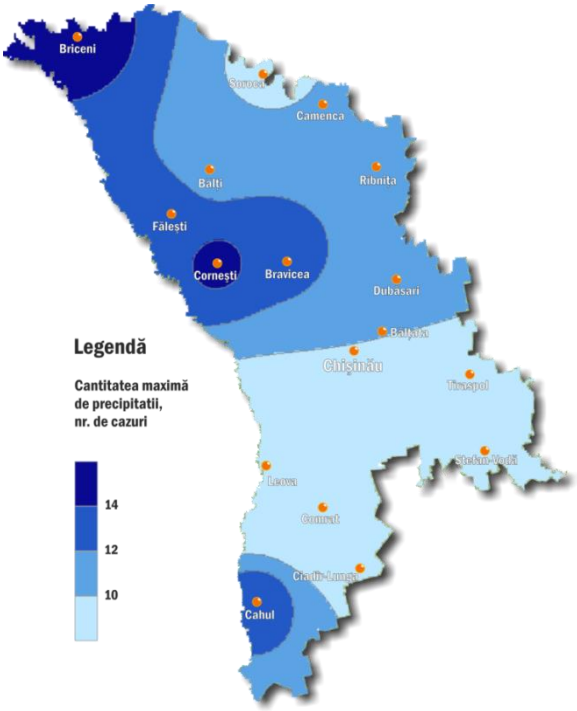


Figura 3. *Repartiţia numărului de cazuri cu cantităţi maxime diurne de precipitaţii ce au depăşit pragurile de 50 mm în semestrul cald al anului (1985-2015)*

Cazuri cu cantităţi de precipitaţii ≥150 mm au fost înregistrate în perioada analizată (1985-2015) la staţiile: Soroca (un caz cu cantitatea de 165 mm în luna august, 2004); Leova (două cazuri cu cantităţile respective de 153 mm în luna septembrie, 2001 şi 166 mm în luna august, 2004).

Pentru argumentarea riscului ploilor torenţiale, cu indicarea prejudiciilor cauzate, au fost selectate şi analizate cele mai puternice şi abundente ploi torenţiale din perioada de studiu (1985-2015). În scopul descrierii mai detaliate a acestor ploi cu risc major au fost utilizate nu numai datele factologice de la staţiile meteorologice, dar şi informaţia de la posturile meteorologice, agrometeorologice şi hidrologice din reţeaua naţională de observaţii, după cum urmează.

Anul 1994 pentru Republica Moldova a fost unul dintre cei mai nefavorabili ani din ultimul deceniu al secolului trecut. Ploile torenţiale din ***26-27 august 1994*** au avut o cantitate medie de peste 40 mm/oră, însoţite de vânt puternic şi grindină. Ca rezultat s-au înregistrat 29 de pierderi de vieţi omeneşti şi pagube materiale enorme. Astfel, au fost afectate 16 raioane ale republicii, mai ales, raioanele din centrul Moldovei şi, îndeosebi, Hînceşti şi Străşeni. După datele SHS, în oraşul Străşeni timp de 24 ore au căzut 180 mm de precipitaţii (informaţia de la postul hidrologic Străşeni). Pierderile totale din fondul locativ au constituit 3137 de case, inclusiv 882 au fost distruse complet, au fost distruse 709 obiecte de menire culturală, 1317 obiecte de producţie, 551 km drumuri auto, 577 km linii electrice, 662 km linii de telecomunicaţii, 733 poduri, 779 baraje. Cel mai mult a avut de suferit satul Călmăţui, raionul Hînceşti. Prejudiciul economic cauzat de aceste ploi a constituit 443 milioane lei sau circa 100 mln dolari SUA.

