

**UNIVERSITATEA ACADEMIEI DE ȘTIINȚE A MOLDOVEI**

**ȘCOALA DOCTORALĂ MATEMATICĂ ȘI ȘTIINȚA INFORMAȚIEI**

**ȘCOALA DOCTORALĂ ȘTIINȚE FIZICE**

**ȘCOALA DOCTORALĂ ȘTIINȚE CHIMICE ȘI TEHNOLOGICE**

**ȘCOALA DOCTORALĂ ȘTIINȚE BIOLOGICE**

**ȘCOALA DOCTORALĂ ȘTIINȚE GEONOMICICE**

***TENDINȚE CONTEMPORANE ALE  
DEZVOLTĂRII ȘTIINȚEI: VIZIUNI ALE  
TINERILOR CERCETĂTORI***

**Volumul I**

***Conferința Științifică a Doctoranzilor  
(cu participare internațională), ediția a VI-a  
Chișinău, 15 iunie 2017***

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 Academiei de Științe a Moldovei (proces-verbal nr. 3 din 9 iunie 2017)

### **COMITETUL ȘTIINȚIFIC**

Acad. Maria DUCA – președinte

acad. Valeriu RUDIC, acad. Mitrofan CIOBANU, acad. Mihai CIMPOI,  
mem. cor. Ion GUCEAC, dr. hab. Veaceslav URSACHI,  
dr. hab. Svetlana COJOCARU, dr. hab. Aculina ARÎCU,  
dr. hab. Alexandru STRATAN, dr. hab. 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**

**Responsabilitatea asupra conținutului revine în exclusivitate autorilor  
© Universitatea Academiei de Științe a Moldovei, 2017**

## Cuprins

<b>Școala doctorală matematică și știința informației</b> .....	7
Budanaev Ivan. <i>Parallel Decompositions and the Weighted Mean of a Pair of Strings</i> .....	7
Caftanator Olesea. <i>Evaluarea interfețelor afective pentru softurile educaționale</i> .....	11
Dascalescu Anatoli. <i>Center conditions for a cubic differential system with a bundle of two invariant straight lines and one invariant cubic</i> .....	20
Diduric Natalia. <i>CI-Quasi grupuri</i> .....	25
Knignitska Tatiana. <i>Cluster analysis in data mining</i> .....	30
Neagu Natalia. <i>Condiții invariante de stabilitate a mișcărilor ne perturbate pentru sistemul diferențial cu nelinearități cubice în cazul critic</i> .....	35
<b>Școala doctorală științe fizice</b> .....	<b>40</b>
Caloșin Danila. <i>Dirijarea cu convertizorul de frecvență bazat pe tehnologia IPC</i> .....	40
Ceban Victor. <i>Collective effects in phonon generation with artificial atoms</i> . 45	
Curmei Nicolai. <i>Particularitățile formării stratului intermediar SiO<sub>2</sub> în structurile ITO/n-Si</i> .....	49
Gherghișan Igor. <i>Thermoelectric properties of topological insulators Bi<sub>2</sub>Te<sub>3</sub> Layers</i> .....	55
Golub Irina. <i>Conexiune electrică de frecvență alternativă (CEFA)</i> .....	58
Hajdeu-Chicaroș Elena. <i>Mecanismul conductibilității prin salt de tip mott în monocristalele de Cu<sub>2</sub>ZnGeS<sub>4</sub> cu structura de tip tetragonală și ortorombică</i> .....	62
Ivanskyi Dmytro. <i>Motion of birefringent microobject under the condition of total internal reflection</i> .....	68
Kazak Natalia. <i>Contribuții privind modificarea suprafețelor oțelului inox și al aliajului de titan ot4 la alierea prin scânteii electrice cu electrozi din grafit și metale tranzitorii din grupele iv-vi a sistemului periodic</i> .....	73
Mîrzac Alexandra. <i>Resonance fluorescence spectrum in pumped molecular systems with permanent dipole</i> .....	79
Oloinic Tatiana. <i>Dinamica neliniară a laserelor cu puncte cuantice sub influența feedback-ului multiplu. aplicații</i> .....	84
Popa Mihaela. <i>Bioceramice în bază de hidroxiapatită – biosticlă – material nou avansat pentru aplicații în medicină</i> .....	88

Vieru Dmitrii. <i>Influența calității energiei electrice asupra apariției incendiilor în rețelele electrice de joasă tensiune pe teritoriul Republicii Moldova</i> .....	93
Vutcariova Irina. <i>Tratarea zerului concentrat prin electroliză</i> .....	99
<b>Școala doctorală științe chimice și tehnologice</b> .....	<b>103</b>
Bilan Dmitrii. <i>Sinteza și investigarea proprietăților compușilor fotosensibili pe baza azocoloranților cu fragment indolic</i> .....	103
Blaja Svetlana, Camarano Antonio. <i>Effect of vacuum on microstructure and mechanical properties of silicon carbide produced by reactive infiltration</i> .....	107
Cuba Lidia. <i>Synthetic, spectroscopic and structural studies of coordination compound of Ni(II) witho-vanillin semicarbazone</i> .....	111
Gînsari Irina. <i>Analiza spectrală în domeniul IR a cărbunelui activ modificat cu clor</i> .....	116
Gîrbu Vladilena. <i>Procese radicalice inițiate de lumina vizibilă</i> .....	120
Lungu Lidia. <i>Sinteza compușilor bisnorlabdanici cu fragmente 1,3-tiazolice, cu potențială activitate biologică</i> .....	126
Petrov Natalia. <i>Obținerea și caracterizarea extractelor din deșeuri forestiere</i> .....	130
Zveaghințeva Marina. <i>Sinteza într-o singură etapă (e) -3- (1-amino-2-oxo-2-feniletiliden) indolin-2-onă din (e) -3- (2-oxo-2-feniletiliden) indolin-2-onă</i> .....	135
<b>Școala doctorală științe biologice</b> .....	<b>139</b>
Andriș Andrei, Pinzariu Cristian, Le-Tilly Veroniqu, Le Grand Adelaïde, Sire Olivier, Gruia Romulus, Mărculescu Angela. <i>Inhibitory effect of cinnamomum cassia essential oil and his components on different microorganisms</i> .....	139
Antioch Iulia, Ciobica Alin. <i>Is oxytocin involved in schizophrenia-pain interactions?</i> .....	145
Antioch Iulia, Ciobica Alin. <i>Depression and anxiety versus pain- could oxytocin play a role?</i> .....	151
Bîrsa Maxim, Bereziuc Yulia, Vasiliuc Anastasia. <i>Streptomycetes of Moldova soils as potential agents of biocontrol of phytopathogenic fungi</i> .....	156
Beșliu Alina. <i>Evaluarea influenței nanoparticulelor oxidului de fier asupra caracterilor morfologice a tulpinii de levuri rhodotorula gracilis cmmn-y-30</i> .....	161
Bogații Dinu. <i>Distribuția faunei bentonice în gârla „Iagorlic”</i> .....	166
Bogdan Nina. <i>Goat milk – actual direction in dairy industry</i> .....	171
Boicu Adriana. <i>Evaluarea virulenței Orobancha cumana la stadiul timpuriu post-vascular de dezvoltare</i> .....	176

Caldari Vladislav. <i>Diversitatea chiropterelor în ecosistemele de pădure din zona centrală a Republicii Moldova</i> .....	183
Certan Corina, Bulimaga Constantin, Grabco Nadejda. <i>Studiul privind procesul de restabilire a ecosistemului degradat din cariera „Lafarge Ciment” (Moldova S.A) or. Rezina</i> .....	187
Cheptinari Valeria. <i>Reevaluarea particularităților etologice a imago Heliiothis Armigera în dependență de fazele fenologice a dezvoltării culturii de soia</i> .....	192
Chiselița Natalia. <i>Procedeu de stimulare a sintezei <math>\beta</math>-glucanilor la tulpina de levuri saccharomyces cerevisiae CNMN-Y-20</i> .....	196
Ciorchină Maxim. <i>Substanțele noi cu proprietăți psihoactive, o provocare pentru specialiștii din Republica Moldova</i> .....	201
Cîrlig Natalia, Teleuță Alexandru. <i>Macroelementele și microelementele determinate în masa uscată de Polygonum Sachalinense F. Schmidt</i> .....	203
Cuțitaru Doina. <i>Originea, particularitățile biologice ale speciei Linum Usitatissimum l. și potențialul ei de utilizare în condițiile Republicii Moldova</i> .....	207
Didilică Ina. <i>Spectrul aminoacizilor liberi din plasma seminală de cocoș sub influența remediilor biologice active</i> .....	211
Dubălari Alexandru. <i>Derularea spermatogenezei în funcție de proprietățile barierei hematotesticulare</i> .....	215
Fiodorov Nicolai. <i>Particularități ale evoluției spermatocitogenezei în diverse perioade de devoltare a organismului</i> .....	220
Ghereg Melania. <i>Metode de aseptizare a materialului vegetal a unor specii din familia Amaryllidaceae</i> .....	226
Luca Loredana-Mariana. <i>Corelația dintre examenul organoleptic și proprietățile de textură ale produselor tradiționale</i> .....	231
Luca Loredana-Mariana. <i>Analiza senzorială a proprietăților de textură la produsele alimentare ecologice din România</i> .....	235
Matran Irina Mihaela, Adrian Cioca, Dan Lucian Dumitrașcu. <i>Alimente pentru boli digestive cronice</i> .....	240
Mogîlda Anatolii. <i>Sesamum Indicum – potențialul biologic și domeniile de utilizare</i> .....	245
Niță Delia Alexandra. <i>Analiza stresului oxidativ indus in vivo de quantum dots de siliciu la nivel hepatic</i> .....	249
Tabacari Ruslan. <i>Evaluarea producției soiului de grâu de toamnă "Blagodarka Odessaia" în experiențe polifactoriale</i> .....	253
Tabără Olesca. <i>Evaluarea expresie genelor implicate în formarea barierelelor mecanice ca răspuns la acțiunea factorilor biotic</i> .....	258
Tabără-Gorceag Maria. <i>Înființarea unei colecții de goji pe teritoriul Grădinii Botanice (I) AȘM</i> .....	264

Visternicean Elena. <i>Rolul polimorfismelor genetice MTHFR C677T, MTHFR A1298C, MTR A2756G, MTRR A66G și homocisteinei în pierderea recurentă a sarcinii</i> .....	268
Vorona Valentina. <i>Degradarea microbiană a poluanților organici persistenți</i> .....	274
<b>Școala doctorală științe geonomice</b> .....	<b>279</b>
Crivova Olga. <i>A complex approach to mean annual temperatures' evaluation in the plateau region</i> .....	279
Iațco Lilia. <i>Analiza complexității corelațiilor parametrilor hidrogeologici, hidrologici și meteorologici</i> .....	284
Manolache Cristian-Ionuț. <i>Mondializare și fotbal: geografia transferurilor fotbalistilor de elită în sezonul competițional 2014–2015</i> .....	294
Marola Diana Alexandra. <i>Vulnerabilitatea la inundații în sectorul inferior al Siretului (Cosmești-Galați)</i> .....	299
Mîndru Galina. <i>Starea actuală de cercetare privind expunerea teritoriului Republicii Moldova către anumite riscuri naturale (studiu bibliografic)</i> . 304	
Muscalu Ioana Monica. <i>Studiul degradărilor de teren în bazinul hidrografic izvorul muntelui din perimetrul satului Poiana Teiului</i> ....	309
Stănoiu Gabriel. <i>Dinamica recentă a suprafețelor ocupate cu păduri în munții Iezer</i> .....	313
Troian Sergiu. <i>Caracterizarea fondului imobiliar existent al Republicii Moldova, supus pericolului cutremurelor vrâncene</i> .....	317

**PARALLEL DECOMPOSITIONS AND  
THE WEIGHTED MEAN OF A PAIR OF STRINGS**

*BUDANAIEV IVAN*

*Institute of Mathematics and Computer Sciences of ASM*

**Introduction**

Let  $A$  be an alphabet and let  $L(A)$  be the set of all finite strings  $a_1 a_2 \dots a_n$  with  $a_1, a_2, \dots, a_{n-1}, a_n \in A$ . Let  $\varepsilon$  be the empty string. Consider the strings  $a_1 a_2 \dots a_n$  for which  $a_i = \varepsilon$  for some  $i \leq n$ , and denote by  $L^*(A)$  all strings of this form. It is obvious that  $L(A) \subset L^*(A)$ . If  $a_i \neq \varepsilon$ , for any  $i \leq n$  or  $n = 1$  and  $a_1 = \varepsilon$ , the string  $a_1 a_2 \dots a_n$  is called a canonical string. The set

$$\text{supp}(a_1 a_2 \dots a_n) = \{a_1, a_2, \dots, a_n\} \cap A$$

is the support of the string  $a_1 a_2 \dots a_n$ .

For the string  $a = a_1 a_2 \dots a_n$  we consider the proper length  $l^*(a) = n$ , and the length  $l(a) = |\{i: a_i \neq \varepsilon\}|$ . For two strings  $a_1 \dots a_n$  and  $b_1 \dots b_m$ , their product (concatenation) is  $a_1 \dots a_n b_1 \dots b_m$ .

If  $n \geq 2, i < n$ , and  $a_i = \varepsilon$ , then the strings  $a_1 \dots a_n$  and  $a_1 \dots a_{i-1} a_{i+1} \dots a_n$  are considered equivalent. In this case any string is equivalent to one unique canonical string. Two strings  $a$  and  $b$  are called equivalent, denoted  $a \sim b$ , if  $a$  and  $b$  are equivalent to the same canonical string. In this case,  $L(A)$  becomes a monoid with identity  $\varepsilon$ , whereas  $L^*(A)$  is a semigroup.

Our aim is to study the weighted means problem in the space of strings.

**Parallel decompositions**

Fix an alphabet  $A$  and  $\bar{A} = A \cup \{\varepsilon\}$ . Consider on  $\bar{A}$  the discrete metric  $\rho$ , where  $\rho(a, b) = 1$  for all distinct  $a, b \in \bar{A}$ . Define on  $L^*(A)$  the generalized Hamming distance  $\rho_H$ : if  $a = a_1 a_2 \dots a_n$  and  $b = b_1 b_2 \dots b_m$ , then

$$\rho_H = \Sigma\{\rho(a_i, b_i): i \leq \min\{n, m\}\} + |n - m|.$$

Now let  $\rho^*(a, b) = \inf\{\rho_H(a', b'): a' \sim a, b' \sim b\}$ . In

**Eroare! Fără sursă de referință.** the following assertions were proved:

$$\bullet \rho^*(a, b) = \min\{\rho_H(a', b'): a' \sim a, b' \sim b, l^*(a') = l^*(b')\}.$$

- $\rho^*$  is the Levenshtein metric on  $L(A)$ .
- $\rho^*$  is a pseudo-metric on  $L^*(A)$  with the properties:
  - $\rho^*(a, b) = 0 \Leftrightarrow a \sim b$
  - $\rho^*(a, b) = \rho^*(b, a)$
  - $\rho^*(a, c) \leq \rho^*(a, b) + \rho^*(b, c)$
  - $\rho^*(ac, bc) = \rho^*(ca, cb) = \rho^*(a, b)$ .

**Definition 2.1.** Let  $a, b \in L(A)$ . The pair  $a', b' \in L^*(A)$  is called:

- *parallel decompositions* of  $a, b$  if  $l^*(a') = l^*(b')$ ,  $a' \sim a$ ,  $b' \sim b$ ;
- *optimal parallel decompositions* of  $a, b$  if  $l^*(a') = l^*(b')$ ,  $a' \sim a$ ,  $b' \sim b$ , and  $\rho^*(a, b) = \rho_H(a', b')$ .

In **Eroare! Fără sursă de referință.** it was proved that the optimal parallel decompositions of  $a, b$  may be of form  $a' = v_1 u_1 v_2 u_2 \cdots v_k u_k v_{n+1}$ ,  $b' = w_1 u_1 w_2 u_2 \cdots w_k u_k w_{n+1}$ , where  $l^*(v_i) = l^*(w_i)$  for any  $i \leq n$ . In the case of optimal parallel decompositions we have

$$\rho^*(a, b) = \rho^*(a', b') = \Sigma\{\rho_H(v_i, w_i): i \leq n + 1\}.$$

### Main Results

The set  $M(a, b) = \{x \in L(A): \rho^*(a, b) = \rho^*(a, x) + \rho^*(x, b)\}$  is called the set of weighted means of strings  $a, b \in L(A)$ . Let  $M^*(a, b) = \{x \in L^*(A): \rho^*(a, b) = \rho^*(a, x) + \rho^*(x, b)\}$ . Our aim is to construct equivalent representations of the strings from  $M(a, b)$  with respect to the optimal parallel decompositions of  $a$  and  $b$ .

**Theorem 3.1.** *Any fixed optimal parallel decompositions of two given strings generate weighted means, simultaneously with their equivalent representations, which form optimal parallel decompositions with the fixed representations of the given strings.*

**Proof.** We will present proof by construction. Let  $a' = v_1 u_1 \cdots v_n u_n v_{n+1}$  and  $b' = w_1 u_1 w_2 u_2 \cdots w_n u_n w_{n+1}$  be the fixed optimal parallel decompositions of the strings  $a$  and  $b$ . We aim to construct strings of form  $m' = m_1 u_1 \cdots u_n m_{n+1}$  such that  $\rho^*(a', m') = \mu$ ,  $\rho^*(b', m') = d - \mu$ , where  $d = \rho^*(a', b')$  and  $\mu \in [0, d]$ . We will operate on substrings  $v_i$  and  $w_i$  of strings  $a'$  and  $b'$  to produce the substrings  $m_i$  of the weighted means  $m'$ .

Assume that substrings  $v$  and  $w$  (we drop the index for ease of notation) are of form  $v = y_1 y_2 \dots y_l$  and  $w = z_1 z_2 \dots z_l$ , where  $y_i \neq z_i$  and  $l$  is the



proper length of  $v$  and  $w$ . To construct a string  $x$  such that:

$$\rho^*(x, v) = k, \rho^*(x, y) = l - k, \text{ with } k \in [0, l], \quad (1)$$

we let  $x = x_1 x_2 \dots x_l$ , where:

- $x_i = z_i, i \in I_z = \{1 \leq j_1 < j_2 < \dots < j_k \leq l\}$ , or
- $x_i = y_i, i \in I_y = \{1 \leq j_1 < j_2 < \dots < j_{l-k} \leq l\}$  and  $i \notin I_z$ .

The number of such strings  $x$  generated by the above method equals to:

$$|M_v^*| = \sum_{k=0}^l l_k = 2^l. \quad (2)$$

Now that the substrings  $m_i$  of weighted means  $m'$  are generated, the string  $m'$  is formed by concatenation of the generated blocks  $m_i$  and common parts  $u_i$ . By construction, the following properties hold:

- Each pair of substrings  $v_i$  and  $w_i$  of optimal parallel decompositions generate  $2^l$  substrings  $m_i$ , which satisfy condition (1).
- Substrings  $u_i$  of  $m'$  keep the distances  $\rho^*(m', a')$  and  $\rho^*(m', b')$  invariant as they do not participate in generation process of  $m'$ .
- From the previous property and equation (2) it follows that the cardinal of the set of weighted means generated by the proposed method is:

$$|M^*| = \prod_{i=1}^{n+1} |M_{v_i}^*| = 2^d.$$

This completes the proof of the theorem. ■

**Remark 3.1.** *One can notice that the median of a pair of strings is a special case of the above theorem and can be constructed when the distance between strings is even.*

Further we present a couple of important results which will be used to prove the converse of Theorem 3.1. We start by giving the definition of *equivalent pairs* of strings and a lemma on atomic operations.