Ploi torenţiale puternice au căzut pe teritoriul Republicii Moldova şi **pe parcursul anului 2005,** când pierderile materiale directe au constituit 76,3 mln. lei. Este necesar de menţionat ***ploile din 23, 25, 26 şi 31 mai 2005.*** Cantităţile maxime de precipitaţii au atins 35-40 mm în timp de o oră. Conform datelor Serviciului Hidrometeorologic de Stat, cât şi a datelor Serviciului Protecţiei Civile şi Situaţiilor Excepţionale ploile menţionate au cauzat daune în unele sate din raioanele Briceni, Edineţ, Ocniţa, Ialoveni, Cahul, Leova, Cimişlia, UTA Găgăuzia, precum şi în satele Coloniţa, Budeşti din mun. Chişinău.

De o intensitate şi mai mare au fost ploile torenţiale din ***7, 18 şi 19 august 2005.*** *Pe 7 august* în raioanele de nord, centrale şi de sud-est au căzut ploi torenţiale cu cantităţi de 10-83 mm. La Chişinău timp de 4,5 ore au căzut 57 mm de precipitaţii.

În raionul Rîşcani (potrivit datelor înregistrate la posturile hidrometeorologice Costeşti, Rîşcani, Dumeni) pe parcursul nopţii au căzut 140-160 mm, sau 2,5-3,0 norme lunare, ceea ce în medie se semnalează o dată în 8-10 ani. Cea mai mare cantitate de precipitaţii a fost înregistrată la postul hidrologic Corpaci din raionul Edineţ – 180 mm (3,5 norme lunare), ceea ce în luna august pe teritoriul Moldovei se semnalează pentru prima dată pentru toată perioada de observaţii instrumentale.

În perioada 23-27 iulie 2008 pe o mare parte a Republicii Moldova au căzut ploi torenţaile puternice şi abundente, când pierderile materiale directe au constituit 143 mln. lei. În partea de nord a republicii pe parcursul perioadei 23-25 iulie au căzut 54-68 mm timp de 12 ore. În unele raioane cantitatea de precipitaţii căzute în

72 de ore a atins 140 mm. De asemenea, în această perioadă s-au înregistrat ploi puternice în Ucraina, fenomen care a dus la formarea în bazinele rîurilor Nistru şi Prut a unei viituri pluviale rar întâlnite.

În perioada mai-iulie 2010 pe teritoriul Republicii Moldova au căzut cantităţi foarte mari de precipitaţii sub formă de ploi torenţiale puternice, prejudiciile materiale directe au constitui 180 mln. lei.

De exemplu, în perioada 1 mai-15 iulie 2010 cantitatea precipitaţiilor căzute pe o mare parte a teritoriului ţării a constituit 200- 400 mm sau 50-80% din norma anuală, depăşind de 1,5-2 ori media multianuală pentru aceasta perioadă de timp şi se semnalează în medie o dată în 20-50 ani.

Izolat, în unele localităţi din nordul şi centrul republicii (Briceni, Şirăuţi, Soroca, Rîşcani, Costeşti, Camenca, Rîbniţa, Costeşti, Hruşca şi Cărpineni), cantitatea de precipitaţii căzută a fost şi mai mare, atingînd la Edineţ 471 mm (292% din norma acestei perioade), ceea ce se semnalează în această localitate pentru prima dată în toată perioada de observaţii instrumentale.

Concluzii. În baza studiului efectuat pot fi evidențiate mai multe concluzii.

1. Pentru teritoriul Republicii Moldova cazurile cu precipitaţii maxime diurne ≥30 mm şi ≥50 mm înregistrate la cele 13 staţii meteorologice menționate în text, indică că acestea sunt frecvente și repartizate relativ uniform pe teritoriul țării, constituind în sezonul cald pentru perioada anilor 1985-2015 respectiv 442 și 146 de cazuri.

2. Numărul de cazuri cu cantităţi de precipitaţii ≥100 mm şi ≥ 150 mm în perioada analizată (1985-2015) a fost destul de mic și au constituit pe teritoriul republicii, respectiv 7 și 3 cazuri.

3. În perioada de studiu pe teritoriul Republicii Mldova cele mai mari riscuri au prezentat ploile torenţiale din anii 1994, 2005, 2008 și 2010 manifestările cărora asupra diferitelor sectoare ale economiei naționale au fost catastrofale, înregistrând prejudicii enorme.

Referințe bibliografice:

1. Boian Ilie. Climatologia Republicii Moldova (suport de curs), Univ. Acad., de Ştiinţe a Moldovei – Ch. Biotehdesign, 2015. 312 p.

2. Bogdan, Octavia, Marinică, I., Hazarde meteo-climatice din zona temperată. Factori genetici şi vulnerabilitate cu aplicaţii la România, Editura "Lucian Blaga", Sibiu, 2007.

3. Domenco R., Riscuri pluviale din sezonul cald pe teritoriul Republicii Moldova, Materialele Conferinţei Ştiinţifice cu participare Internaţională, Biodiversitatea în contextul schimbărilor climatice. Chişinău, 2016, p. 126-129.

4. Nedealcov M. Resurse agroclimatice în contextul schimbărilor de climă. Chișinău, 2012. 306 p.

IMPACTUL SECETELOR ÎN CONTEXTUL DEZVOLTĂRII DURABILE A AGRICULTURII REPUBLICII MOLDOVA

VELIŞCO VIORICA
Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir", Republica Moldova

Introducere. Seceta în Republica Moldova este unul dintre cele mai periculoase fenomene ale naturii, reprezentând trăsătura specifică a climei regionale, condiţionate de distribuţia neuniformă în timp şi spaţiu a precipitaţilor atmosferice pe fondul valorilor ridicate ale temperaturii aerului.

Producţia vegetală variază an de an, fiind influenţată semnificativ de fluctuaţiile condiţiilor climatice şi în special de producerea evenimentelor meteorologice extreme. Variabilitatea climatică influenţează toate sectoarele economiei, dar cea mai vulnerabilă rămâne agricultura, iar impactul asupra acesteia este mai pregnant în prezent, deoarece schimbările şi variabilitatea climatică se manifestă din ce în ce mai accentuat.

Republica Moldova este o ţară extrem de vulnerabilă la modificarea climei cu toate efectele ei negative. Conform Comunicărilor Naţionale Trei (2013) şi Patru (2018) ale Republicii Moldova către Convenţia-cadru a Organizaţiei Naţiunilor Unite cu privire la schimbarea climei Trei (2013) și Patru (2018), se prevede că în viitor impactul schimbărilor climatice asupra diferitor aspecte economice, sociale şi de mediu se va intensifica [2,3]. Evaluările arată că deficitul de precipitaţii atmosferice este specific practic pentru tot teritoriul republicii.

Materiale și metode. Pentru realizarea studiului dat au fost utilizate datele din arhivele: Serviciului Hidrometeorologic de Stat; Serviciului Protecţiei Civile şi Situaţiilor Excepţionale; Ministerului Agriculturii și Industriei Alimentare; Biroului Naţional de Statistică. În procesul de elaborare a studiului au fost utilizate următoarele metode: matematico-statistice; analiză şi sinteză; inducție și deducție; geografică etc.

Rezultate și discuții. Consecinţele secetei sunt determinate atât de gradul intensităţii, duratei, cât şi de suprafaţa afectată. După intensitate se deosebesc mai multe tipuri de secete (foarte puternice, puternice, moderate, slabe).

Secete foarte puternice se semnalează în anii, când în perioada de vegetaţie cad precipitaţii mai puţin de 50% din normă, iar temperatura medie a aerului întrece media climatică cu 3-4°C. *Secetele puternice* au loc atunci, cînd cantitatea de precipitaţii constituie 60-70% din normă, iar temperatura medie a aerului în această perioadă întrece norma cu 2°C. *Secetele moderate* se semnalează în acei ani cînd cad 70-80% din norma de precipitaţii iar anomalia pozitivă a temperaturii alcătuieşte 1,0-1,5°C [6].

La creşterea gradului de intensitate a secetei, fiecare component din complexul de factori naturali sau antropici participă cu o pondere diferenţiată, în raport de anotimp, de faza de vegetaţie, de lucrările agrotehnice etc.