**Definition 3.1.** Two pairs of strings  $(a, b)$  and  $(c, d)$  are called equivalent, denoted by  $(a, b) \sim (c, d)$ , if  $a \sim c$  and  $b \sim d$ .

Using the properties of  $\rho^*$  stated in the previous section, we derive:

$$\rho^*(a, b) = \rho^*(a', b'), \text{ if } (a, b): (a', b'). \quad (3)$$

**Lemma 3.1.** *Let  $a$  and  $b$  be two strings such that  $b$  is produced by an atomic (single) edit operation on  $a$ . Then there exists a pair of strings of same proper length equivalent to  $(a, b)$ .*

**Proof.** Let string  $a$  be of form  $a = a_1 a_2 \dots a_n$ . If the edit operation is a delete operation on the  $i^{\text{th}}$  symbol in  $a$ , then  $b$  is of form  $b = a_1 a_2 \dots a_{i-1} a_{i+1} \dots a_n$ . We construct  $a' = a$  and  $b' = a_1 a_2 \dots a_{i-1} \varepsilon a_{i+1} \dots a_n$ . If the edit operation inserts symbol  $c$  on

position  $i$  in string  $a$ , then  $b = a_1 a_2 \dots a_{i-1} c a_i \dots a_n$ . In this case we put  $a' = a_1 a_2 \dots a_{i-1} \varepsilon a_i \dots a_n$  and  $b' = b$ . If the edit operation is a substitution operation, then we put  $a' = a$  and  $b' = b'$ . By construction, we have  $(a, b) \sim (a', b')$  and  $l^*(a') = l^*(b')$ . This completes the proof of lemma.

It is now easy to see that optimal parallel decompositions  $a', b'$  of strings  $a, b$  are generated by a series of atomic operations, and that  $(a', b') \sim (a, b)$ .

Next lemma demonstrates how to align two equivalent strings.

**Lemma 3.2.** *Let  $x$  and  $y$  be two equivalent strings. Then there exists a pair of equal strings equivalent to  $(x, y)$ .*

**Proof.** We present proof by construction. Below is the algorithm that constructs string  $z$ , such that  $(z, z) \sim (x, y)$ .

**Data:**  $x = x_1 x_2 \dots x_n, y = y_1 y_2 \dots y_m$ .

**Result:** String  $z$

$i := 1, j := 1;$

**while**  $(i \leq n)$  **or**  $(j \leq m)$  **do**

**if**  $x[i] = y[j]$  **then**

$z := z + x[i];$

$i := i + 1;$

$j := j + 1;$

**end**

**if**  $(x[i] = \varepsilon)$  **and**  $(y[j] \neq \varepsilon)$  **then**

$z := z + \varepsilon;$

$i := i + 1;$

**end**

**if**  $(y[j] = \varepsilon)$  **and**  $(x[i] \neq \varepsilon)$  **then**

$z := z + \varepsilon;$

$j := j + 1;$

**end**

**end**

This completes the proof of lemma.

We are now ready to state the converse of Theorem 3.1.

**Theorem 3.2.** *Any weighted mean of a fixed pair of strings is generated by some of their optimal parallel decompositions.*

**Proof.** We will use the method of proof by contradiction. Assume that any weighted mean  $c$  of a pair of strings  $a$  and  $b$  is generated by parallel decompositions  $x$  and  $y$  that are not optimal, i.e.  $\rho^*(x, y) > \rho^*(a, b)$ .

Let  $(a', c')$  and  $(c'', b'')$  be optimal parallel decompositions of strings  $(a, c)$  and  $(c, b)$  respectively. By virtue of Lemma 3.1 we have that  $(a', c') \sim (a, c)$  and  $(c'', b'') \sim (c, b)$ . Also, we have that strings  $c'$  and  $c''$  are equivalent. We use the algorithm from Lemma 3.2 to create the set of

operations on equivalent strings  $c'$  and  $c''$  to align them as string  $z$ . We then apply this set of operations on strings  $a'$  and  $b''$  to produce strings  $a^*$  and  $b^*$ . From Lemma 3.1 and Lemma 3.2 it follows that:

$$(a, c) \sim (a', c') \sim (a^*, z), \quad (c, b) \sim (c'', b'') \sim (z, b^*).$$

Using property (3) and the inequality of triangle we obtain that:

$$\rho^*(a^*, b^*) \leq \rho^*(a^*, z) + \rho^*(z, b^*) = \rho^*(a, c) + \rho^*(c, b) = \rho^*(a, b).$$

The last inequality contradicts our assumption of  $\rho^*(x, y) > \rho^*(a, b)$  for any  $x, y \in L^*(A)$ . The proof by contradiction is complete. ■

### References

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

## EVALUAREA INTERFEȚELOR AFECTIVE PENTRU SOFTURILE EDUCAȚIONALE

CAFTANATOV OLESEA

*Institutul de Matematică și Informatică al AȘM*

### Introducere

Având la bază rezultatele din psihologie și științele cognitive cu privire la importanța inteligenței emoționale în educație [1-3], cercetătorii au început să studieze aspectele emoționale dintr-o interfață afectivă adică dintr-un "design emoțional" [4-5]. Conceptul de "design emoțional" a fost introdus prima dată de către Donald Arthur Norman, director al laboratorului de design de la Universitatea din California, San Diego [6].

Alături de emoții, există de asemenea aspectele estetice, atractivitatea și frumusețea care influențează, la rândul său, utilizarea atât a produselor software educaționale, cât și celor de altă natură. În opinia lui D.A.Norman, lucrurile atractive lucrează mai bine împreună, această axiomă fiind demonstrată prin mai multe experimente.

Spre exemplu, la începutul anilor 1990, doi cercetători japonezi Masaaki Kurosu și Kaori Kashimura au studiat aspectul atractiv în funcționarea ATM-urilor (bancomatelor), care permiteau să îndeplinească sarcini bancare simple. Experimentul organizat de acești doi cercetători consta în crearea unor bancomate care ar avea numărul de butoane indentince, la fel și funcții idendice, unica diferență fiind amplasarea butoanelor și modul de afișare a informației pe ecran. Adică, pe de o parte, s-a pledat pentru un design

atractiv, pe de altă parte - nu. Rezultatul acestui experiment a fost surprinzător, constatându-se că chiar și în cazul realizării acestor funcții de rutină, interfața a jucat un rol important, făcând ca ATM-urile atractive să fie percepute drept mai simple în operare și înregistrând o utilizare a lor mai frecventă [7].

Pornind de la ideea lui Noman că lucrurile atractive lucrează mai bine împreună, ne-am formulat întrebarea: care din elementele de design din softurilor educaționale sunt atractive pentru copii? În scopul identificării acestor elemente s-au efectuat cercetări de analiză și în baza lor s-a creat un prototip de soft educațional. Ulterior acest soft educațional împreună cu alte 4 softuri existente au fost evaluate în urma unei testări de către un grup de elevi din clasele gimnaziale.

### **Studii similare**

Pe parcursul analizei literaturii din domeniu s-a constatat că au fost elaborate diverse testări cu abordări similare [8-10]. Desigur, s-au luat în considerație și lucrările destinate principiilor de proiectare a web designului afectiv și nu numai [11-19], însă s-a observat că accentul a fost pus pe preferințele persoanelor adulte. Totodată merită de atenționat că în ultimul deceniu milioane de copii utilizează internetul, astfel încât ei au devenit o nouă țintă a web designerilor. Există o serie de elemente de machetare și design [20] reușite precum și mai puțin reușite, prezentate pe site-urile destinate copiilor care sunt demne de discuții și analize. Multe site-uri web, ce vizează în mod special copiii, au conținut educațional sau de divertisment, iar site-urile web tradiționale au adesea secțiuni specifice destinate copiilor, având ca scop fie promovarea unui serviciu public, fie pentru a asigurarea loialității de la o vârstă fragedă.

În ciuda acestei creșteri a numărului de utilizatori și servicii, se știe puțin despre modul în care copiii utilizează de fapt site-urile web sau despre faptul, cum să proiecteze site-uri care vor fi ușor de utilizat. Designul softurilor pentru copii se bazează, de obicei, exclusiv pe folclorul despre modul în care se presupune că se comportă copiii sau pe observările asupra propriilor copii [21]. În cercetarea noastră unul din obiective este proiectarea platformei, care ar analiza comportamentul copiilor și ar propune un model de instruire conform preferințelor individuale, orientându-ne la studiul cursului gimnazial de matematică. În acest scop, la etapa inițială se propune achiziționarea cunoștințelor despre preferințele copiilor în procesul utilizării diverselor softuri educaționale.

Proiectarea unui soft educațional pentru copii este practic cu totul diferită de proiectarea unui soft pentru adulți, deoarece spre deosebire de adulți copii în principiu caută informații în mare măsură ce ține de distracții,

fie că este vorba de jocuri, filme, clipuri video, puzzle-uri, etc. și doar o mică parte din informații ține de educație. Desigur că există și excepții. Primul pas în proiectarea unui soft educațional constă în necesitatea de a viza grupuri de vârste foarte înguste. Căci, de fapt nu putem vorbi despre o **"proiectare pentru copii"**, care cuprinde vârsta de 3 - 12 ani, deoarece practic interesele, percepția și deprinderile diferă pentru cele trei grupuri de copii: mici (3-5 ani), medii (6-8 ani) și copii mai în vârstă (9-12 ani). Iar fiecare grup are diverse comportamente precum și abilități diferite, iar utilizatorii trebuie să primească acel nivel de informații pe care îl pot prelucra. În acest studiu utilizatorii țintă sunt elevii cu vârsta de 11-12 ani.

Totodată, cercetările [22] sugerează că copiii sunt conștienți de diferențele de vârstă și nu se angajează în ceva pe care îl consideră "prea sugestiv" și vor avea dificultăți în a interacționa cu ceva pe care îl consideră "prea sofisticat". Astfel, proiectarea pentru copii necesită abordări distinctiv de uzabilitate și limitate cu un conținut specific. Desigur un rol foarte important îl are conținutul specific al site-urilor, deoarece supraîncărcarea paginilor cu informații induce o stare afectivă negativă, ceea ce conduce ulterior spre părăsirea site-urilor.

Este necesar de-a înțelege abilitatea copiilor de a citi, deoarece modul de căutarea și citire a textului influențiază direct metodologia de proiectare a paginilor web. Deci este necesar de proiectat softul educațional ținând cont de faptul, că copii nu iubesc să citească texte încărcate, de fapt ei în general nu iubesc să citească. Unul dintre cei mai influenți cercetători în comportamentul de citire a paginilor web este Jakob Nielsen, care din anul 1995 studiază comportamentele de citire a utilizatorilor, iar constatările sale sunt fascinante și utile pentru web designerii. În lucrarea sa **"Cum utilizatorii citesc paginile web ?"** [23], Nielsen rezumă: **"Ei nu citesc. Utilizatorii rar citesc paginile web cuvânt cu cuvânt; în schimb, ei scanează pagina, alegând cuvinte și propoziții individuale"**.

Pentru realizarea experimentului de evaluare a softului educațional a fost elaborat un suport informatic pentru studierea anumitor elemente de geometrie, anume ceea ce ține de unghiuri. La proiectarea acestui soft, numit **"Lumea unghiurilor"**, au fost luate în considerație rezultatele cercetărilor efectuate de către J. Nielsen [24-26] și anume:

1. Utilizatorii citesc paginile web sub forma literei "F", vezi figura 1;
2. Utilizatorii petrec 80% din timp pentru a vizualiza informațiile afișate pe partea de sus a paginii și 20% pe partea de jos;
3. Utilizatorii petrec 69% din timp pentru a vizualiza informația din partea stângă a paginii web și 31% pentru partea dreaptă.

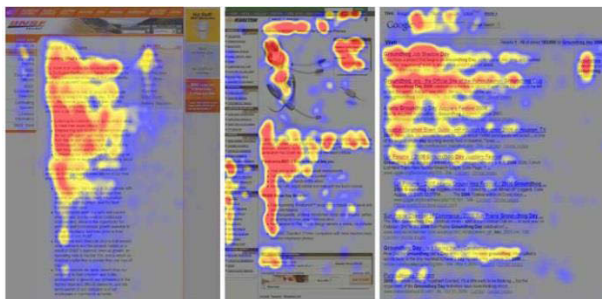


Figura 1. Citirea conținutul paginilor web sub forma literei F [21]

### **Organizarea experimentului**

Experimentul este constituit din două etape. Scopul primei etape este validarea testului pe un grup restrâns de elevi, pentru a analiza și a depista unele elemente neprevăzute. După perfectarea testului v-a urma etapa a doua care va consta în achiziționarea cunoștințelor. Pentru realizarea primei etape, în urma cercetărilor efectuate a fost elaborat softul educațional "Lumea unghiurilor" [27], interfața paginii principale și a unei paginii aleatoare sunt prezentate în figura 2.

Ulterior, au fost selectate încă 4 softuri educaționale existente cu diferite grade de complexitate [28-31]. În scopul analizei interacțiunii elevilor cu interfețele softurilor selectate au fost pregătite o listă de sarcini și sub forma unui chestionar prezentate elevilor.



Figura 2. Interfețele softului educațional „Lumea unghiurilor”

Chestionarul este compus din 5 secțiuni care cuprind:

- date cu caracter personal, adică vârsta, sexul, clasa etc.;
- date ce țin de analiza preferințelor de predare-învățare-evaluare a obiectului gimnazial ”Matematica”, precum și sugestii de îmbunătățire a cursului;
- date ce țin de resursele tehnologice disponibile;
- lista sarcinilor;
- lista întrebărilor ce țin de experiența obținută în procesul de navigare a softurilor educaționale.

Lista sarcinilor este următoare:

- Pentru softul educațional [www.clopotel.ro](http://www.clopotel.ro) sarcina a fost de a găsi opțiunea ”Enciclopedie” din meniul ”Educație” și de a studia informații cu privire la ”Cele 7 minuni ale lumii”.
- Pentru softul educațional <http://math-pdr.com/> sarcina a fost de găsit lecții video pentru clasele gimnaziale 5-8 cu privire la media aritmetică și de urmărit rezolvarea unui exercițiu la tema dată. Soft-ul respectiv deține de o colecție de lecții video la diferite

capitole, însă cu părere de rău pentru "Elemente de geometrie" astfel de lecții lipsesc.

- Pentru softul educațional <https://www.moodle.ro/preparandia/> sarcina a fost de a găsi opțiunea "Poezie" din meniul "ArtLiteră" și de a stabili numărul de poezii ale Mirelei Săran. Softul "Preparandia" este, de fapt, o revistă care a fost editată de Moodle Romania, și nu conține informații cu privire la disciplinele gimnaziale.
- Pentru softul educațional [www.educlass.ro](http://www.educlass.ro) sarcina a fost de a analiza "Jocurile matematice" din categoria "Educativă" și de a-și expune părerea cu privire la jocurile respective.
- Pentru softul educațional <https://caftanatorv.wixsite.com/lumea-unghiurilor> sarcina a fost de a găsi meniul "Numele unghiurilor" și de a afla care dintre unghiuri are măsura de 90 de grade. Softul respectiv conține informații doar despre unghiuri, există teste de evaluare, lecții video, exemple din lumea reală unde elevul ar putea găsi unghiuri.

Pe parcursul testării elevii au fost ajutați de către o asistentă, care le-a oferit răspunsuri la unele întrebări ce au parvenit de la elevi. Timpul acordat pentru examinarea acestor 5 softuri au fost de 1 oră academică. Unii elevi mai îndrăzneți au finisat sarcinile timp de 25-30 minute, pe când unii elevi mai timizi au finisat timp de 35-50 minute.

### **Rezultatele obținute**

La completarea chestionarilor au participat 6 copii (3 fete și 3 băieți) cu vârstele între 11 și 12 ani (5 copii sunt din raionul Fălești și unul din raionul Călărași). Timp de 20-30 minute elevii au testat cele 5 softuri educaționale selectate, la întrebarea "*Care din software educațional v-a plăcut mai mult ?*", 4 copii din 6 au răspuns că le place softul "Preparandia" din motivul că le plac poeziile. Un băiat a selectat softul "Lumea unghiurilor", deoarece i-a plăcut exemplele din lumea reală cu unghiuri și a motivat că softul este interesant și atractiv. Iar ultimul copil a selectat soft-ul educațional de matematică [www.math.pdr.com](http://www.math.pdr.com) din motivul că lecția video a fost bine percepută și l-a ajutat să învețe cum să rezolve un tip de exercițiu.



Nr.	<a href="http://www.clopotel.ro">www.clopotel.ro</a>	<a href="http://math-pdr.com/">http://math-pdr.com/</a>	<a href="https://www.moodle.ro/preparandia/">https://www.moodle.ro/preparandia/</a>	<a href="http://www.educlass.ro/didactic.ro">www.educlass.ro/didactic.ro</a>	<a href="https://caftanator.wixsite.com/lumea-unghiurilor">https://caftanator.wixsite.com/lumea-unghiurilor</a>
Fată	-	-	1	-	-
Baiat	-	1	-	-	-
Baiat	-	-	1	-	-
Fată	-	-	1	-	-
Fată	-	-	1	-	-
Baiat	-	-	-	-	1

Din punct de vedere al afectivității culorilor toți elevii au selectat softul educațional ”Lumea unghiurilor”, motivând faptul că culorile sunt vii și prietenoase. Pentru elementele de navigare prima poziție iarăși o ocupă ”Lumea unghiurilor” fiind urmată de către ”Preparandia”, iar cel mai greu și mai complex soft educațional a fost perceput [www.educlass.ro](http://www.educlass.ro) / [www.didactic.ro](http://www.didactic.ro) .

### Concluzie

Este necesar de conștientizat că despre un soft se judecă, în primul rând, după interfața lui. Elevilor nu-și pun întrebări referitoare la ceea ce se află în spatele imaginii de pe monitor, adică a interfețelor web cu care elevul interacționează. Important este de a captiva atenția elevilor din prima secundă și asigura menținerea stării emoționale pozitive pe parcursul interacțiunii cu softurile educaționale. Căci, anume datorită acestor stări emoționale, elevii decid să rămâne pe softul educațional mai departe sau să-l părăsească. În lucrarea **”Emotional Design”** din 2004 [32], D.A. Norman susține ideea conform căreia sistemul afectiv funcționează independent de sistemul cognitiv, și că prima impresie este mai întâi percepută de către sistemul afectiv, iar ulterior de cel cognitiv. *”Conștiința vine târziu, atât în evoluție cât și în modul în care creierul procesează informația; mai multe hotărâri sunt deja determinate înainte de a ajunge la conștiință”*. Acest factor afectiv împreună cu factorii cognitivi și conativi sunt cu certitudine elementele necesare de luat în considerație în procesul de elaborare a unor softuri educaționale.