Secetele tot mai frecvente şi mai intensive din ultimii 25 de ani, conform constatărilor specialiştilor, sunt un răspuns evident la schimbările climatice regionale, şi în primul rând din cauza procesului de încălzire şi aridizare a climei regionale.

Aşa, în perioada anilor 1990-2015 pe teritoriul republicii s-au înregistrat 13 ani (1990, 1992, 1994, 1996, 1999, 2000, 2001, 2003, 2007, 2009, 2011, 2012, 2015) cu secete de diferită intensitate, care au dus la scăderea semnificativă a recoltei culturilor agricole. În anii 1990, 1992, 2003, secetele s-au prelungit pe parcursul întregii perioade de vegetaţie (lunile IV - IX), în restul anilor secetele s-au semnalat mai mult vara şi la începutul toamnei.

Serviciul Hidrometeorologic de Stat din Republica Moldova, pe baza analizei detaliate după ani a coeficientului hidrotermic (CHT), a stabilit că valoarea CHT ≥1,0 caracterizează o *umiditate suficientă*, CHT ≤0,7 indică *o climă secetoasă*, CHT = 0,6 o *secetă uşoară*, CHT ≥0,5 o *secetă puternică* şi *foarte puternică*.

La creşterea gradului de intensitate a secetei, fiecare component din complexul de factori naturali sau antropici participă cu o pondere diferenţiată, în raport de anotimp, de faza de vegetaţie, de lucrările agrotehnice etc. Deficitul de precipitaţii şi repartiţia foarte neuniformă a lor condiţionează secete frecvente şi intensive.

Secetele tot mai frecvente şi mai intensive din ultimii 25 de ani, conform constatărilor specialiştilor, sunt un răspuns evident la schimbările climatice regionale, şi în primul rând din cauza procesului de încălzire şi aridizare a climei regionale.

Secetele ce cuprind o suprafaţă de până la 10% din teritoriul Moldovei au fost evaluate drept locale; 11-20% se consideră – vaste; 21-30% – foarte vaste; 31-50% – extreme, iar mai sus de 50% se apreciază ca secete catastrofale, deoarece cauzează pierderi mari economiei naţionale [5].

Pentru teritoriul Moldovei în anotimpul de primăvară predomină secetele vaste şi catastrofale, vara mai frecvent se manifestă secetele extreme, iar toamna o frecvenţă mare o au secetele catastrofale [6]. Astfel, secetele din anii 1994, 2007, 2012 şi 2015 s-au evaluat ca cele mai puternice din punct de vedere a intensităţii şi catastrofale după suprafaţa ocupată.

Seceta catastrofală din anul 1994 pe teritoriul Republicii Moldova s-a manifestat pe parcursul întregii perioade calde. În anotimpul de primăvară 87% din teritoriul republicii a fost afectat de secetă cu un grad de intensitate puternică şi foarte puternică. Vara dinamica condiţiilor hidrometeorologice a contribuit la diminuarea suprafeţei ocupate de fenomenul dat până la 40% din teritoriu, iar în lunile de toamnă seceta a cuprins întregul teritoriu. Aproximativ 70% din suprafaţa republicii a fost afectată de secetă foarte puternică, valorile coeficientului

hidrotermic (CHT) erau mai joase de 0,3, ceea ce a cauzat pagube mari economiei naţionale (peste 1 miliard de lei).

Seceta catastrofală din anul 2007 pe teritoriul Republicii Moldova a început practic din toamna anului 2006. Situaţia s-a agravat la maximum în perioada mai – iulie 2007, când cantitatea de precipitaţii a alcătuit doar 30% din normă. Intervalul neîntrerupt fără precipitaţii în perioada menţionată a variat în limitele a 28-73 zile, iar numărul de zile cu umiditatea relativă a aerului ≤ 30% a constituit în teritoriu 55-78 zile, depăşind de 3-4 ori norma climatică [1].