**Referințe:**

1. Togănel Andreea Augusta. Influența inteligenței emoționale asupra performanței academice.
2. <http://ccdmures.ro/cmsmadesimple/uploads/file/rev8sp/lbrom8.pdf>
3. Pablo Fernández-Berrocal, Desiree Ruiz. Emotional intelligence in education [http://investigacion-psicopedagogica.org/revista/articulos/15/english/Art\\_15\\_256.pdf](http://investigacion-psicopedagogica.org/revista/articulos/15/english/Art_15_256.pdf)
4. David W. Chan. Emotional intelligence: Implications for educational practice in school. [http://hkier.fed.cuhk.edu.hk/journal/wp-content/uploads/2010/06/erj\\_v17n2\\_183-196.pdf](http://hkier.fed.cuhk.edu.hk/journal/wp-content/uploads/2010/06/erj_v17n2_183-196.pdf)
5. Maria Wong. Emotion assessment in evaluation of affective interfaces. <http://www.cgl.uwaterloo.ca/wmcowan/research/essays/maria.pdf>
6. Alistair Sutcliffe, Antonella de Angeli, Jan Hartmann and Oscar deBruijn. Designing attractive web user interface. <https://nuxuk.org/files/2008/09/designing-attractive-web-user-interfaces.pdf>
7. Wikipedia. Biography of Don Norman [https://en.wikipedia.org/wiki/Don\\_Norman](https://en.wikipedia.org/wiki/Don_Norman)
8. Masaaki Kurosu, Kaori Kashimura. Apparent usability vs. inherent usability experimental analysis on the determinants of the apparent usability. [http://www.sigchi.org/chi95/proceedings/shortppr/mk\\_bdy.htm](http://www.sigchi.org/chi95/proceedings/shortppr/mk_bdy.htm)
9. Antonella De Angeli, Alistair Sutcliffe, Jan Hartmann. Interaction, usability and aesthetics: What influences users' preferences? <https://pdfs.semanticscholar.org/6d5a/c8a2a7380451ea00b7eaa85c3d5ede74923.pdf>
10. Kristina Höök. User – centred design and evaluation of affective interfaces. <https://pdfs.semanticscholar.org/b03f/ce42b7d21085fa04f091e13ff6bd5c13f92b.pdf>
11. Elaine C.S. Hayashi, M. Cecilia, C. Baranauskas. The affectability concept in systems for learning contexts. <http://eurydice.nied.unicamp.br/portais/ecoweb/nied/ecoweb/publicacoes/artigos-em-revistas/the-affectability-concept-in-systems-for-learning-contexts.1.pdf>
12. George Jmclittle. Web design principles of successful websites. <http://www.cleverism.com/web-design-principles-successful-websites/>
13. Paula M.Ellis, Joanna J. Bryson. The significance of textures for affective interfaces. <https://www.cs.bath.ac.uk/~jjb/ftp/iva05pme.pdf>
14. Giulio Mori, Fabio Paternò, Ferdinando Furci. Design criteria for simulating emotions in web applications. [http://giove.isti.cnr.it/attachments/publications/chp3A10.10072F978-3-319-22701-6\\_12.pdf](http://giove.isti.cnr.it/attachments/publications/chp3A10.10072F978-3-319-22701-6_12.pdf)
15. Suzanne Martin. Effective visual communication for graphical user interfaces. [https://web.cs.wpi.edu/~matt/courses/cs563/talks/smartin/int\\_design.html](https://web.cs.wpi.edu/~matt/courses/cs563/talks/smartin/int_design.html)
16. John Moore Williams. Essential visual design principles for web designers. <https://webflow.com/blog/essential-visual-design-principles-for-web-designers>
17. Thomas Cannon. An introduction to colour theory for web designers. <https://webdesign.tutsplus.com/articles/an-introduction-to-color-theory-for-web-designers--webdesign-1437>

18. Sabina -Corneliu Buraga. Interacțiune om – calculator. Proiectarea interfețelor Web.  
<https://profs.info.uaic.ro/~busaco/teach/courses/interfaces/presentations/interface-11.pdf>
19. Li-Chen Ou, M. Ronnier Luo, Andrée Woodcock, Angela Wright. A study of colour emotion and colour preference. Part1: Colour emotions for single colours.  
[https://www.researchgate.net/publication/227909589\\_A\\_study\\_of\\_colour\\_emotion\\_and\\_colour\\_preference\\_Part\\_I\\_Colour\\_emotions\\_for\\_single\\_colours](https://www.researchgate.net/publication/227909589_A_study_of_colour_emotion_and_colour_preference_Part_I_Colour_emotions_for_single_colours)
20. Li-Chen Ou, M. Ronnier Luo, Andrée Woodcock, Angela Wright. A study of colour emotion and colour preference. Part2: Colour emotions for two- colour combinations <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/col.20024/> .
21. Ko-Chiu Wu, Yun-meng Tang, Cheng-Yu Tsai. Graphical interface design for children seeking information in a digital library.  
<https://viejournal.springeropen.com/articles/10.1186/2213-7459-2-5>
22. Don Watkins. What does SVG have to do with teaching kids to code.  
<https://opensource.com/article/17/5/coding-scalable-vector-graphics-make-steam>
23. Nielsen Jacob. Children’s Websites: Usability issues in designing for kids.  
Link: <https://www.nngroup.com/articles/childrens-websites-usability-issues/>
24. Nielsen Jakob. How users read on the web. Link:  
<https://www.nngroup.com/articles/how-users-read-on-the-web/>
25. Nielsen Jakob. F-shaped pattern for reading web content. Link:  
<https://www.nngroup.com/articles/f-shaped-pattern-reading-web-content/>
26. Nielsen Jakob. Scrolling and attention. Link:  
<https://www.nngroup.com/articles/scrolling-and-attention/>
27. Nielsen Jakob. Horizontal attention leans left. Link:  
<https://www.nngroup.com/articles/horizontal-attention-leans-left/>
28. Caftanatov Olesea. Soft educational ”Lumea unghiurilor”<https://caftanatov.wixsite.com/lumea-unghiurilor>
29. Soft educațional: <http://www.clopotel.ro/>
30. Soft educațional: <http://math-pdr.com/>
31. Soft educațional: <https://www.moodle.ro/preparandia/>
32. Soft educațional: [www.educlass.ro](http://www.educlass.ro/) / [www.didactic.ro](http://www.didactic.ro)
33. Donald A. Norman. Emotional Design.  
<https://motamem.org/upload/Emotional-Design-Why-We-Love-or-Hate-Everyday-Things-Donald-Norman.pdf>

**CENTER CONDITIONS FOR A CUBIC DIFFERENTIAL SYSTEM  
WITH A BUNDLE OF TWO INVARIANT STRAIGHT LINES  
AND ONE INVARIANT CUBIC**

*DASCALESCU ANATOLI*

*Institute of Mathematics and Computer Sciences of ASM*

By using a nondegenerate transformation of variables and a time rescaling, a cubic system having a singular point with pure imaginary eigenvalues  $\lambda_{1,2} = \pm i$  can be brought to the form

$$\begin{cases} \dot{x} = y + ax^2 + cxy + fy^2 + kx^3 + mx^2y + pxy^2 + ry^3 \equiv P(x, y), \\ \dot{y} = -(x + gx^2 + dxy + by^2 + sx^3 + qx^2y + nxy^2 + ly^3) \equiv Q(x, y), \end{cases} \quad (1)$$

where the variables  $x = x(t), y = y(t)$  and coefficients  $a, b, \dots, s$  in (1) are assumed to be real. The the origin  $O(0,0)$  is a singular point of a center or a focus type for (1). Then the problem of distinguishing between a center and a focus arises, i.e. of finding the coefficient conditions under which  $O(0,0)$  is, for example, a center. This problem is called *the problem of the center* and the corresponding conditions are called *the center conditions*.

We study the problem of the center for cubic system (1) assuming that the system has invariant algebraic curves. An algebraic curve  $\Phi(x, y) = 0$  in  $\mathbb{C}^2$  with  $\Phi \in \mathbb{C}[x, y]$  is an invariant algebraic curve of a system (1) if

$$\frac{\partial \Phi(x, y)}{\partial x} \cdot P(x, y) + \frac{\partial \Phi(x, y)}{\partial y} \cdot Q(x, y) \equiv \Phi(x, y) \cdot K(x, y) \quad (2)$$

for some polynomial  $K(x, y) \in \mathbb{C}[x, y]$  called the cofactor of the invariant algebraic curve  $\Phi(x, y) = 0$ .

We say that a cubic system (1) is Darboux integrable if it has a first integral or an integrating factor of the form

$$\Phi_1^{\alpha_1} \Phi_2^{\alpha_2} \dots \Phi_m^{\alpha_m}, \quad (3)$$

where  $\alpha_j \in \mathbb{C}$  and  $\Phi_j(x, y) = 0, j = 1, \dots, m$  are invariant algebraic curves.

The systems (1) which are Darboux integrable have a center at  $O(0,0)$ .

Let the cubic system (1) have two invariant straight lines  $l_1$  and  $l_2$  real or complex conjugated ( $l_2 = \bar{l}_1$ ) intersecting at a point  $(x_0, y_0)$ . Then the intersection point  $(x_0, y_0)$  is a singular point for (1) with real coordinates. Without loss of generality we can assume that  $(x_0, y_0) = (0, 1)$ .

In this case the invariant straight lines  $l_1$  and  $l_2$  can be written as

$$l_1 \equiv 1 + a_1x - y = 0, \quad l_2 \equiv 1 + a_2x - y = 0, \quad a_1, a_2 \in \mathbf{C}, a_1 - a_2 \neq 0. \quad (4)$$

In [1] it was proved that the cubic system (1) has two invariant straight lines of the form (4) if and only if the following set of conditions is satisfied

$$\begin{aligned} k &= g + (a-1)(a_1 + a_2), \quad p = b - c + (f+2)(a_1 + a_2), \quad s = (1-a)a_1a_2, \\ m &= d - a + 2 - a_1^2 - a_1a_2 - a_2^2 + c(a_1 + a_2), \quad r = -f - 1, \quad l = -b, \\ n &= -d - 1 - (f+2)a_1a_2, \quad q = -g + (a_1 + a_2 - c)a_1a_2. \end{aligned} \quad (5)$$

In this case the system (1) looks

$$\begin{cases} \dot{x} = y + ax^2 + cxy + fy^2 + [g + (a-1)(a_1 + a_2)]x^3 - (f+1)y^3 + \\ \quad + [d - a + 2 - a_1^2 - a_1a_2 - a_2^2 + c(a_1 + a_2)]x^2y + \\ \quad + [b - c + (f+2)(a_1 + a_2)]xy^2 \equiv P(x, y), \\ \dot{y} = -x - gx^2 - dxy - by^2 + [(a-1)a_1a_2]x^3 + by^3 + \\ \quad + [g - (a_1 + a_2 - c)a_1a_2]x^2y + [d + 1 + (f+2)a_1a_2]xy^2 \equiv Q(x, y). \end{cases} \quad (6)$$

The problem of the center for cubic system (1) with four invariant straight lines, three invariant straight lines, two invariant straight lines and one invariant conic was solved in [1]; with two parallel invariant straight lines and one invariant cubic was solved in [2].

In this paper assuming that conditions (5) hold, we find conditions under which the cubic system (1) has a Darboux integrating factor

$$\mu(x, y) \equiv l_1^{\alpha_1} l_2^{\alpha_2} \Phi^{\alpha_3}, \quad (7)$$

where  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3 \in \mathbf{C}$  and  $\Phi(x, y) = 0$  is an invariant cubic curve of the form

$$\Phi(x, y) \equiv x^2 + y^2 + a_{30}x^3 + a_{21}x^2y + a_{12}xy^2 - y^3 = 0, \quad (8)$$

passing through a singular point  $(0, 1)$ , i.e. forming a bundle with the invariant straight lines  $l_1$  and  $l_2$ .

The integrability conditions for cubic system (1) with a bundle of two invariant straight lines and one invariant cubic, when the system has a Darboux first integral of the form (3), were found in [3].

By [1], the function (7) is an integrating factor for system (6) if

$$P(x, y) \frac{\partial \mu}{\partial x} + Q(x, y) \frac{\partial \mu}{\partial y} + \mu \left( \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial Q}{\partial y} \right) \equiv 0. \quad (9)$$

Identifying the coefficients of the monomials  $x^i y^j$  in (9), we obtain

$$\{F_{ij} = 0, \quad i + j = 3, 4, 5\} \quad (10)$$

a system of fifteen equations for the unknowns  $a_{30}, a_{21}, a_{12}, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$  and the coefficients  $a, b, \dots, s$  of system (1). When  $i + j = 3$ , we have

$$\begin{aligned} F_{30} &\equiv \alpha_1 + \alpha_2 + (2a - a_{21})\alpha_3 + 2a - d = 0, \\ F_{21} &\equiv a_1\alpha_1 + a_2\alpha_2 + (3a_{30} - 2a_{12} + 2c - 2g)\alpha_3 + c - 2b = 0, \\ F_{12} &\equiv \alpha_1 + \alpha_2 + (2a_{21} - 3a_{03} + 2f - 2d)\alpha_3 + 2a - d = 0, \\ F_{03} &\equiv a_1\alpha_1 + a_2\alpha_2 + (a_{12} - 2b)\alpha_3 + c - 2b = 0. \end{aligned} \quad (11)$$

From this system of equations we obtain

$$\begin{aligned} a_{21} &= (2a + 2d - 2f - 3)/3, \quad a_{30} = (3a_{12} - 2b - 2c + 2g)/3, \\ \alpha_1 &= [6b - 3c + 3a_2(2a - d) + \alpha_3((4a - 2d + 2f + 3)a_2 + \\ &\quad + 3(2b - a_{12}))]/(3a_1 - 3a_2), \\ \alpha_2 &= [3d - 6a - 3\alpha_1 + \alpha_3(2d - 4a - 2f - 3)]/3. \end{aligned} \quad (12)$$

Substituting (12) in  $F_{04} = 0$ , we get

$$F_{04} \equiv b(d - 2a + 2f + 6)(2\alpha_3 + 3) + 3(f + 2)(a_1 + a_2 - c) = 0.$$

1. Assume  $f = -2$ , then  $F_{04} \equiv b(d - 2a + 2)(2\alpha_3 + 3) = 0$  and we solve the system (10) in the following three cases:

$$\{b = 0\}, \quad \{b \neq 0, d = 2(a - 1)\}, \quad \{b(d - 2a + 2) \neq 0, \alpha_3 = -3/2\}.$$

2. Assume  $f \neq -2$ , then the equation  $F_{04} = 0$  yields

$$c = [b(d - 2a + 2f + 6)(2\alpha_3 + 3) + 3(f + 2)(a_1 + a_2)]/[3(f + 2)].$$

Substituting this in (10) we obtain

$$e_1 = F_{13} + F_{14} \equiv (a_{12} - a_1)(a_{12} - a_2)(f + 2) = 0.$$

Solving the algebraic system (10) in each of the cases considered above and taking into account the symmetry of the cases  $a_{12} = a_1$  and  $a_{12} = a_2$ , we prove the following theorem.

**Theorem.** The origin is a center for cubic system (6), with a bundle of two invariant straight lines and one invariant cubic, if one of the following sets of conditions is satisfied:

- (i)  $a = 9/10, b = -1/5, c = 1/10, d = 6b, g = -c, f = 9b, a_1 = 0, a_2 = 1/2$ ;
- (ii)  $a = 9/10, b = 1/5, c = -1/10, d = -6b, g = -c, f = -9b, a_1 = 0, a_2 = -1/2$ ;
- (iii)  $a = (-2f - 1)/2, b = a_1(f + 2), c = -2a_1(f + 1), d = 2(f + 1),$   
 $g = a_1(-2f - 3)/2, a_2 = 0$ ;
- (iv)  $c = [b(1 - 2f)]/(f + 2), g = -[b(2f + 3)(f + 5)]/[(2f + 7)(f + 2)],$

- $b^2(2f+7)+(2f+3)(f+2)^2=0, a_2=b/(f+2), a_1=3a_2;$
- (v)  $a=1, b=0, d=(-2c^2-3)/6, f=-1, g=0, a_1=2c/3, a_2=c/3;$
- (vi)  $d=-[(u^2+2)a_2^2+(2u^3+4u)a_2+2u^2+1]/h, a_1=u+2a_2,$   
 $a=[2+u^2(3-2ua_2-a_2^2)]/(2h), b=[u(1-2ua_2-a_2^2)]/(2h),$   
 $c=[u+2u^3+(3+5u^2)a_2+ua_2^2]/h, f=-[a_2^2+2ua_2+4u^2+3]/(2h),$   
 $g=[u(3u^2+4)a_2^2+2ua_2+u^2]/(2h), h=u^2+1;$
- (vii)  $a=3/5, b=-1/5, c=6a, d=14b, g=-2b, f=11b, a_1=2, a_2=0;$
- (viii)  $a=3/5, b=1/5, c=-6a, d=7g, g=-2b, f=-11b, a_1=-2, a_2=0;$
- (ix)  $a=(u^4+u^3-6u^2+u+1)/(u^2-1)^2, b=u(u^2-4u+1)/[(u+1)(u-1)^3],$   
 $c=u(9u^2-16u+9)/[(u+1)(u-1)^3], g=u(u^4+10u^2+1)/(u^2-1)^3,$   
 $d=-(3u^4+2u^3+22u^2+2u+3)/[2(u^2-1)^3], f=-2,$   
 $a_1=(2u)/(u^2-1), a_2=(u^4+4u^3-6u^2+4u+1)/[2(u+1)(u-1)^3];$
- (x)  $a=(8b-bu^2-2u)/[2(4b-u)], a_1=[3u^3+4u-4b(u^2+4)]/(4u^2),$   
 $c=-[4b^2(u^2+8)-bu(7u^2+16)+u^4+2u^2]/[u^2(4b-u)], f=-2,$   
 $g=-[(8b+u^2-2u)(8b-u^2-2u)(3u^2+4)]/[32u^2(4b-u)];$   
 $a_2=[u^4-4u^2+32bu-64b^2]/[4u^2(4b-u)],$   
 $d=(24b^2-bu(u^2+18)+3u^2)/[u(4b-u)];$
- (xi)  $a=(u^2-4u+1)/(u-1)^2, b=-[2u(u+1)]/(u-1)^3,$   
 $c=(3u^4+6u^3-10u^2+6u+3)/[(u+1)(u-1)^3], f=-2,$   
 $d=-(3u^2+4u+3)/(u-1)^2, g=[4u(u^2+u+1)]/[(u+1)(u-1)^3],$   
 $a_1=[2(u^2-u+1)(u+1)]/(u-1)^3, a_2=2u/(u^2-1);$
- (xii)  $a=[2(u^4-1)a_{12}-(u^2-1)^2a_{12}^2+4((2u^2-u-3)u^2-u+2)]/[8(u^2-1)^2],$   
 $b=[2(u^4-1)a_{12}-(u^2-1)^2a_{12}^2-4u(u^2-u+1)]/[8(u+1)(u-1)^3],$   
 $c=[2((5u-12)u^3+12u-5)a_{12}+(u^2-1)^2a_{12}^2+$   
 $+4u(3u^2-5u+3)]/[8(u+1)(u-1)^3], d=[(1+6u-6u^3-u^4)a_{12}-$   
 $-(u^2-1)^2a_{12}^2+2((14+u-3u^2)u^2+u-3)]/[4(u^2-1)^3],$   
 $g=[12(1-u^2)u^2a_{12}+3u(u^2-1)^2a_{12}^2+4u(u^4+u^2-1)]/[4(u^2-1)^3],$   
 $f=-2, a_1=[4(u^4-3u^3+3u-1)a_{12}+(u^2-1)^2a_{12}^2+$   
 $+4(u^2(3+2u+u^2)-2u+1)]/[8(u^2-1)^3], a_2=2u/(u^2-1);$

- (xiii)  $d = (29h^2 - 216h - 108t^2)/(72t^2)$ ,  $b = h(36h - 5h^2 - 12t^2)/(288t^3)$ ,  
 $g = [(65h - 432)h^2 + (540h + 3888)t^2]/(864t^3)$ ,  $f = -2$ ,  
 $c = [(4h - 27)h^2 + (234h - 1944)t^2]/(108t^3)$ ,  
 $a = (4h^2 - 27h + 18t^2)/(18t^2)$ ,  $17h^2 - 108h - 36t^2 = 0$ ,  
 $a_1 + a_2 = [(4h - 27)h^2 + (108h - 972)t^2]/(108t^3)$ ,  
 $a_1 \cdot a_2 = [(72h - 11h^2 - 360t^2)h^2 + (2592h - 432t^2)t^2]/(1728t^4)$ ;
- (xiv)  $a = (12u^2 - 3u^4 - 1)/(8u^2)$ ,  $b = (4u^2 - 3u^4 - 1)/(8u^3)$ ,  
 $c = (16u^2 - 17u^4 + 1)/(8u^3)$ ,  $d = (u^2 - 3u^4 - 4)/(4u^2)$ ,  
 $g = (5u^4 - 3u^6 - 5u^2 + 3)/(16u^3)$ ,  $f = -2$ ,  
 $a_2 = (1 - u^2)/(2u)$ ,  $a_1 = (6u^2 - 3u^4 + 1)/(8u^3)$ .

*Proof.* If one set of conditions (i)-(xiv) holds, then the cubic system (6) has an integrating factor of the form (7) composed of two invariant straight lines (4) and one invariant cubic (8):

- (i), (ii)  $\Phi = x^2 + y^2 - x^3$  and  $\alpha_1 = 1/2, \alpha_2 = 1, \alpha_3 = -5/2$ .  
 (iii)  $\Phi = x^2 + y^2 + y^2(a_1x - y)$  and  $\alpha_1 = 0, \alpha_2 = 1, \alpha_3 = -2$ .  
 (iv)  $\Phi = x^2 + y^2 + (a_2x - y)^3$  and  $\alpha_1 = 0, \alpha_2 = 1, \alpha_3 = -2$ .  
 (v)  $\Phi = x^2 + y^2 - y(2a_2^2x^2 - 2a_2xy + y^2)$  and  $\alpha_1 = -1/2, \alpha_2 = 1, \alpha_3 = -3/2$ .  
 (vi)  $\Phi = x^2 + y^2 + (a_1x - 2a_2x - y)(a_2x - y)^2$  and  $\alpha_1 = 0, \alpha_2 = 1, \alpha_3 = -2$ .  
 (vii)  $\Phi = x^2 + y^2 - y(x - y)^2$  and  $\alpha_1 = 1, \alpha_2 = 1/2, \alpha_3 = -5/2$ .  
 (viii)  $\Phi = x^2 + y^2 - y(x + y)^2$  and  $\alpha_1 = 1, \alpha_2 = 1/2, \alpha_3 = -5/2$ .  
 (ix)  $\Phi = (u^2 - 1)(x^2 + y^2) + (u^2y - y - 2xu)^3$  and  $\alpha_1 = -1/2, \alpha_2 = 0, \alpha_3 = -3/2$ .  
 (x)  $\Phi = 16u^2(4b - u)(x^2 + y^2) - ((8b - 2u)^2 - u^4)x + (16bu^2 - 4u^3)y)(xu - 2y)^2$   
 and  $\alpha_1 = 0, \alpha_2 = -1/2, \alpha_3 = -3/2$ .  
 (xi)  $\Phi = (u + 1)(u - 1)^3(x^2 + y^2) - (u^2y - y - 2ux)(x + y + ux - uy)^2$  and  
 $\alpha_1 = 0, \alpha_2 = -1/2, \alpha_3 = -3/2$ .  
 (xii)  $\Phi = 4(u^2 - 1)^3(x^2 + y^2) - (u^2y - y - 2ux)[a_{12}(u^2 - 1)x - 2(u^2y - y + ux)]^2$   
 and  $\alpha_1 = 0, \alpha_2 = -1/2, \alpha_3 = -3/2$ .  
 (xiii)  $\Phi = 108t^3(x^2 + y^2) + (4hx - 27x - 3ty)(hx + 6ty)^2$  and



$$\alpha_2 - \alpha_1 = -81(h-6)^2 / [2((102h-648)ta_2 + 810h - 55h^2 - 2916)],$$

$$\alpha_1 = [t(324 - 51h)a_2 + 68h^2 - 891h + 2916] / [2((102h-648)ta_2 + 810h - 55h^2 - 2916)], \alpha_3 = -3/2.$$

(xiv)  $\Phi = 8u^3(x^2 + y^2) - (2uy + (u^2 - 1)x)^3$  and  $\alpha_1 = 0, \alpha_2 = -1/2, \alpha_3 = -3/2$ .

The conditions (i)-(xiv) of Theorem are sufficient for  $O(0,0)$  to be a center.

**References:**

1. D. Cozma, Integrability of cubic systems with invariant straight lines and invariant conics, Chișinău: Știința, 2013, 240p.
2. D. Cozma, The problem of the center for cubic systems with two parallel invariant stright lines and one invariant cubic, ROMAI Journal, vol. 11, no. 2 (2015), 63-75.
3. A. Dascalescu, Draboux integrability for cubic differential systems with a bundle of two invariant straight lines and one invariant cubic, Conferința științifică Internațională a Doctoranzilor "Tendințe contemporane ale dezvoltării științei: viziuni ale tinerilor cercetători, ediția V-a, 25 mai, 2016. Chișinău, 306-311.

**CI-QUASIGRUPURI**

*DIDURIC NATALIA*

*Institutul de Matematică și Informatică al AȘM*

**Introducere**

Proprietățile de inversabilitate sunt cele care „apropie” quSIGRUPURILE de grupuri și facilitează utilizarea tehnicilor de lucru din teoria grupurilor pentru elaborarea teoriei claselor date de quSIGRUPURI. Multe dintre clasele de quSIGRUPURI și bucle, intens studiate până în prezent, au proprietăți de “inversabilitate”. Printre cele mai cunoscute clase de quSIGRUPURI (bucle) cu proprietăți de inversabilitate sunt *IP-*, *LIP-* (*RIP-*), *WIP-*, și *CI-* quSIGRUPURILE și buclele ș.a.[5]. Mai profund trecem la studierea *CI-* quSIGRUPURILOR. *CI-* bucle au fost introduse de către R. Artzi [4].

**Definiție.** QuSIGRUPUL  $K(\cdot)$  se numește *CI-* quSIGRUP, dacă în  $K(\cdot)$  are loc

$$(xy) \cdot I(x) = y, \forall x, y \in K, \tag{1}$$

unde *I*- careva permutare a mulțimii *K* [3].

**Propoziția 1.** *CI-* quSIGRUPUL  $K(\cdot)$  este izotop grupului  $K(\circ)$ , unde

$$x \circ y = R_a^{-1}x \cdot L_b^{-1}y, \quad xy = R_ax \circ L_by \quad (2)$$

atunci și numai atunci, când în  $K(\cdot)$  are loc

$$\left(x(y(zu))\right) \cdot v = y \cdot ((xz \cdot v) \cdot u), \quad \forall x, y, z, u, v \in K. \quad (3)$$

**Demonstrație.** Fie  $K(\circ)$  din (2) este grup, adică în  $K(\circ)$  are loc legea asociativă

$$(x \circ y) \circ z = x \circ (y \circ z). \quad (4)$$

Atunci din (4) și (2) primim  $R_a^{-1}(R_a^{-1}x \cdot L_b^{-1}y) \cdot L_b^{-1}z = R_a^{-1}x \cdot L_b^{-1}y(R_a^{-1}y \cdot L_b^{-1}z)$ . Efectuăm următoarele substituții  $x \rightarrow R_ax$ ,  $y \rightarrow L_by$ ,  $z \rightarrow L_bz$  și primim

$$R_a^{-1}(xy) \cdot z = x \cdot L_b^{-1}(R_a^{-1}L_by \cdot z). \quad (5)$$

Din (1) avem  $R_{Ix}L_x = \varepsilon$ , unde  $\varepsilon$ - substituție identică a mulțimii  $K$ . Am primit

$$L_x^{-1} = R_{Ix}, \quad R_x^{-1} = L_{I^{-1}x} \quad (6)$$

Folosim (6) în (5)

$$\left(I^{-1}a \cdot (x \cdot (y \cdot Ib))\right) \cdot z = x \cdot (((I^{-1}a \cdot y) \cdot z) \cdot Ib) \quad (7)$$

Așa cum bucla, izotopă grupului, este de asemenea grup, atunci egalitatea (7) are loc în  $K(\cdot)$ ,  $\forall a, b, x, y, z \in K$ , adică în  $K(\cdot)$  are loc identitatea (3).

*Invers.* Fie în  $K(\cdot)$  are loc (3). Trecem de la operația  $(\cdot)$  la operația  $(\circ)$ , folosind (2):

$$R_a \left(x(y(zu))\right) \circ L_bv = R_a y \circ L_b(R_a(R_a(R_ax \circ L_bz) \circ L_bv) \circ L_bu).$$

Dacă  $L_bv = e$ , unde  $e$ - unitatea buclei  $K(\circ)$ , atunci primim

$$\left(R_a y \circ L_b(R_a^2(R_ax \circ L_bz) \circ L_bu)\right) \circ L_bv = R_a y \circ L_b(R_a(R_a(R_ax \circ L_bz) \circ L_bv) \circ L_bu).$$

$$\left(y \circ L_b(R_a^2(x \circ z) \circ u)\right) \circ v = y \circ L_b(R_a(R_a(x \circ z) \circ v) \circ u).$$

Dacă  $y = e$ , primim  $(y \circ L_b(R_a^2(x \circ z) \circ u)) \circ v = y \circ (L_b(R_a^2(x \circ z) \circ u) \circ v)$ ,  $(y \circ t) \circ v = y \circ (t \circ v)$ , unde  $t = L_b(R_a^2(x \circ z) \circ u)$ . Am primit, că

$K(\circ)$ - grup. □

### Exemple.

1. *Quasigrupul  $K(*)$  este CI-quasigrup în care nu are loc identitatea (3). Aici  $I = (0 \ 1)(3 \ 4)$*

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

2. Următorul quasigrup este *CI*-quasigrup în care are loc identitatea (3). Avem  $I = (0)(1)(2)(3)(4)$

□	0	1	2	3	4
0	0	2	1	4	3
1	2	3	0	1	4
2	1	0	4	3	2
3	4	1	3	2	0
4	3	4	2	0	1

Se pune întrebarea, dacă în quasigrupul arbitrar  $K(\cdot)$  se îndeplinește identitatea (3), este oare  $K(\cdot)$  *CI*-quasigrup?

**Propoziția 2.** Dacă în quasigrupul arbitrar  $K(\cdot)$  are loc identitatea (3), atunci  $K(\cdot)$ -*CI*- quasigrup.

**Demonstrație.** Înlocuim în (3)  $z = y, u = y^{-1}$ , unde  $yy^{-1} = e_y$ , și primim  $xy \cdot v = y \cdot ((xy \cdot v)y^{-1})$  sau  $t = y(ty^{-1})$ , unde  $t = xy \cdot v$ .

Din  $t = y(ty^{-1})$  urmează  $ty^{-1} = (y(ty^{-1}))y^{-1}$ ,  $x = (yx) \cdot y^{-1}$ , unde  $x = ty^{-1}$ . Am primit  $x = (yx) \cdot Iy$ , unde  $y^{-1} = Iy$ ,  $K(\cdot)$ - *CI*-quasigrup. □

**Propoziția 3.** Dacă orice buclă  $K(\circ)$ , izotopă *CI*- quasigrupului

$K(\cdot)$ , este comutativă, atunci quasigrupul  $K(\cdot)$ -medial, iar  $K(\circ)$ -grup abelian.

**Demonstrație.** Este suficient de precăutat izotopul  $K(\circ)$ , unde izotopia este dată de egalitatea (2). Fie  $K(\circ)$ - buclă comutativă, adică este dat  $x \circ y = y \circ x, \forall x, y \in K$ . Atunci primim  $R_a^{-1}x \cdot L_b^{-1}y = R_a^{-1}y \cdot L_b^{-1}x$ .

Acum folosim (6) și primim  $L_{I^{-1}a}x \cdot R_{Ib}y = L_{I^{-1}a}y \cdot R_{Ib}x$  sau  $(I^{-1}a \cdot x)(y \cdot Ib) = (I^{-1}a \cdot y)(x \cdot Ib)$ . Ultima egalitate are loc  $\forall a, b, x, y \in K$ . Prin urmare  $K(\cdot)$ -quasigrup medial, iar  $K(\circ)$ - grup abelian (pe baza teoremei lui Toyoda) [1].

**Propoziția 4.** Bucla  $K(\circ)$ , izotopă  $CI$ -quasigrupului  $K(\cdot)$ , unde izotopia este dată de egalitatea (2), va fi  $CI$ -buclă atunci și numai atunci, când în  $K(\cdot)$  are loc

$$(x \cdot by)a = (x \cdot ba)y, \quad \forall x, y \in K. \quad (8)$$

**Demonstrație.** Fie  $K(\circ)$ - $CI$ -buclă, adică în  $K(\circ)$  are loc  $(x \circ y) \circ x^{-1} = y$ , unde  $x \circ x^{-1} = e$ ,  $e$  – unitatea buclei  $K(\circ)$ , unde  $e = ba, x^{-1} = I'x$ . Atunci primim

$$R_a^{-1}(R_a^{-1}x \cdot L_b^{-1}y) \cdot L_b^{-1}x^{-1} = y. \quad (9)$$

În orice  $CI$ -quasigrup  $K(\cdot)$  are loc  $I^{-1}x(yx) = y$ . Într-adevăr, avem  $(xy)Ix = y$ ,  $x(xy \cdot Ix) = xy$ ,  $x(z \cdot Ix) = z$ , unde  $z = xy$ , de unde primim

$$I^{-1}x(zx) = z \quad (10)$$

Înmulțim din stînga (9) cu  $I^{-1}L_b^{-1}x^{-1}$  și primim pe baza (10):

$$R_a^{-1}(R_a^{-1}x \cdot L_b^{-1}y) = I^{-1}L_b^{-1}x^{-1} \cdot y \text{ sau } R_a^{-1}(xy) = I^{-1}L_b^{-1}I'R_a x \cdot L_b y.$$

Fie  $y = e_b$ , unde  $be_b = b$ . Atunci primim  $R_a^{-1}(xy) = R_b^{-1}R_a^{-1}R_{e_b}x \cdot L_b y$ ,  $R_{e_b}^{-1}R_a R_b x \cdot y = R_a(x \cdot L_b y) = (x \cdot by)a$ . Dacă  $y = a$ , primim  $(x \cdot ba)y = (x \cdot by)a$ .

*Invers.* Este dat (8) sau  $R_a(x \cdot L_b y) = R_{ba}x \cdot y$ , sau  $xy = R_a^{-1}(R_{ba}x \cdot L_b^{-1}y)$ ,  $(xy)Ix = R_a^{-1}(R_{ba}x \cdot L_b^{-1}y) \cdot Ix$ , de unde urmează  $y = R_a^{-1}(R_{ba}x \cdot L_b^{-1}y) \cdot Ix$ .

În ultima egalitate trecem la operația  $(\circ)$ , folosind (2):  $R_a^{-1}(R_a^{-1}R_a R_{ba}x \cdot L_b^{-1}y) \cdot L_b^{-1}L_b Ix = y$ ,  $(x \circ y) \circ I'x = y$ , unde  $I' = L_b I R_{ba}^{-1} R_a^{-1}$ .  $\square$

Acum trecem la studiul quasigrupului  $K(\cdot)$ , în care egalitatea (8) are loc  $\forall a, b, x, y \in K$ .

**Propoziția 5.** Orice quasigrup  $K(\cdot)$  cu identitatea

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

este  $CI$ -quasigrup și medial.

**Demonstrație.** În orice quasigrup  $K(\cdot)$  ecuația  $ax = e_a$ , unde  $ae_a = a$ , este rezolvabilă și soluția depinde numai de  $a$ . Avem  $a \cdot I(a) = e_a$ , unde  $I$  – aplicația  $K$  în  $K$ . În (11) substituim  $y = x, t = I(x)$ , unde  $x \cdot I(x) = e_x$ , și primim  $(x \cdot xz)I(x) = xz$  sau  $(xv)I(x) = v$ , unde  $v = xz, \forall v, x \in K$ . Am primit  $K(\cdot)$ -  $CI$ -quasigrup.

Mai departe luăm în considerare bucla  $K(\circ)$ , izotopă quasigrupului  $K(\cdot)$ , unde izotopia este dată prin egalitatea (2). În egalitatea (11) trecem de la operația  $(\cdot)$  la operația  $(\circ)$ , folosind (2):  $R_a(R_ax \circ L_b(R_ay \circ L_bz)) \circ L_bt =$   
 $= R_a(x \cdot yt) \circ L_bz$ . Dacă  $L_bz = e$ ,  $e$ - unitatea buclei  $K(\circ)$ , atunci primim

$$R_a(R_ax \circ L_b(R_ay \circ L_bz)) \circ L_bt = (R_a(R_ax \circ L_bR_ay) \circ L_bt) \circ L_bz.$$

Efectuăm substituțiile  $x \rightarrow R_a^{-1}x, y \rightarrow R_a^{-1}y, z \rightarrow L_b^{-1}z, t \rightarrow L_b^{-1}t$  și primim  $R_a(x \circ L_b(y \circ z)) \circ t = (R_a(x \circ L_by) \circ t) \circ z$ . Dacă  $t = e$ , avem  $(R_a(x \circ L_by) \circ z) \circ t = (R_a(x \circ L_by) \circ t) \circ z$ . Notăm  $R_a(x \circ L_by) = v$  și primim  $(v \circ z) \circ t = (v \circ t) \circ z$ . Dacă  $v = e$ , atunci avem  $z \circ t = t \circ z, \forall z, t \in K$ .  $K(\circ)$ - buclă comutativă.