Cel mai mult a avut de suferit sectorul agroindustrial. Conform informaţiei oficiale a Ministerului Agriculturii şi Industriei Alimentare, recolta medie a grâului de toamnă pe republică în anul 2007 a constituit 15,3 ch/ha, fiind de 2 ori mai scăzută faţă de mărimea medie a roadei prognozate şi mai scăzută cu 10-11 ch/ha decât roada medie pentru ultimii 10 ani [4].

Recolta principalelor culturi agricole târzii (porumb, floarea soarelui, sfecla de zahăr, tutun, pomi fructiferi) a fost compromisă în cea mai mare parte, iar întreprinderile sectorului menţionat au rămas fără materie primă. Seceta catastrofală din anul 2007 a afectat peste 80% din teritoriul republicii şi a constituit una din cele mai severe secete de pe teritoriul Republicii Moldova.

După principalii indici agrometeorologici această secetă a întrecut chiar şi seceta din anul 1946, aducând prejudicii economiei naţionale în sumă de peste 1 miliard de dolari americani.

Seceta catastrofală din vara anului 2012. Anul respectiv a fost în mare parte mai cald decât în mod obişnuit şi cu cantitatea anuală de precipitaţii în limitele normei, dar repartizate foarte neuniform pe parcursul anului.

Deosebit de caldă şi uscată a fost perioada iunie-septembrie, când s-a semnalat o secetă catastrofală după arealul afectat şi foarte puternică după intensitate, cu consecinţe grave pentru multe sectoare ale economiei naţionale, dar în primul rând cu mari pierderi de producţie agricolă.

Temperatura maximă absolută a aerului pentru prima dată din toată perioada de observaţii instrumentale în Republica Moldova a atins +42,4ºC (Făleşti, 7 august), fiind cu 0,9ºC mai ridicată faţă de valoarea maximă absolută, înregistrată anterior (+41,5ºC în a. 2007).

În perioada iunie – decada a doua a lunii septembrie au căzut doar 80-150 mm (30-65% din norma acestei perioade). La suprafaţa solului în vara anului 2012 temperatura maximă a atins valori de +71ºC (SM Cornești, iulie), ceea ce se semnalează în medie o dată la 30 de ani.

Numărul de zile cu temperatura maximă a aerului de +30ºC şi mai ridicată pentru sezonul de vară a constituit 39-62 zile (norma constituie 8-27 zile), fiind semnalat pentru prima dată din toată perioada de observaţii instrumentale [1].

Cantitatea precipitațiilor căzute în teritoriul țării pe parcursul perioadei de vară a constituit, în fond, 70-145 mm (35-70% din normă), valori semnalate în medie o

dată în 5-15 ani. Numărul total al zilelor fără precipitaţii pe parcursul sezonului a atins în teritoriu 60 de zile, iar cea mai lungă perioadă neîntreruptă cu aşa condiţii a fost de 26 zile (Leova). Vreme cu regim termic şi pluviometric similar în sezonul de vară s-a semnalat în anul 2007 [1].

Conform informaţiei oficiale a Ministerului Agriculturii şi Industriei Alimentare, recolta medie pe ţară a grîului de toamnă a fost de 17 ch/ha, cu 5 ch/ha mai scăzută faţă de recolta medie pentru ultimii 10 ani şi cu 13 ch/ha mai mica faţă de recolta anului 2011. La porumb recolta medie a fost de 10 ch/ha, cu 20 ch/ha mai scăzută faţă de media recoltei din ultimii 10 ani şi respectiv cu 27 ch/ha mai mica faţă de anul 2011.

La floarea-soarelui recolta medie pe ţară a fost de 10 ch/ha, cu 3 ch/ha mai joasă faţă de media recoltei din ultimii 10 ani şi respectiv cu 7 ch/ha mai scăzută faţă de anul 2011. Recolta medie pe ţară la sfecla de zahăr a fost de circa 200 ch/ha, fiind mai mica faţă de media din ultimii 10 ani cu 55 ch/ha şi respectiv mai joasă faţă de anul 2011 cu 70 ch/ha [4].

Pierderile în agricultura naţională au constituit cca 3 miliarde lei moldoveneşti, din care 2,5 miliarde lei în sectorul fitotehnie şi 0,5 miliarde lei – în horticultură.