Mai departe urmează  $(z \circ v) \circ t = z \circ (v \circ t)$ . Am primit, că  $K(\circ)$ - grup abelian. Aceia, că  $K(\cdot)$ - quasigrup medial, urmează din propoziția 3 și teorema lui Albert [1].  $\square$

**Concluzie.** Se studiază izotopii  $CI$ -quasigrupurilor. Am găsit condițiile, cînd  $CI$ -quasigrupul este izotop grupului,  $CI$ -buclei. Este construit exemplul de  $CI$ -quasigrup, care nu este izotop grupului. Sunt găsite identitățile la îndeplinirea căror quasigrupul este  $CI$ -quasigrup,  $CI$ -quasigrup medial.

**Mulțumire.** Aș dori să mulțumesc în mod deosebit profesorului I.A. Florja de ajutor.

#### Bibliografie:

1. Белоусов В.Д. Основы теории квазигрупп и луп, Москва, «Наука», 1967.
2. Флоря И.А. Квазигруппы Бола, Исследования по общей алгебре, Кишинев, Издательство АН МССР, 1965.
3. Белоусов В.Д., Цуркан Б.В. Скращено – обратимые квазигруппы ( $CI$  - квазигруппы), Министерство высшего и среднего образования СССР, Известия высших учебных заведений, Математика, №3(82), 1969, с. 21-27.
4. Artzy R. On loops with a special property. Proc. Amer. Math. Soc., 6:448-453, 1955.
5. Sîrbu P. Teoria quasigrupurilor. Introducere. Chișinău: CEP USM, p. 96-97, 2014.

## CLUSTER ANALYSIS IN DATA MINING

*KNIGNITSKA TATYANA*

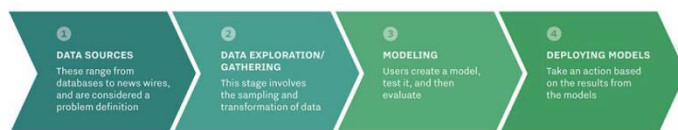
*Yuriy Fedkovych National University,  
Faculty of Mathematics and Computer Science,  
Department of Applied Mathematics, Chernivtsi, Ukraine*

Data mining is nowadays a fast-growing field, which incorporates machine learning, statistics, and logic within computer science. It has the potential to bring new insights into almost all branches of human activity. „Data Mining” is a folkloric denomination of a complex activity which aims at extracting synthesized and previously unknown information from large databases. It denotes also a multidisciplinary field of research and development of algorithms and software environments to support this activity in the context of real life problems, where often huge amounts of data are available for mining. There is a lot of publicity in this field and also different ways to see the things [1]. Hence, depending on the viewpoints, data mining is sometimes considered as just a step in a broader overall process called Knowledge Discovery in Databases. Thus, according to this less purist definition data mining software includes tools of automatic learning from data, such as machine learning and artificial neural networks, plus the traditional approaches to data analysis such as query-and-reporting, on-line analytical processing or relational calculus, so as to deliver the maximum benefit from data.

The figure below shows the four main stages of data analysis. Each of these steps is a complex mechanism and requires a good knowledge of statistics and computer science together, especially programming skills in Python and R Programming.

Depending mainly on the application domain and on the interest of the miner, one can identify several types of data mining tasks for which data mining offers possible answers. We present them in the order they are usually implied in the process.

### Four stages of data mining



**Summarization.** It aims at producing compact and characteristic descriptions for a given set of data. It can take multiple forms: numerical (simple descriptive statistical measures like means, standard deviations. . . ), graphical forms (histograms, scatter plots. . . ), or the form of "if-then"rules. It may provide descriptions about objects in the whole data base or in selected subsets of it.

**Clustering.** A clustering problem is an unsupervised learning problem which aims at finding in the data clusters of similar objects sharing a number of interesting properties. It may be used in data mining to evaluate similarities among data, to build a set of representative prototypes, to analyze correlations between attributes, or to automatically represent a data set by a small number of regions, preserving the topological properties of the original input space.

**Classification.** A classification problem is a supervised learning problem where the output information is a discrete classification, i.e. given an object and its input attributes, the classification output is one of the possible mutually exclusive classes of the problem. The aim of the classification task is to discover some kind of relationship between the input attributes and the output class, so that the discovered knowledge can be used to predict the class of a new unknown object.

**Regression.** A regression problem is a supervised learning problem of building a more or less transparent model, where the output information is a continuous numerical value or a vector of such values rather than a discrete class. Then given an object, it is possible to predict one of its attributes by means of the other attributes, by using the built model. The prediction of numeric values may be done by classical or more advanced statistical methods and by "symbolic" methods often used in the classification task.

**Dependency modeling.** A dependency modeling problem consists in discovering a model which describes significant dependencies among attributes. These dependencies are usually expressed as "if-then"rules in the form "if antecedent is true then consequent is true where both the antecedent and the consequent of the rule may be any combination of attributes, rather than having the same output in the consequent like in the case of the classification rules.

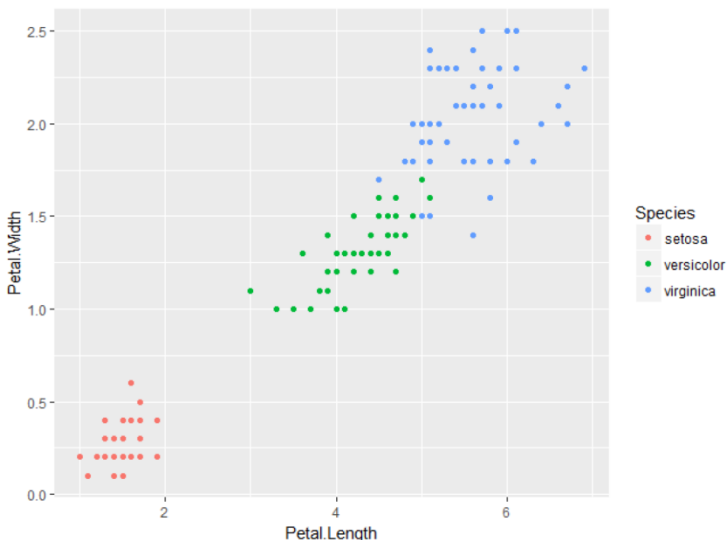
**Deviation detection.** This is the task focusing on discovering the most significant changes or deviations in the data between the actual content of the data and its expected content (previously measured) or normative values. It includes searching for temporal deviations (important changes in data with time), and searching for group deviations (unexpected differences between two subsets of data). In our example, deviation detection could be

used in order to find main differences between sales patterns in different periods of the year.

**Temporal problems.** In certain applications it is useful to produce rules which take into account explicitly the role of time. There are data bases containing temporal information which may be exploited by searching for similar temporal patterns in data or learn to anticipate some abnormal situations in data.

**Causation modeling.** This is a problem of discovering relationships of cause and effect among attributes. A causal rule of type "ifthen" indicates not only that there is a correlation between the antecedent and the consequent of the rule, but also that the antecedent causes the consequent [2].

This thesis tries to show the main aspects of the data mining analysis. Let's dive into example which will help us understand clustering process using R Programming. The iris dataset in R Studio contains data about sepal length, sepal width, petal length, and petal width of flowers of different species (fig. 1). Let us see what it looks like:



Puc. 1: Modeling data from Iris dataset using R Programming

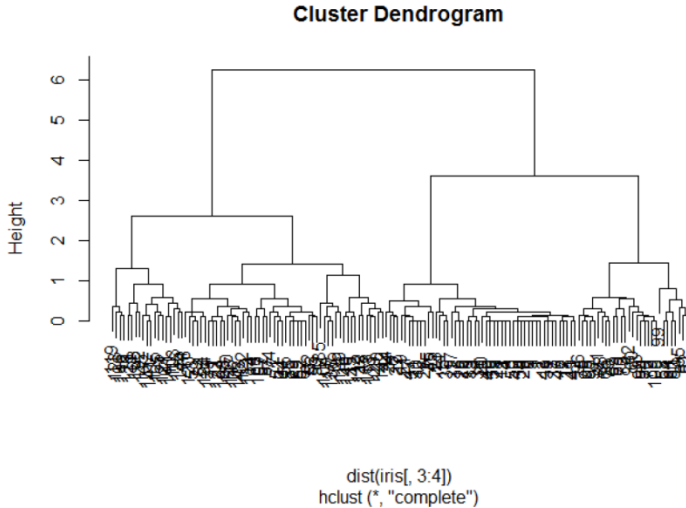


There are 3 different species of flowers. Let us see how well the hierarchical clustering algorithm can do (fig. 2). We can use `hclust` for this. `hclust` requires us to provide the data in the form of a distance matrix. We can do this by using `dist`. By default, the complete linkage method is used.

```
clusters <- hclust(dist(iris[, 3 : 4]))
plot(clusters)
```

We can see from the figure that the best choices for total number of clusters are either 3 or 4.

In this work we propose a model-based clustering method for time series. The model uses an almost surely discrete Bayesian nonparametric prior to induce clustering of the series. Specifically we propose a general



*Puc. 2: Hierarchical clustering*

Poisson-Dirichlet process mixture model, which includes the Dirichlet process mixture model as a particular case. The model accounts for typical features present in a time series like trends, seasonal and temporal components. All or only part of these features can be used for clustering according to the user.

Let  $y_i = \{y_{it} : t = 1, 2, \dots, T\}$ ,  $i = 1, \dots, n$  be a set of  $n$  time series, each of them observed during  $T$  time periods. The model is described in terms of an observation equation and an evolution or system equation as follows:

$$y_{it} = F_{it}\theta_{it} + \varepsilon_{it}, \quad (1)$$

$$\theta_{it} = \rho_1 \theta_{i,t-1} + \rho_2 \theta_{i,t-2} + v_{it}, \quad (2)$$

where  $\epsilon_{it} \sim N(0, \sigma_{\epsilon_{it}}^2)$ ,  $v_{it} \sim N(0, \sigma_2^2 \theta)$ . Evolution equation (2) describes a dynamic in the coefficients  $\theta_{it}$  as an autoregressive process of order two (i.e., an AR(2)). AR(2) process is stationary, if:  $\phi_2 < 1 + \phi_1$ ,  $\phi_2 < 1 - \phi_1$ ,  $\phi_2 > -1$ .

To accommodate level, trends, seasonal and temporal components in the model, we can define an observation equation, as in (1), such that

$$E(y_{it}) = \mu_i + \omega_0 i g(t) + \vartheta_0 ih(t) + \theta_{it}$$

where  $\mu_i$  denotes the level of the series,  $\omega_0 i g(t)$  denotes a polynomial trend,  $\vartheta_0 ih(t)$  denotes the seasonal component, which can be defined through latent indicators [3].

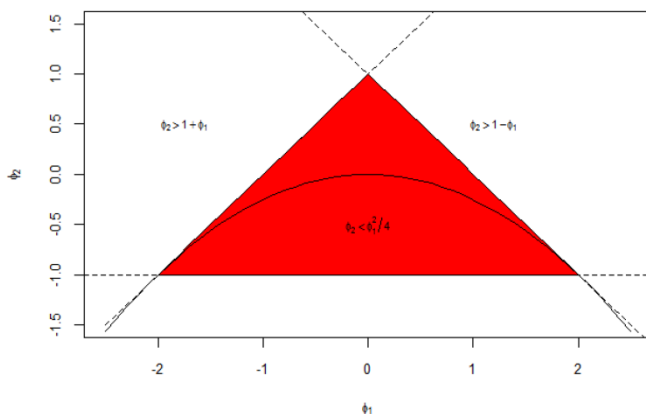


Fig. 3: Stationarity of the process AR(2) using R Programming

The task of clustering was realized as early as the 2nd century BC. In "A Letter to a Scientist's Neighbor" Democritus writes: "If you, my friend, need to understand the complex heap of facts or things, you first decompose them into a small number of heaps by similarity. The picture will clear up, and you will understand the nature of these things." Agreeing with Democritus, nowadays with the help of computer technology is the ability to handle large in terms of data. In particular, R Programming provides a wide tools for time series analysis and cluster analysis. R Programming was the main programming language in relation to the tasks of statistics. Statistics become number one in the science world. Because, who owns the information - owns the world.

**Література:**

1. U. M. Fayyad, G. Piatetsky-Shapiro, P. Smyth, and R. Uthurusamy (editors). *Advances in knowledge discovery and data mining*. – Menlo Park / Cambridge: AAAI Press / MIT Press, 1996.
2. Cristina Olaru and Louis Wehenkel. *DATA MINING // IEEE Computer Applications in Power*. – 1999. – Volume 12, Number 3. – Pages 19-25.
3. Luis E. Nieto-Barajas, Alberto Contreras-Crist. *A Bayesian Nonparametric Approach for Time Series Clustering // Bayesian Analysis*. – 2014. – 9. – P. 147-170.

**CONDIȚII INVARIANTE DE STABILITATE A MIȘCĂRILOR  
NEPERTURBATE PENTRU SISTEMUL DIFERENȚIAL CU  
NELINEARITĂȚI CUBICE ÎN CAZUL CRITIC**

*NEAGU NATALIA,  
Universitatea de Stat din Tiraspol*

Vom examina sistemul diferențial, al mișcării perurbate cu nelinearități cubice

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= cx + dy + px^3 + 3qx^2y + 3rxy^2 + sy^3, \\ \frac{dy}{dt} &= ex + fy + tx^3 + 3ux^2y + 3vxy^2 + wy^3, \end{aligned} \quad (1)$$

unde  $c, d, e, f, p, q, r, s, t, u, v, w$  sunt coeficienți reali arbitrari.

Ușor se poate arăta că dacă se satisfac condițiile invariante

$$I_1^2 - I_2 = 0, \quad I_1 < 0 \quad (2)$$

unde

$$I_1 = a_\alpha^\alpha, I_2 = a_\beta^\alpha a_\alpha^\beta,$$

atunci sistemul (1), printr-o transformare centro-afină, poate fi adus la următorul sistem critic de tip Lyapunov:

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= px^3 + 3qx^2y + 3rxy^2 + sy^3, \\ \frac{dy}{dt} &= ex + fy + tx^3 + 3ux^2y + 3vxy^2 + wy^3. \end{aligned} \quad (3)$$

Analizăm ecuația necritică egalând-o cu zero

$$ex + fy + tx^3 + 3ux^2y + 3vxy^2 + wy^3 = 0.$$

Deoarece conform (2) pentru sistemul (3) avem  $I_1 = f < 0$ , atunci din ultima relație, îl exprimăm pe  $y$  sub forma

$$y = -\frac{e}{f}x - \frac{t}{f}x^3 - 3\frac{u}{f}x^2y - 3\frac{v}{f}xy^2 - \frac{w}{f}y^3. \quad (4)$$

Vom căuta  $y$  ca o funcție olomorvă de  $x$ , atunci putem scrie

$$y = -\frac{e}{f}x + B_2x^2 + B_3x^3 + B_4x^4 + B_5x^5 + B_6x^6 + B_7x^7 + \\ + B_8x^8 + B_9x^9 + \dots \quad (5)$$

Înlocuind (5) în (4) și egalând, în relația primită, expresiile de pe lângă aceleași puteri a lui  $x$  avem

$$B_i = 0 \quad (i = 2n, \forall n \in \mathbb{N}), B_3 = -\frac{t}{f} + 3\frac{eu}{f^2} - 3\frac{e^2v}{f^3} + \frac{e^3w}{f^4}, \\ B_5 = -3\left(\frac{u}{f} - 2\frac{ev}{f^2} + \frac{e^2w}{f^3}\right)B_3, \\ B_7 = -3\left[\left(\frac{v}{f} - \frac{ew}{f^2}\right)B_3 - 3\left(\frac{u}{f} - 2\frac{ev}{f^2} + \frac{e^2w}{f^3}\right)^2\right]B_3, \quad (6) \\ B_9 = -\left[\frac{w}{f}B_3^3 + 6\left(\frac{v}{f} - \frac{ew}{f^2}\right)B_3B_5 + 3\left(\frac{u}{f} - 2\frac{ev}{f^2} + \frac{e^2w}{f^3}\right)B_7\right], \dots$$

Introducând (5) în partea dreaptă a ecuației diferențiale critice (3) obținem

$$px^3 + 3qx^2y + 3rxy^2 + sy^3 = A_2x^2 + A_3x^3 + A_4x^4 + A_5x^5 + \\ + A_6x^6 + A_7x^7 + A_8x^8 + A_9x^9 + A_{10}x^{10} + A_{11}x^{11} + \dots$$

De aici, luând în considerație (5) și (6) avem

$$A_i = 0 \quad (i = 2n, \forall n \in \mathbb{N}), A_3 = p - 3\frac{eq}{f} + 3\frac{e^2r}{f^2} - \frac{e^3s}{f^3}, \\ A_5 = 3\left(q - 2\frac{er}{f} + \frac{e^2s}{f^2}\right)B_3, \\ A_7 = sB_3^3 + 6\left(r - \frac{es}{f}\right)B_3B_5 + 3\left(q - 2\frac{er}{f} + \frac{e^2s}{f^2}\right)B_7, \quad (7) \\ A_9 = 3[sB_3^2B_5 + \left(r - \frac{es}{f}\right)(2B_3B_7 + B_5^2)] + \left(q - 2\frac{er}{f} + \frac{e^2s}{f^2}\right)B_9], \dots$$

Vom introduce notațiile

$$T = f^3p - 3ef^2q + 3e^2fr - e^3s, U = -f^3t + 3ef^2u - 3e^2fv + e^3w, \\ V = f^2q - 2efr + e^2s, \quad W = fr - es. \quad (8)$$

Atunci, din (6)-(7), cu aceste notații primim

$$A_3 = \frac{1}{f^3}T, B_3 = \frac{1}{f^4}U, A_5 = \frac{3}{f^2}VB_3, A_7 = 3\left(\frac{1}{f}WB_3^2 + \frac{1}{f^2}VB_5\right),$$

$$A_9 = sB_3^3 + \frac{6}{f}WB_3B_5 + \frac{3}{f^2}VB_7, \dots \quad (9)$$

Utilizând Teorema lui Lyapunov despre stabilitatea mișcării neperturbate [1, §32] și expresiile (8)-(9) obținem

**Lema 1.** Stabilitatea mișcării neperturbate descrisă de sistemul mișcării perturbate (3) include toate cazurile posibile în următoarele zece: Dacă pentru expresiile (8) (având în vedere că  $I_1 = f < 0$ ) au loc condițiile

**I.**  $T < 0$ , atunci mișcarea neperturbată este **instabilă**;

**II.**  $T > 0$ , atunci mișcarea neperturbată este **stabilă**;

**III.**  $T \equiv 0, UV > 0$ , atunci mișcarea neperturbată este **instabilă**;

**IV.**  $T \equiv 0, UV < 0$ , atunci mișcarea neperturbată este **stabilă**;

**V.**  $T = V = 0, U \neq 0, W < 0$ , atunci mișcarea neperturbată este **instabilă**;

**VI.**  $T = V = 0, U \neq 0, W > 0$ , atunci mișcarea neperturbată este **stabilă**;

**VII.**  $T = V = W = 0, sU > 0$ , atunci mișcarea neperturbată este **instabilă**;

**VIII.**  $T = V = W = 0, sU < 0$ , atunci mișcarea neperturbată este **stabilă**;

**IX.**  $T = U = 0$ , atunci mișcarea neperturbată este **stabilă**;

**X.**  $p = q = r = s = 0$ , atunci mișcarea neperturbată este **stabilă**.

În ultimile două cazuri, mișcarea neperturbată aparține unor serii continue de mișcări stabilizate (staționare), iar în cazurile II, IV, VI, VIII această mișcare este, mai mult ca atât, și asimptotic stabilă [2]. Expresiile T, U, V, W sunt din (8).

Reeșind din bazele polinomiale ale comitanților și invariantilor centroafini ai sistemului (1), aduse în [3], putem scrie algebrele Sibirsky cu generatorii

$$S_{1,3} = \{J_1, J_2, \dots, J_{20}, K_1, K_2, \dots, K_{13}, Q_1, Q_2, \dots, Q_4\},$$

$$SI_{1,3} = \{J_1, J_2, \dots, J_{20}\},$$

unde  $J_i, K_j$  și  $Q_k$  sunt invariantii și comitanții acestor algebre. Generatorii relațiilor de definiție (sizigiilor) nu sunt cunoscute.

Introducând în sistemul (1) notațiile

$$\begin{aligned} x^1 &= x, a_1^1 = c, a_2^1 = d, a_{111}^1 = p, a_{112}^1 = q, a_{122}^1 = r, a_{222}^1 = s, \\ x^2 &= x, a_1^2 = e, a_2^2 = f, a_{111}^2 = t, a_{112}^2 = u, a_{122}^2 = v, a_{222}^2 = w, \end{aligned} \quad (10)$$

în continuare vom avea nevoie de următorii generatori ai algebrelor Sibirsky  $S_{1,3}$  și  $SI_{1,3}$ , care în formă formală se vor scrie

$$\begin{aligned} J_1 &\equiv I_1 = a_\alpha^\alpha, J_2 \equiv I_2 = a_\beta^\beta a_\alpha^\beta, J_3 = a_\pi^\alpha a_{\kappa\alpha\beta}^\beta \varepsilon^{\pi\kappa}, J_6 = a_\pi^\alpha a_\gamma^\beta a_{\kappa\alpha\beta}^\gamma \varepsilon^{\pi\kappa}, \\ K_1 &= a_\beta^\alpha x^\beta x^\gamma \varepsilon_{\alpha\gamma}, K_2 = a_{\alpha\beta\gamma}^\alpha x^\beta x^\gamma, K_3 = a_{\alpha\beta\gamma}^\pi x^\alpha x^\beta x^\gamma x^\kappa \varepsilon_{\pi\kappa}, \\ Q_1 &= a_\pi^\alpha a_{\beta\gamma\delta}^\kappa x^\alpha x^\beta x^\gamma x^\delta \varepsilon_{\pi\kappa}, Q_2 = a_\beta^\alpha a_{\alpha\gamma\delta}^\beta x^\alpha x^\gamma x^\delta, \\ Q_3 &= a_\gamma^\alpha a_{\alpha\beta\delta}^\beta x^\alpha x^\gamma x^\delta, Q_4 = a_\gamma^\alpha a_\delta^\beta a_{\alpha\beta\gamma}^\gamma x^\delta x^\eta. \end{aligned} \quad (11)$$

Cu ajutorul acestor generatori vom forma următoarele expresii invariante:

$$\begin{aligned} F_1 &= K_1(J_6 - J_1 J_3) + J_1[J_1^2 K_2 - J_1(Q_2 + Q_3) + Q_4], F_2 = J_6 - J_1 J_3, \\ F_3 &= K_1[J_3 K_1 - J_1(J_1 K_2 + 2Q_2 - Q_3)] + J_1^2(J_1 K_3 + Q_1), \\ F_4 &= J_1 K_2 - Q_2, F_2 = Q_1. \end{aligned} \quad (12)$$

**Teoremă.** Dacă pentru sistemul diferențial al mișcării perturbate

$$\frac{dx^j}{dt} = a_\alpha^j x^\alpha + a_{\alpha\beta\gamma}^j x^\alpha x^\beta x^\gamma \quad (j, \alpha, \beta, \gamma = 1, 2)$$

se satisfac condițiile invariante  $J_1^2 - J_2 = 0, J_1 < 0$ , atunci stabilitatea mișcării neperturbate, descrisă de sistemul (1), include toate cazurile posibile în următoarele zece:

- I.  $F_1 < 0$ , atunci mișcarea neperturbată este **instabilă**;
- II.  $F_1 > 0$ , atunci mișcarea neperturbată este **stabilă**;
- III.  $F_1 \equiv 0, F_2 F_3 > 0$ , atunci mișcarea neperturbată este **instabilă**;
- IV.  $F_1 \equiv 0, F_2 F_3 < 0$ , atunci mișcarea neperturbată este **stabilă**;
- V.  $F_1 \equiv 0, F_2 = 0, F_3 \neq 0, F_4 < 0$ , atunci mișcarea neperturbată este **instabilă**;
- VI.  $F_1 \equiv 0, F_2 = 0, F_3 \neq 0, F_4 > 0$ , atunci mișcarea neperturbată este **stabilă**;
- VII.  $F_1 \equiv 0, F_2 = 0, F_4 \equiv 0, F_3 F_5 > 0$ , atunci mișcarea neperturbată este **instabilă**;
- VIII.  $F_1 \equiv 0, F_2 = 0, F_4 \equiv 0, F_3 F_5 < 0$ , atunci mișcarea neperturbată este **stabilă**;
- IX.  $F_3 \equiv 0$ , atunci mișcarea neperturbată este **stabilă**;
- X.  $F_5 \equiv 0$ , atunci mișcarea neperturbată este **stabilă**.

În ultimile două cazuri mișcarea neperturbată aparține unor serii continui de mișcări stabilizate (staționare), iar în cazurile II, IV, VI, VIII această

mișcare este, mai mult ca atât, și asimptotic stabilă. Expresiile  $F_i$  ( $i = 1,5$ ) sunt din (12).

Aceste cercetări au fost finanțate parțial de proiectele 15.817.02.18F, 16.80012.02.01F și 15.817.02.03F.

### **Bibliografie**

1. Liapunov A. M. Obschaia zadacha ob ustoichivosti dvijenja. Sbranie sochinenii, II - Moskva-Leningrad: Izd. Acad. Nauk SSSR, 1956 (in Russian).
2. Malkin I. G. Teoria ustoichivosti dvijenja. Izd. Nauka, Moskva, 1966 (in Russian).
3. Cebanu V. M. Minimalinii polinomialinii bazis comitantov cubiceskoi differentsialnoi systemy. Diff. Uravnenia, 1985, v. 21, No. 3, p. 541-543, Minsk.

## DIRIJAREA CU CONVERTIZORUL DE FRECVENȚĂ BAZAT PE TEHNOLOGIA IPC

CALOSIN DANILA  
*Științe Fizice*

Obiectivul lucrării constă în studierea caracteristicilor statice ale convertorului realizat pe baza regulatorului parametric de putere (IPC [1,2]), care permite o reglare independentă a valorii și direcției puterilor active și reactive pe barele sistemului de primire și a sistemului de transmitere. Rezultatele obținute denotă concluzia menținerii unui nivel suficient de ridicat de stabilitate a puterii active transmise în procesul de reglare.

Modelul instalației convertorului de frecvență realizat în baza tehnologiei IPC prezentat în Fig.1, este dotat cu șase module perechi de elemente reactive conjugate (susceptances).

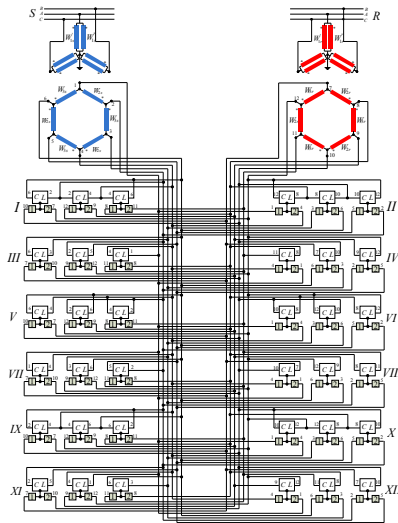


Figura 1. Schema electrică a convertorului de frecvență pe baza tehnologiei IPC



La rândul său, fiecare modul este echipat cu două comutatoare electronice de putere dirijate, care permit schimbarea direcției fluxului de putere între sistemul de transmisie ( $S$ ) și sistemul de primire ( $R$ ).

Folosind legea combinatorie, obținem un număr nerepetat de combinații posibile de cuplare a comutatoarelor:

$$A_n^k = n^k, \quad (1)$$

unde:  $k$  – numărul de perechi de elemente reactive conjugate;

$n$  – numărul nerepetat al combinațiilor posibile de cuplare a comutatoarelor pentru o pereche de module.

Folosind formula 1, pentru o pereche de elemente reactive cuplate obținem 4 combinații nerepetate de cuplare a comutatoarelor, iar pentru șase perechi de elemente reactive conjugate obținem 4096 de combinații de cuplare a comutatoarelor.

Fiecare pereche de elemente reactive conjugate este calculată la valoarea puterii active transmise ( $P$ ) și a puterii reactive ( $Q$ ), care variază conform legii cosinus.

Valoarea și direcția puterii active și reactive transmise de instalație în dependență de combinația de cuplare a cheilor la modulele perechi cuplate și unghiul  $\delta_{sr}$  dintre sistemul de transmisie ( $S$ ) și sistemul de recepție ( $R$ ), pot fi determinate prin următoarele formule:

$$P_m = P_n^{I,II} + P_n^{III,IV} + P_n^{V,VI} + P_n^{VII,VIII} + P_n^{IX,X} + P_n^{XI,XII} + P_0, \quad (2)$$

unde:  $m$  – numărul de combinații de comutare a cheilor la modulele perechi a instalației, de la 1 pînă la 4096;

$P_n^{I,II}, P_n^{III,IV}, P_n^{V,VI}, P_n^{VII,VIII}, P_n^{IX,X}, P_n^{XI,XII}$  – puterea transmisă de către o pereche de module în dependență de combinația cheilor cuplate în modulul pereche;

$n$  – pozițiile cheilor la modulele pereche (1-1, 2-2, 1-2, 2-1);

$P_0$  – factorul constant de putere activă introdus de către instalație (-33 W).

$$Q_m = Q_n^{I,II} + Q_n^{III,IV} + Q_n^{V,VI} + Q_n^{VII,VIII} + Q_n^{IX,X} + Q_n^{XI,XII} + Q_0, \quad (3)$$

unde:  $m$  – numărul de combinații de comutare a cheilor la modulele perechi a instalației, de la 1 pînă la 4096;

$Q_n^{I,II}, Q_n^{III,IV}, Q_n^{V,VI}, Q_n^{VII,VIII}, Q_n^{IX,X}, Q_n^{XI,XII}$  – puterea transmisă de către o pereche de module în dependență de combinația cheilor comutate în modulul pereche;

$n$  – pozițiile cheilor la modulele pereche (1-1, 2-2, 1-2, 2-1);

$Q_0$  – factorul constant de putere reactivă introdus de către instalație (-85 Var).

Folosind formulele (2) și (3), să examinăm cazul în care la toate modulele perechi toate cheile de cuplare sunt în poziția 1, adică  $n = 1-1$  și unghiul  $\delta_{sr} = 0$ . Atunci, expresia (2) și (3) iau următorul aspect:

Puterea activă:

$$P_1 = P_{1-1}^{I,II} + P_{1-1}^{III,IV} + P_{1-1}^{V,VI} + P_{1-1}^{VII,VIII} + P_{1-1}^{IX,X} + P_{1-1}^{XI,XII} + P_0$$

$$P_1 = P \cdot \cos \delta_{sr} + P \cdot \left( -\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \cos \delta_{sr} + \frac{1}{2} \cdot \sin \delta_{sr} \right) + P \cdot \left( \frac{1}{2} \cdot \cos \delta_{sr} - \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \sin \delta_{sr} \right) + P \cdot \sin \delta_{sr} + P \cdot \left( -\frac{1}{2} \cdot \cos \delta_{sr} - \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \sin \delta_{sr} \right) + P \cdot \left( \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \cos \delta_{sr} + \frac{1}{2} \cdot \sin \delta_{sr} \right) + (-33),$$

$$P_1 = P \cdot (\cos \delta_{sr} + 2 \cdot \sin \delta_{sr} - \sqrt{3} \cdot \sin \delta_{sr}) - 33,$$

$$P_1 = 664 \cdot (\cos 0 + 2 \cdot \sin 0 - \sqrt{3} \cdot \sin 0) - 33 = 631W$$

Puterea reactivă:

$$Q_1 = Q_{1-1}^{I,II} + Q_{1-1}^{III,IV} + Q_{1-1}^{V,VI} + Q_{1-1}^{VII,VIII} + Q_{1-1}^{IX,X} + Q_{1-1}^{XI,XII} + Q_0$$

$$\begin{aligned}
 Q_1 &= Q \cdot \sin \delta_{sr} + Q \cdot \left(-\frac{1}{2} \cdot \cos \delta_{sr} - \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \sin \delta_{sr}\right) + Q \cdot \left(\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \cos \delta_{sr} + \right. \\
 &\quad \left. + \frac{1}{2} \cdot \sin \delta_{sr}\right) + (-Q \cdot \cos \delta_{sr}) + Q \cdot \left(\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \cos \delta_{sr} - \frac{1}{2} \cdot \sin \delta_{sr}\right) + \\
 &\quad + Q \cdot \left(-\frac{1}{2} \cdot \cos \delta_{sr} + \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \sin \delta_{sr}\right) + (-85), \\
 Q_1 &= Q \cdot (\sin \delta_{sr} - 2 \cdot \cos \delta_{sr} + \sqrt{3} \cdot \cos \delta_{sr}) - 85, \\
 Q_1 &= 664 \cdot (\sin 0 - 2 \cdot \cos 0 + \sqrt{3} \cdot \cos 0) - 85 = -262,91 \text{Var}
 \end{aligned}$$

Efectuarea calculului similar pentru toate celelalte 4095 combinații de comutare a condus la obținerea diferitor niveluri de putere transmisă a instalației investigate. Rezultatele calculului sunt prezentate într-un plan complex de  $P, Q$  coordonate în Fig.2.

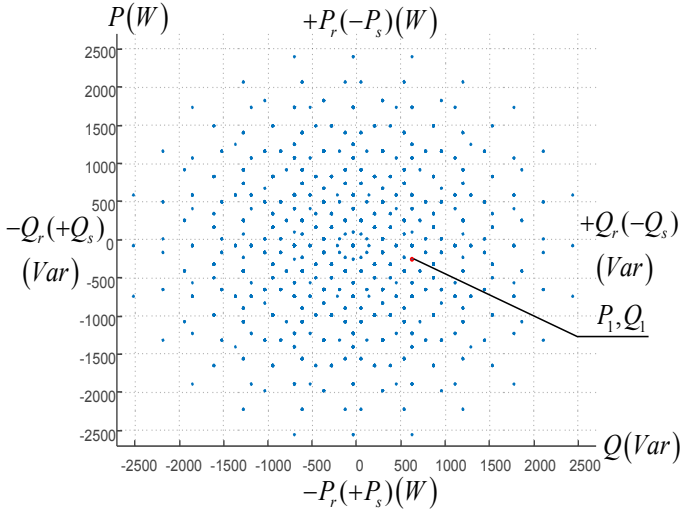


Figura 2. Valorile plane complexe ale puterii transmise de la intrarea și ieșirea instalației

Informația grafică prezentată în Fig.2, descrie transferul de putere din sistemul de transmitere ( $S$ ) în sistemul de recepție ( $R$ ), iar semnele „+“ și „-“ se descifrează după cum urmează.

Pentru sistemul de transmitere ( $S$ ):

semnul „+“ – indică transmisia puterii în sistemul de primire ( $R$ );

semnul „-“ – indică la primirea puterii din sistemul de recepție ( $R$ ).

Pentru sistemul de recepție ( $R$ ):

semnul „+“ – indică la primirea puterii din sistemul de transmisie ( $S$ );

semnul „-“ – indică la transmiterea puterii în sistemul de transmisie ( $S$ ).

### **Bibliografie**

J. Pourhossein, G.B. Gharehpetianb, S.H. Fathib, “Static Inter-Phase Power Controller (SIPC) modeling for load flow and short circuit studies”, Energy Conversion and Management Vol 64, Dec 2012, pp. 145–151.

Jean Jacques Mandeng, Charles Hubert Kom, Jean Mbihi “Modeling and Simulation of an Electric Power Transmission Line Under Asymmetric Compensation by Dual Inter-Phase Power Controllers”, International Journal on Energy Conversion (IRECON) Vol 3, No 4, 2015, pp. 111-119.

## COLLECTIVE EFFECTS IN PHONON GENERATION WITH ARTIFICIAL ATOMS

CEBAN VICTOR

*Doctoral School of Physical Sciences, Institute of Applied Physics*

### INTRODUCTION

The cooperative behavior of an ensemble of closely spaced emitters interacting through the surrounding electromagnetic field results in the superradiant effect. This effect is valid as long as the sample dimensions are smaller than the emitter transition wavelength and is described by an enhanced fluorescence peak and faster dynamics if compared to the case of separate non-interacting emitters. It was first discovered by Dicke [1], and since have been observed in various environments as gases [2], Bose-Einstein Condensate [3], molecular aggregates [4] and crystals [5], as well as with artificial atoms as QDs [6] and quantum wells [7]. Moreover, various studies on superradiance are focused on non-classical effects as single-photon cases [8,9], including the use of QDs [10].

The use of artificial atoms in different experiments with sperradiance [6, 10] have motivated a further research of this topic by including the mechanical vibrational component to this type of systems, within the realm of optomechanics. Artificial atoms like QDs or quantum wells couple to the mechanical vibration when a localized exciton is created within under the laser pumping, i.e., when the artificial atom is excited. Moreover, advancing fabrication techniques of optomechanical devices, allows to select a single-mode phonon field by using quantum mechanical resonators with high quality factors as nanobeams [11], acoustical nanocavities [12] and vibrating membranes [13, 14]. This justifies to theoretically treat the optomechanical devices within the good cavity limit and therefore gives larger prospective to various model solvings. It is also to note, some remarkable experimental achievements on the quantum control of the mechanical vibration at mesoscopic scales as near-ground-state quantum cooling [15], phonon laser analogue [16] and squeezing of the mechanical motion [17]. These recent observations have been growing an enhanced interest and motivation for this realm of research, including the collective effects in phonon generation. Thus, phonon superradiance is predicted to be obtained with nanomagnets [18], while a subradiant effect has been observed with a coupled double QD [19].

In this paper, one will focus on the phonon superradiant effect obtained with an ensemble of QDs fixed on a nanomechanical resonator or a vibrating membrane. The QD sample is excited with a short laser pulse and the excited QDs couples to the mechanical resonator vibrations. The QDs are distributed closely to each other, in order to assure a collective interaction. In what follows, one will observe that the superradiant features of the decaying QDs collection are transferred to the vibrations of the quantum mechanical resonator.