Seceta catastrofală din vara anului 2015. Vara anului 2015 s-a manifestat prin vreme foarte caldă şi lipsa ploilor regionale, precipitaţiile având un caracter preponderent local.Temperatura medie a aerului pentru acest sezon a constituit în teritoriu +21,6..+23,8ºC, fiind cu 2,2-3,3ºC mai ridicată faţă de normă, ceea ce se semnalează în medie o dată în 15-30 ani pentru toată perioada de observaţii, iar în ultimii 20 de ani – în medie o dată în 5-7 ani [1].

Temperatura maximă a aerului pe parcursul sezonului a urcat până la +38,3ºC (august, SM Camenca). Numărul de zile cu temperatura maximă a aerului de ≥+30ºC în decursul sezonului a constituit în teritoriu 36-55 zile, norma fiind de 8-27 zile, ceea ce se semnalează în medie o dată în 15-20 ani. Numărul de zile cu temperatura aerului de ≥+35ºC a constituit pe teritoriul republicii în fond 8-21 zile, norma fiind de 1-2 zile, ceea ce se semnalează în medie o dată în 15-25 ani.

Cantitatea de precipitaţii în decursul verii pe 60% din teritoriul republicii a constituit în fond 80-160 mm (40-70% din normă). Izolat în raioanele de nord şi centrale ale ţării au căzut doar 50-70 mm (20-30% din normă), ceea ce în aceste regiuni se semnalează pentru prima dată din toată perioada de observaţii instrumentale sau în medie o dată la 25-30 ani [1].

Conform informaţiei oficiale a Ministerului Agriculturii şi Industriei Alimentare, seceta din anul 2015 a redus parţial recolta la cerealele de grupa I-a (cu circa 25% faţă de roada medie din anul 2014) şi a contribuit la scăderea semnificativă a roadei culturilor de grupa a II-a (cu circa 30-40%). Astfel, pierderile directe în sectorul agricol la aceste două grupe de culturi cerealiere au constituit peste 3 miliarde lei.

De asemenea, recolta medie pe republică în anul 2015 la grâul de toamnă a constituit 2,7 t/ha, orzul de toamnă – 2,5 t/ha, orzul de primăvară – 2,2 t/ha, rapiţa – 1,8 t/ha, floarea-soarelui - 1,2 t/ha, porumbul pentru boabe – 2,3 t/ha şi mazărea – 1,5 t/ha [4].

Seceta din anul 2015 confirmă, o data în plus nivelul insuficient de adaptare a agriculturii Republicii Moldova la condiţii de secetă, care tot mai frecvent şi cu o intensitate sporită afectează sectorul agrar în ultimii ani.

Secetele şi dezvoltarea durabilă a sectorului agricol. Agricultura joacă un rol important în economia Republicii Moldova, mai cu seamă în ceea ce priveşte ocuparea forţei de muncă şi extinderea exporturilor. În ultimii ani agricultura contribuie în mediu cu circa 12-14% la PIB, iar peste 30 la sută din populaţia rurală activă este antrenată în sectorul agricol.

Intensitatea şi frecvenţa sporită a secetelor, de rând cu alte hazarduri ca inundaţiile, grindina şi îngheţurile, au un impact negativ asupra dezvoltării durabile a agriculturii republicii. Impactul negativ al secetei influenţează enorm asupra condiţiilor de trai ale populaţiei rurale.

Secetele din ultimii ani, analizate mai sus, confirmă o data în plus nivelul insuficient de adaptare a agriculturii Republicii Moldova la condiţii de secetă. Secetele conduc la degradarea solului şi reducerea resurselor de apă, reprezentând o ameninţare majoră pentru durabilitatea resurselor funciare şi de apă, şi pot reduce capacitatea agriculturii Republicii Moldova de a se adapta cu succes la schimbarea climei.