### THE MODEL

The model consists of a sample of  $N$  identical initially excited two-level quantum dots with the transition frequency  $\omega_{ph}$ . The QDs couples to the environmental electromagnetic vacuum and their spontaneous emission is described by the rate of a single QD  $\gamma$ . The atomical collective operators are defined as  $S^\pm = \sum_j S_j^\pm$ ,  $S_z = \sum_j S_z^{(j)}$ ,  $S_{22} = \sum_j S_{22}^{(j)}$ ,  $j = 1 \dots N$ , and obey the commutation relations  $[S^+, S^-] = 2S_z$ ,  $[S_z, S^\pm] = \pm S^\pm$  as the well as the relations  $S_z^2 + (S^+S^- + S^-S^+)/2 = j(j+1)$  and  $S_z = S_{22} - j$ . The single-mode phonon field is defined by the phonon frequency  $\omega$  and the bosonic creation and annihilation operators  $b$  and  $b^\dagger$ , respectively. The phonon couples to a surrounding thermal bath with a rate  $\kappa$  and interacts with an excited QD with a coupling constant  $\eta$ . The system Hamiltonian is given as:

$$H = \hbar\omega b^\dagger b + \hbar\omega_{ph} S_z + \hbar\eta S_{22} (b + b^\dagger),$$

where the first two terms are the free mechanical resonator and the free QD collection terms, while the last one describes the QD-phonon interaction. Here, one has assumed that each QD couples the phonon field equally and, therefore, the interactional component is expressed as a single collective term. The QD sample is initially excited with a laser pulse of duration  $\tau < 1/\eta$  so that it does not influence the QD-phonon dynamics.

The system dynamics is defined by the master equation for the density operator  $\rho$  that includes the damping phenomena. It is defined as:

$$\dot{\rho} = -\frac{i}{\hbar} [H, \rho] + \kappa \bar{n} \mathcal{L}(b^\dagger) + \kappa(1 + \bar{n}) \mathcal{L}(b) + \gamma \mathcal{L}(S^-),$$

where the first term represents the coherent part of the equation, the second and the third terms describe, respectively, the pumping and the damping effects of the mechanical vibration by the thermal bath and the last one represents the QDs interaction with the electromagnetic vacuum. The surrounding thermal reservoir is described by its temperature  $T$  defining the mean occupancy phonon number  $\bar{n} = (\exp(\hbar\omega/k_B T) - 1)^{-1}$ , where  $k_B$  is the Boltzmann constant. The last term is expressed by collective operators

and contains the spontaneous emission terms of the separate QDs but also the interactional terms of the QDs that interact through the surrounding electromagnetic field.

The dynamics of the phonon field and QD sample decay is expressed by the mechanical resonator mean phonon number  $\langle b^\dagger b \rangle$  and the collective QD population inversion  $\langle S_z \rangle$ , that will be discussed in the next section. Their equation of motion is deduced from the master equation and is solved by factorizing its correlations for large QD ensembles [20]. For large  $N$  numbers, the fluctuations of the population inversion may be neglected, i.e.,  $\langle S_z^2 \rangle \approx \langle S_z \rangle^2$ . Also, one may break the higher order QD-phonon correlations for fields with higher mean phonon numbers in the resonator by maintaining the symmetry of the system of equation of motion.

### THE RESULTS

The temporal collective behavior of the mechanical resonator mean phonon number  $\langle n \rangle = \langle b^\dagger b \rangle$ , the collective QD population inversion  $\langle S_z \rangle$  and the normalized QDs fluorescence intensity  $I = -\partial \langle S_z \rangle / (j^2 \partial t)$ ,  $j = N/2$  are shown in figure 1. In figure 1a the atoms decay and fluorescence shows a classic case of superradiance effect. The fluorescence spectra shows an  $N^2$  increase in intensity and  $N$  times faster QD decay. Although being coupled to the mechanical oscillator, their dynamic is unchanged by the phonon field. However, the mechanical oscillator is affected by the QD cooperative behaviour and its dynamics is scaled to the QDs decay lifetime. Therefore, the superradiant fast dynamics is transferred to the phonon field. The phonon field is enhanced as long as the QD simple does not reach the collective ground-state, the there are no longer phonon generated in the mechanical resonator and its dynamics is affected only by the damping phenomena and depends on the resonator leaking rate  $\kappa$ . As in the classical photon superradiance case, the phonon emission is enhanced. However, its maximum value is defined by the resonator damping rate and temperature and is no longer increased in  $N^2$  at its maximum value. Moreover, the  $N^2$  phonon field intensity enhancement is no longer a consequence of the cooperative interactions as it is also valid for separate, non-interacting QD collection due the nature of the QD-phonon interaction.

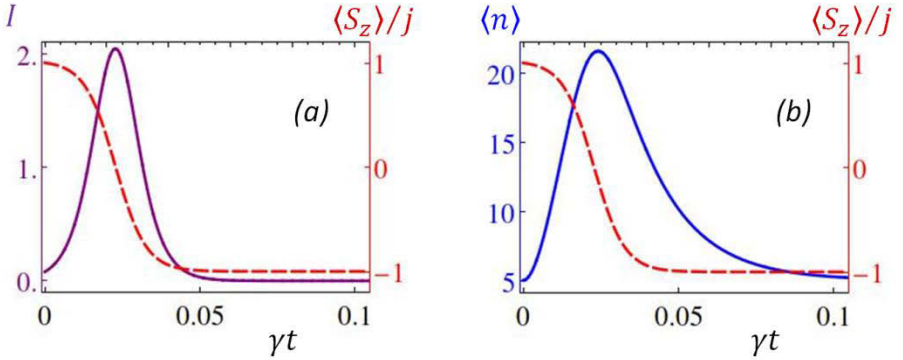


Figure 1: *The temporal evolution of QDs population inversion (red dashed lines), (a): the QDs fluorescence intensity (purple solid line) and (b): the phonon mean number (blue solid line) as function of the normalized time. Here  $\omega/\gamma = 30, \eta/\gamma = 3, \kappa/\gamma = 30, N = 100, \bar{n} = 5$ .*

## SUMMARY

One have showed that the cooperative superradiant behaviour of an ensemble of two-level interacting QDs embedded on a nanomechanical resonator is transferred to the quantum vibration of the resonator. The phonon field is enhanced and shows a faster dynamics. However, the intensity increase is not the same as with the photon superradiance case.

## References:

1. R. H. Dicke, Phys. Rev. 93, 99 (1954).
2. N. Skribanowitz, I. P. Herman, J. C. MacGillivray and M. S. Feld, Phys. Rev. Lett. 30, 309 (1973).
3. K. Baumann, C. Guerlin, F. Brennecke and T. Esslinger, Nature (London) 464, 1301 (2010).
4. S. De Boer and D. A. Wiersma, Chem. Phys. Lett. 165, 45 (1990).
5. S. V. Frolov, W. Gellermann, M. Ozaki, K. Yoshino and Z. V. Vardeny, Phys. Rev. Lett. 78, 729 (1997).
6. M. Scheibner, T. Schmidt, L. Worschech, A. Forchel, G. Bacher, T. Passow and D. Hommel, Nat. Phys. 3, 106 (2007).
7. K. Cong, Q. Zhang, Y. Wang, G. T. Noe II, A. Belyanin, and J. Kono, J. Opt. Soc. Am. B 33, C80 (2016).
8. M.O. Scully, E. S. Fry, C.H. Raymond Ooi, and K. W'odkiewicz, Phys. Rev. Lett. 96, 010501 (2006).
9. P. Longo, C. H. Keitel, and J. Evers, Sci. Rep. 6, 23628 (2016).



10. P. Tighineanu, R. S. Daveau, T. B. Lehmann, H. E. Beere, D. A. Ritchie, P. Lodahl, and S. Stobbe, *Phys. Rev. Lett.* 116, 163604 (2016).
11. T. Rocheleau, T. Ndikum, C. Macklin, J. B. Hertzberg, A. A. Clerk, and K. C. Schwab, *Nature (London)* 463, 72 (2010).
12. O. O. Soykal, R. Ruskov, and Ch. Tahan, *Phys. Rev. Lett.* 107, 235502 (2011).
13. J. D. Thompson, B. M. Zwickl, A. M. Jayich, F. Marquardt, S. M. Girvin, and J. G. E. Harris, *Nature (London)* 452, 72 (2008).
14. T. Bağcı, A. Simonsen, S. Schmid, L. G. Villanueva, E. Zeuthen, J. Appel, J. M. Taylor, A. Sørensen, K. Usami, A. Schliesser, and E. S. Polzik, *Nature Lett.* 507, 81 (2014).
15. A. D. O'Connell, M. Hofheinz, M. Ansmann, Radosław C. Bialczak, M. Lenander, E. Lucero, M. Neeley, D. Sank, H. Wang, M. Weides, J. Wenner, J. M. Martinis, and A. N. Cleland, *Nature (London)* 464, 697 (2010).
16. K. Vahala, M. Herrmann, S. Knünz, V. Batteiger, G. Saathoff, T. W. Hänsch, and Th. Udem, *Nat. Phys.* 5, 682 (2009).
17. E.E.Wollman, C.U. Lei, A. J.Weinstein, J. Suh, A. Kronwald, F. Marquardt, A. A. Clerk, and K. C. Schwab, *Science* 349, 952 (2015).
18. E. M. Chudnovsky and D. A. Garanin, *Phys. Rev. Lett.* 93, 257205 (2004).
19. T. Brandes and B. Kramer, *Phys. Rev. Lett.* 83, 3021 (1999).
20. V. Ceban, P. Longo and M. A. Macovei, *Phys. Rev. A* 95, 023806 (2017).

## **PARTICULARITĂȚILE FORMĂRII STRATULUI INTERMEDIAR SiO<sub>2</sub> în STRUCTURILE ITO/n-Si.**

*CURMEI NICOLAI  
Institutul de Fizică Aplicată A.Ș.M.*

În general, influența favorabilă a stratului izolator de la interfața structurilor de tip SIS asupra proprietăților fizice ale acestora este bine cunoscută [1]. Însă problema constă în faptul că pentru același tip de structuri, dar obținute în diferite condiții această influență nu a fost studiată suficient. De exemplu, structurile ITO-nSi pot fi obținute prin cel puțin cinci metode diferite [1-5], astfel pentru fiecare caz de obținere a structurilor  $n^+$ -ITO/i-SiO<sub>2</sub>/n-Si influența stratului izolator asupra parametrilor structurii în calitate de convertor fotovoltaic va fi specifică.

Scopul prezentei lucrări este determinarea condițiilor de tratare a plachetelor de Si pentru formarea stratului SiO<sub>2</sub> de grosime optimală în cazul obținerii structurilor menționate prin metoda spay-pyroizei.

La realizarea structurilor  $n^+ITO/SiO_2/nSi$  au fost utilizate plachete de siliciu cristaline, orientate cristalografic (100), de conductibilitate  $0,2 - 10\Omega^{-1}cm^{-1}$ , asigurată de concentrația electronilor  $10^{15} - 5 \cdot 10^{15}cm^{-3}$  de mobilitate  $\sim 1250cm^2/(V \cdot s)$ . Deoarece obiectele de studiu reprezintă o structură ce constă dintr-o plachetă cristalină cu un strat subțire depus pe ea (barieră de potențial puțin adâncă), confecționarea lor conține următoarele operațiuni: *a)* tratarea chimică a substraturilor cristaline; *b)* formarea stratului intermediar  $SiO_2$ ; *c)* depunerea componentei frontale a structurii sub forma unui strat subțire ITO; *d)* depunerea contactelor ohmice.

Bariera de potențial se formează pe suprafața siliciului curățată de grăsimi, oxizi și atomi sorbiți pe suprafață. Pentru curățarea plachetelor de siliciu se efectuează fierberea acestora timp de 15-20min în soluția  $NH_4OH+H_2O_2+H_2O$  în care substanțele chimice se conțin în raport 1:1:3. După degresare, cu scopul eliminării stratului de oxid de pe suprafața plachetelor, acestea se tratează în acid fluorhidric timp de 1min. Următoarea treaptă în tratarea chimică a plachetelor de siliciu este eliminarea stratului mecanic deteriorat în procesul de tăiere și șlefuire a acestuia. Grosimea acestui strat se consideră a fi

$$d = k \cdot \delta, \quad (11)$$

unde  $k$ -este o constantă specifică pentru fiecare material semiconductor concret, pentru Si  $k=1,7$ ;  $\delta$ - dimensiunea particulei abrazive în pulberea folosită pentru tratarea mecanică a materialului semiconductor cristalin.

Pentru eliminarea stratului mecanic deteriorat se efectua tratarea chimică a plachetelor de siliciu în corodanții ce utilizau ca componente acidul fluorhidric (HF) și azotic ( $HNO_3$ ), unde acidul azotic îndeplinește rolul oxidantului suprafeței substratului, iar HF rolul defolventului. Raportul acestor două componente joacă un rol important în viteza de corodare a suprafeței cristalului. În unii corodanți pentru micșorarea vitezei de corodare și ușurarea controlului procesului de corodare în componența corodantului se adaugă acidul acetic ( $CH_3COOH$ ). Neajunsul principal al sistemului de corodare HF- $HNO_3$  constă în obținerea după tratarea chimică a suprafețelor cu viteze înalte de recombinare a purtătorilor de sarcină [6]. Valorile majorate de 10-12m/s ale vitezei de recombinare la suprafață nu asigură o caracteristică stabilă a suprafeței cristalului. Pentru înlăturarea acestui neajuns în componența corodantului menționat se adaugă  $Na_2Cr_2O_7$ . Tratarea în o astfel de componență a corodantului permite micșorarea vitezei de recombinare până la valorile de 3-5m/s ce la rândul sau conduce la micșorarea valorii curentului de saturație și majorarea tensiunii circuitului deschis a structurilor fotovoltaice în baza siliciului. Din aceste considerente

la tratarea chimică a plachetelor de siliciu s-au folosit 5 tipuri de corodanți cu următoarea componență a elementelor:

- 1) HF:HNO<sub>3</sub> (1:3)
- 2) HF:HNO<sub>3</sub> (1:3) + HF:HNO<sub>3</sub>:CH<sub>3</sub>COOH (1:3:8)
- 3) HF:HNO<sub>3</sub>:CH<sub>3</sub>COOH (1:1:3)
- 4) HF:HNO<sub>3</sub>:CH<sub>3</sub>COOH (3:3:5)
- 5) HF:HNO<sub>3</sub>:1% Na<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> (2:3:0,1)

Timpul de tratare chimică diferențiat pentru fiecare tip de corodant în parte a fost determinat reieșind din raportul cantităților dintre oxidant și dezinolvant. După spălarea minuțioasă în apă dublu distilată suprafețele plachetei de siliciu se considerau purificate și se trecea la formarea stratului intermediar izolator pe suprafața componentei de bază a celulei solare.

Formarea stratului oxid SiO<sub>2</sub> pe suprafața Si poate fi efectuată prin folosirea metodelor de oxidare anodică, chimică și termică. Însă, în cazul preparării celulelor solare n<sup>+</sup>ITO/SiO<sub>2</sub>/nSi cu suprafețe active majorate mai acceptabile s-au dovedit a fi metodele chimice și termice de oxidare a suprafeței siliciului.

Metoda chimică constă în următorul: după tratarea plachetelor de siliciu în corodantul, conținutul căruia este bazat pe acizii HF și HNO<sub>3</sub>, și spălarea plachetelor în apă dublu distilată, acestea se tratau în diferite perioade de timp în HNO<sub>3</sub>, deoarece anume acest acid în corodantul utilizat joacă rolul oxidantului. Considerând grosimea stratului oxid, format în rezultatul acestei tratări, proporțională cu durata tratării, au fost obținute plachete de siliciu cu diverse grosimi ale stratului SiO<sub>2</sub>.

Ce privește metoda termică de oxidare a suprafeței plachetelor de siliciu, se poate constata următorul. Metoda de depunere a stratului frontal ITO prin pulverizarea și piroliza soluției chimice prevede încălzirea plachetei de siliciu până la 450-500°C într-un mediu oxidant, format de oxigenul comprimat folosit pentru pulverizarea soluției în etanol a clorurilor de indiu și staniu. Clar că în timp de ~2min ce ocupă instalarea plachetei pe suport în interiorul cuptorului electric, încălzirea acestei și depunerea stratului ITO, suprafața plachetei de siliciu se oxidează.

Măsurarea grosimilor straturilor subțiri implică dificultăți și necesită aplicarea metodelor speciale. Pentru determinarea mai precisă a grosimilor straturilor oxide SiO<sub>2</sub>, formate pe suprafața plachetelor de siliciu, se utilizează metoda de elipsometrie. Această metodă este bazată pe procesele rezultante din variația fazei și amplitudinii componentelor paralele și perpendiculare a vectorului  $\vec{E}$  a luminii liniar polarizate la reflexia acestei de la suprafața oxidului. În acest caz se formează unda de lumină polarizată elipsometric care este funcția grosimii stratului oxid. Măsurătorile

grosimilor straturilor SiO<sub>2</sub>, obținute pe plachetele de siliciu prin metodele menționate, au fost efectuate prin elipsometrie și rezultatele obținute sunt prezentate în Tab.1.