Cele mai vulnerabile specii cultivate sunt culturile cerealiere şi prăşitoare, deficitul de apă din anotimpul de vară, care coincide cu perioada cerinţelor maxime de apă, determinând scăderi importante de producţie. În acest sens se impune o nouă reorientare în structura culturilor agricole, respectiv varietăţi cu o toleranţă ridicată faţă de temperaturile ridicate şi stresul hidric generat de lipsa apei.

Măsurile şi oportunităţile pentru reducerea efectelor condiţiilor limitative de vegetaţie determinate de secete sunt:

- restabilirea si dezvoltarea in continuu a suprafeţelor de irigare prin: a) revitalizarea sistemelor disponibile de irigaţie şi majorarea suprafeţelor irigabile prin picurare, îndeosebi la plantele multianuale; b) sporirea numărului de bazine acvatice artificiale pentru colectarea apelor.
- selectarea de genotipuri rezistente la condiţiile limitative de vegetaţie, cu o toleranţă ridicată la "arşiţă"şi secetă;
- utilizarea eficientă a nutrienţilor pentru plante;
- cultivarea unui număr mai mare de varietăţi/genotipuri, respectiv soiuri/hibrizi, în fiecare an agricol, cu perioada de vegetaţie diferită, pentru o mai bună valorificare a condiţiilor climatice, îndeosebi regimul de umiditate şi eşalonarea lucrărilor agricole;

- implementarea sistemelor agricole avansate de cultivare a plantelor: agricultură durabilă, agricultură ecologică, agricultură conservativă, inclusiv a tehnologiilor No-till și Mini-till;
- împădurirea şi refacerea aranjamentelor agrosilvice şi fito-ameliorative;
- fortificarea proceselor de consolidare a terenurilor agricole parcelate.

Concluzii

În baza studiului efectuat pot fi evidențiate mai multe concluzii.

1. Seceta în Moldova este unul dintre cele mai periculoase fenomene ale naturii, reprezentând trăsătura specifică a climei regionale, condiţionate de distribuţia neuniformă în timp şi spaţiu a precipitaţilor atmosferice pe fondul valorilor ridicate ale temperaturii aerului.

2. Producţia vegetală în Republica Moldova variază an de an, fiind influenţată semnificativ de fluctuaţiile condiţiilor climatice şi în special de producerea evenimentelor meteorologice extreme.

3. Seceta catastrofale din anii 1994, 2007, 2012 şi 2015 au afectat peste 80% din teritoriul republicii. Pierderile în agricultura națională au constituit miliarde de lei.

4. Efectele complexe ale schimbărilor climatice asupra agriculturii fundamentează necesitatea procesului decizional privind reducerea riscurilor în vederea menţinerii standardelor adecvate ale recoltelor şi a favorizării agriculturii durabile.

Referințe bibliografice:

1. Arhiva de date climatice și agrometeorologice, Serviciul Hidrometeorologic de Stat, Chișinău.

2. Comunicarea Naţională Trei a Republicii Moldova elaborată în cadrul Convenţiei-cadru a Organizaţiei Naţiunilor Unite privind schimbarea climei. Ministerul Mediului al Republicii Moldova / Programul Naţiunilor Unite pentru Mediu. - Ch.: „Imprint Plus” SRL, 2013 - 413 p.

3. Comunicarea Națională Patru a Republicii Moldova elaborată pentru a fi raportată către Convenția-cadru a Organizației Națiunilor Unite cu privire la schimbarea climei. / Ministerul Agriculturii, Dezvoltării Regionale și Mediului al Republicii Moldova / Programul Națiunilor Unite
pentru Mediu. - Ch.: SRL „Bons Offices”, 2018 – 478 p.

4. Date statistice ale Biroului Naţional de Statistică.

5. Hazardurile naturale / aut. coord.:Valeriu Cazac, Ilie Boian, Nina Volontir; red. şt. coord.: Ilie Boian. Ch.: Î.E.P. Ştiinţa, 2008. 208 p.

6. Monitoringul climatic şi secetele/ M. Daradur, V. Cazac, C. Mihailescu, I. Boian. – Ch.: S.n., 2007. –184 p.–ISBN978-9975-9632-1-3.