Tabelul 1

*Valorile grosimilor straturilor SiO<sub>2</sub>*

Nr. d/o	Metoda tratării suprafeței de siliciu	Grosimea stratului SiO <sub>2</sub> (Å)
1	Degresare + tratare HF + HNO <sub>3</sub> :HF (3:1) timp 2min	70
2	Degresare + tratare HF + HNO <sub>3</sub> :HF (3:1) timp 2min + tratare termică 450°C timp 1min	72
3	Degresare + tratare HF + HNO <sub>3</sub> :HF (3:1) timp 2min + tratare termică 450°C timp 3min	72
4	Degresare + tratare HF + HNO <sub>3</sub> :HF (3:1) timp 2min + tratare HNO <sub>3</sub> , timp 15s	75
5	Degresare + tratare HF + HNO <sub>3</sub> :HF (3:1) timp 2min + tratare HNO <sub>3</sub> , timp 30s	85
6	Degresare + tratare HF + HNO <sub>3</sub> :HF (3:1) timp 2min+ tratarea HNO <sub>3</sub> :HF: CH <sub>3</sub> COOH (3:1:8) timp 20min, T=80-85°C	75
7	Degresare + tratare HF + tratare HNO <sub>3</sub> : HF:CH <sub>3</sub> COOH (1:1:3) timp 3min	90
8	Degresare + tratare HF + tratare HNO <sub>3</sub> :HF: CH <sub>3</sub> COOH (3:3:5) timp 3min	110
9	Degresare NH <sub>4</sub> :H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> :H <sub>2</sub> O (1:1:3) + tratare HF timp 60sec + tratare termică 450 – 500°C timp 10 – 15min. (oxidare)	25
10	Degresare + tratare HF + tratare HF:HNO <sub>3</sub> : 1% Na <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> (2:3:0,1) timp 30sec (corodare)	30
11	Degresare + tratare HF + tratare HF:HNO <sub>3</sub> : 1% Na <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> (2:3:0,1) timp 60sec	30
12	Degresare + tratare HF + tratare HF:HNO <sub>3</sub> : 1% Na <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> (2:3:0,1) timp 90sec	35
13	Degresare + tratare HF + tratare HF:HNO <sub>3</sub> : 1% Na <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> (2:3:0,1) timp 90sec + tratare HF timp 10sec	30

Toate treptele de degresare în  $\text{NH}_4\text{OH}:\text{H}_2\text{O}_2:\text{H}_2\text{O}$  (1:1:3), tratare în HF și corodare în  $\text{HNO}_3:\text{HF}$  (3:1) în cazul probelor 1, 2, 3, 4, și 5 au fost efectuate pentru toate probele într-un proces unic, care a asigurat unele și aceleași condiții de tratare. Analizând rezultatele din Tab. 1 (punctul 1) constatăm ca tratarea plachetei de siliciu în corodantul  $\text{HNO}_3:\text{HF}$  timp de 2min conduce la formarea pe suprafața plachetei a stratului  $\text{SiO}_2$  de grosime  $70\text{Å}$ . Tratarea termică la temperatura  $450^\circ\text{C}$  timp de 1-3min (condițiile de obținere a componentei ITO a structurii  $n^+\text{ITO}/\text{SiO}_2/n\text{Si}$ ) și tratarea în  $\text{HNO}_3$  (pozițiile 2-5 din Tabel) conduc la creșterea stratului izolator  $\text{SiO}_2$ . Rezultatele menționate demonstrează viabilitatea metodei chimice de obținere a stratului izolator  $\text{SiO}_2$ , însă, valorile grosimilor straturilor subțiri oxide, obținute pe suprafața plachetelor de siliciu, sunt prea mari pentru a fi transparente în procesul de separare a golurilor de bariera de potențial a structurii. Se poate de presupus că straturile în cauză sunt poroase și din această cauză tunelarea golurilor prin aceste straturi totuși este posibilă ce și se demonstrează experimental prin măsurarea parametrilor fotovoltaici. Se poate de atras atenția și la faptul că nici tratarea suplimentară termică, nici cea chimică nu majorează esențial grosimea straturilor oxide. În acest caz pentru a obține straturi monolitice este logic de a micșora viteza corodării suprafeței de siliciu, deci de utilizat pentru acest proces, de exemplu, corodanții care au o viteză de corodare mai redusă (cazul probelor 6, 7, 8). Însă, în aceste cazuri valorile straturilor oxide sunt și mai mari, ceea ce probabil se datorează creșterii conținutului acidului azotic în corodanții menționați. Experimentele efectuate cert demonstrează că după tratarea chimică în sistemul de corodanți HF –  $\text{HNO}_3$  pe suprafața plachetei de siliciu deja există stratul oxid  $\text{SiO}_2$  de o grosime de  $70\text{-}110\text{Å}$  și în procesul tehnologic de preparare a structurilor  $n^+\text{ITO}/\text{SiO}_2/n\text{Si}$  acest strat nu trebuie format, ci adus la dimensiuni cerute de teoria structurilor MIS. Procedeu pentru atingerea acestui scop, cum se vede din punctul 9 al Tab.1, este tratarea plachetei degresate în acid fluorhidric și tratarea termică după amplasarea acestea pe suportul instalației de obținere a stratului ITO la temperatura de  $450 - 500^\circ\text{C}$  timp de 10 – 15min.

În cazul corodării chimice a plachetelor de siliciu cu scopul de a atinge efectul de pasivare a suprafeței tratate se utilizează corodanții, în conținutul cărora este folosit  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  (cazul probelor 10, 11, și 12). Observăm că în rezultatul acestor tratări se obțin grosimile straturilor oxide de valori de cca  $30\text{Å}$ , iar tratarea suplimentară în HF nu modifica esențial valorile respective (cazul probei 13).

Rezultatele obținute în procesul de optimizare a parametrilor fizici ale componentelor structurii  $n^+ITO/SiO_2/nSi$  care sunt: concentrația electronilor în siliciu  $10^{15} - 5 \cdot 10^{15} cm^{-3}$ , grosimea stratului  $SiO_2$  nu mai mare de  $25\text{Å}$  în cazul tratării conform p.9 și nu mai mare de  $30\text{Å}$  în cazul tratării conform p.10 din Tab.1, grosimea stratului frontal ITO  $100 - 300nm$  de rezistență de suprafață  $150\Omega/\square$  permit prepararea în baza acestor structuri cu suprafața activă de  $4cm^2$  a celulelor solare de o eficacitate (Fig.1) de transformare a energiei radiației solare în energie electrică de  $14 - 15\%$

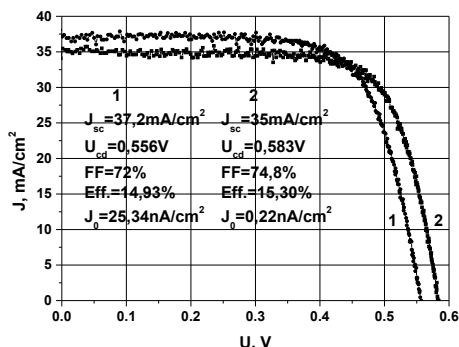


Figura 1. Caracteristicile de sarcină în condițiile AM1,5 a celulelor solare  $n^+ITO/SiO_2/nSi$  cu suprafața Si: 1 – corodată și 2 – oxidată

Analiza Fig.1 permite constatarea: stratul intermediar  $SiO_2$ , format în structura ITO/n-Si prin oxidarea termică, diminuează densitatea curentului de saturație ( $J_0$ ), majorează tensiunea circuitului deschis ( $U_{cd}$ ) ce duce la creșterea eficienței (Eff.) a dispozitivelor investigate.

#### Bibliografie:

1. F. Marques and I.Chambouleyron. Surface Barrier  $SnO_2/SiO_x/c-Si(n)$  Solar Cells: Optimisation of the Fabrication Process, Solar Cells, 1986, v.17, p.167-181.
2. J. Shewchun, J. DuBow, C. W. Willson, R. Singh, D. Burk, J. F. Wagner. The operation of the semiconductor-insulator-semiconductor (SIS) solar cells: Experiment, J. Appl.Phys., zcf1979, v.50, N.4, p.2832-2839.
3. S. Ray, J. Dutta, and A. K. Barma. Bilayer,  $SnO_2:In/SnO_2$  Thin Films as Transparent Electrodes of Amorphous Silicon Solar Cells, Thin Solid Films, 1991, v.199, p.201-207.
4. H. Kobayashi, T. Ishida, Y. Nakato, and H. Tsubomura, Mechanism of carrier transport in highly efficient solar cells having indium tin oxide/Si junctions, J.Appl.Phys., 1991, v.69, N.3, p.1736-1743.

5. A. Simashkevici, D. Sherban, A. Coval, L. Bruk, V. Fedorov, E. Bobeico, I. Usatii, Spray-deposited ITO-nSi Solar Cells with Enlarged Area, Proc. 20 EUPVSEC, Barcelona, 2005, p.980-982.

6. P. J., Holmes Practical Applications of Chemical Etching, в книге: The Electrochemistry of semiconductors, Holmes P. J. (editor), chap. 8, Acad. Press, Lnd. – N. Y., 1962, p. 329-377.

## **THERMOELECTRIC PROPERTIES OF TOPOLOGICAL INSULATORS $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ LAYERS**

*GHERGHISHAN I. GH.*

*D. Gitsu Institute of Electronic Engineering and Nanotechnologies of  
the Academy of Sciences of Moldova,*

Bismuth telluride ( $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ ) is a semiconductor, which is well known as one of the best thermoelectric materials [1-3]. At room temperature, bulk ( $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ ) and related compounds reveal the highest TE figures of merit  $ZT = S^2 \sigma T / (K_e + K_l) \sim 1$ , where  $S$  is the Seebeck coefficient,  $\sigma$  is electrical conductivity,  $T$  is the absolute temperature,  $K_e$  and  $K_l$  are the electron and phonon (lattice) contributions to the thermal conductivity.

Nowadays, increase in thermoelectric figure of merit  $Z$  is related to new phenomena, such as quantum size effect and the state of “topological insulator”. Considerable recent attention focused on  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  alloys is caused by predicted thermoelectric figure of merit improvement due to quantum size effect in size- restricted structures, which stimulated a wealth of theoretical and experimental works in this direction. Moreover  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  alloys in semiconductor concentration region are topological insulators (TI) [4-6].

Thermoelectric properties of single crystals layers of an n - type bismuth telluride topological insulator are investigated. The monocrystalline  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  layers with the thickness 10-20  $\mu\text{m}$  were prepared by the mechanical exfoliations of layers [4] from a monocrystalline ingot with a respective structure.

A four-contact method was used for comprehensive investigation of galvanomagnetic effects, in the temperature range of  $1.3 < T < 300$  K of  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  layers (Fig. 1).

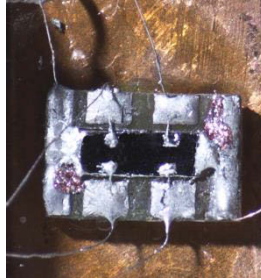


Figura 1. Single crystal  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  layer with four-contact. According X-Ray diffraction the layers was single crystals with trigonal orientation  $C3$  perpendicularly to the plane of the layers.

Figure 2 presents the temperature dependences of residual resistance  $\Delta R(T)$  and Seebeck coefficient  $\alpha(T)$  of  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  layer,  $d=20\ \mu\text{m}$ .

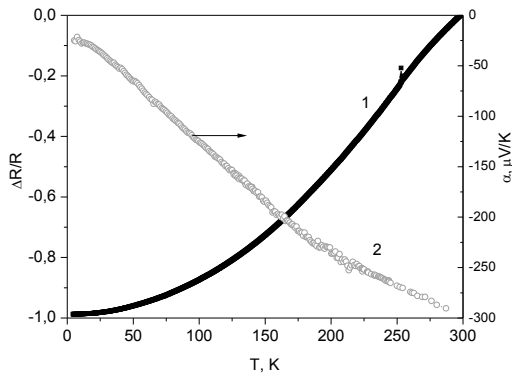


Figura. 2. The temperature dependences residual resistance  $\Delta R/R(T)$  (1) and thermopower (2)  $\alpha(T)$  the single crystal  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  layer,  $d=20\ \mu\text{m}$ .

From temperature dependences of resistance and thermo-power, the power factor  $\alpha^2\sigma$  in the temperature range of 2-300 K was calculated.

Figure 3 shows the temperature dependences of power factor  $\alpha^2\sigma(T)$   $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  layer,  $d=20\ \mu\text{m}$  in the temperature range of 4.2 – 300 K.



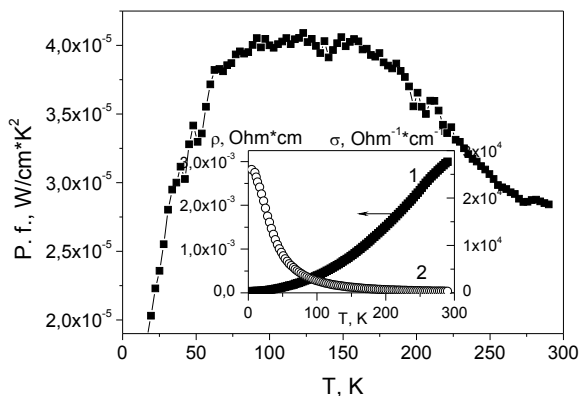


Figura 3. The temperature dependence power factor  $\alpha^2 \sigma(T)$   $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  layer,  $d = 20 \mu\text{m}$ . Inset: temperature dependences resistivity  $\rho(T)$  (1) and conductivity  $\sigma(T)$  (2).

It is found that, the maximum value of the power factor was observed in the temperature range of 60-200 K; it corresponds to the best maximum values available in the literature at temperatures above 300 K for perfect single-crystals [1-3]. Taking into account, that heat conductivity in thin layers is essentially less than in bulk samples [4], it is reasonable to expect considerable enhancement of thermoelectric efficiency over a wide temperature range, which is of great importance for the development of new highly effective thermoelectric materials based on thinner  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  topological insulator layers for practical applications in thermo generators and coolers [5, 6].

### References

1. Goldsmid H.J. Thermoelectric refrigeration. New York: Plenum Press, 1964. 240p.
2. Tritt Terry M. Thermoelectric Phenomena, Materials, and Applications. Annual Review of Materials Research. 2011, 41, 433-448.
3. Rowe, David M. CRC Handbook of Thermoelectrics. Boca Raton, FL: CRC Press, 1995. 701p.
4. Goyal V., Teweldebrhan D., and Balandin A. A. Mechanically-exfoliated stacks of thin films of  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  topological insulators with enhanced thermoelectric performance. Appl Phys Lett. 2010, (97), 133117.
5. Kamran Behnia, "Fundamentals of Thermoelectricity", Oxford: University, 2015. 256p. <http://ukcatalogue.oup.com/product/9780199697663.do>.

6. Kadel K., Kumari Latha, Li W.Z., Huang Jian, Provencio Paula P. Synthesis and Thermoelectric Properties of Bi<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> Nanostructures. *Nanoscale Res Lett.* 2011, 6(57), 1-7.

*This work was supported by Institutional project 15.817.02.09A.*

## CONEXIUNE ELECTRICĂ DE FRECVENȚĂ ALTERNATIVĂ (CEFA)

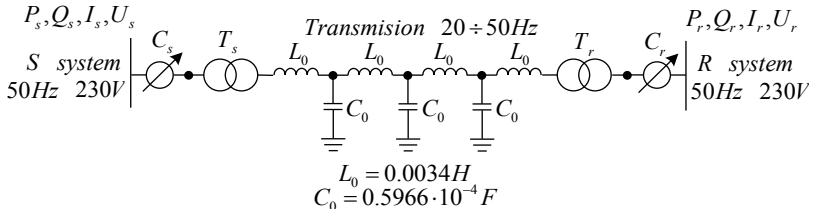
GOLUB IRINA

*Institutul de Energetică al AȘM*

În prezent, cercetarea în domeniul conexiunilor electrice cu frecvență variabilă [1,2,3] contribuie la elaborarea unor soluții tehnice care permit realizarea diferitor acțiuni de control. De obicei, la soluționarea a astfel de sarcini ca echipament de dirijare principal sunt utilizate instalații de tip VFT (Variable Frequency Transformers) sau HVDC (High Voltage Direct Current). [1].

O direcție promițătoare în acest domeniu este crearea interconexiunilor (flexibile) dirijate (FACTS), care pot fi realizate pe baza convertizoarelor de frecvență cu transformator static (PST-Phase Shifting Transformer) cu conversie circulară a fazei a tensiunii de ieșire în raport cu tensiunea de intrare [4-5].

Convertor de frecvență bazat pe transformator de reglare a decalajului de fază poate fi folosit la realizarea ideii liniei de transport de energie cu frecvență dirijată de tensiune înaltă (CEFA - Conexiune electrică de frecvență alternativă). Conceptul schemei principale a unei astfel linii de transport de energie, este prezentat în Fig. 1.



Figural *Schema principală a modelului de conexiune electrică de frecvență alternativă*

Pentru efectuarea experimentelor de calcul în procesul studierii funcționării conexiunilor electrice de frecvență alternativă, a fost elaborat, construit și racordat modelul SPS de simulare a CEFA dirijată cu ajutorul transformatorului cu decalaj de fază.

În calitate de linie dirijată la etapa inițială s-a selectat LEA fără pierderi. Tensiunea sistemului de transmitere și primire au fost acceptate egale cu  $U_{s(HOM)} = U_{r(HOM)} = 230V$ , curentul nominal  $I_{s(HOM)} = I_{r(HOM)} = 24A$  și frecvența  $f_{s(HOM)} = f_{r(HOM)} = 50Hz$ .

Cercetarea CEFA s-a efectuat în regim de sarcină adaptată (menținând tensiunea în mijlocul LEA fiind  $U_{TL} = U_{HOM} = const$ ) cu posibilitatea realizării diferitor legi de reglare (frecvență, tensiune și unghiul delta de transmitere). Intervalul de frecvențe s-a schimbat de la 20Hz la 50Hz cu pasul de creștere 10Hz. Nivelele de tensiune în sistemele de transmisie  $U_s$  și de primire  $U_r$  s-au asigurat prin reglarea simetric opusă în limitele abaterilor admise și anume  $\pm 0,05U_{HOM}$ . Unghiul delta a primit valorile  $\pm 7^\circ$ ,  $\pm 11.3^\circ$ ,  $\pm 15^\circ$ ,  $\pm 18.75^\circ$ , (vezi Fig.2)

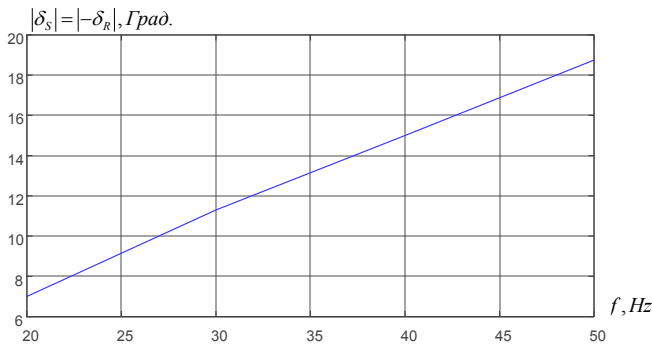


Figura 2 Legea de reglare a unghiului dintre sistemele de transmitere și de primire

În baza rezultatelor experiențelor de calcul au fost construite graficele modificării tensiunii în diferite puncte ale CEFA la schimbarea unghiului dintre sistemele de transmitere și de primire în diapazonul de  $14^\circ \div 37,5^\circ$  în procesul de reglare a frecvenței în LEA în limitele  $20\Gamma y \div 50\Gamma y$  (Fig.3,4)

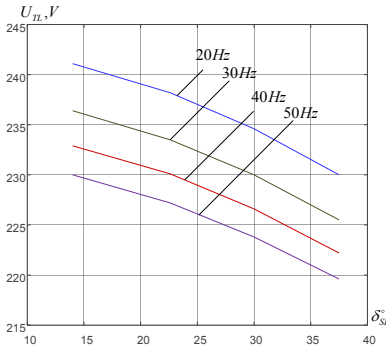


Figura 3 Modificarea tensiunii în mijlocul liniei  $U_{TL}$  în dependență de unghiul delta între sisteme

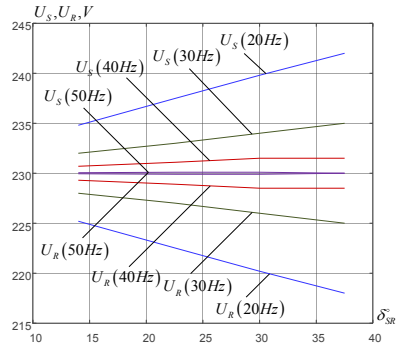


Figura.4 Modificarea tensiunii la capătul de transmitere  $U_S$  și de primire  $U_R$  a CEFA în dependență de unghiul delta între sisteme

Curbele ce reprezintă modificarea puterii active în sistemul de transmisie și a puterii reactive în sistemul de transmitere și de primire a CEFA în dependență de unghiul  $\delta_{sr}$  la valori diferite a frecvenței în LEA, sunt prezentate, respectiv în figura 5 și Fig. 6.

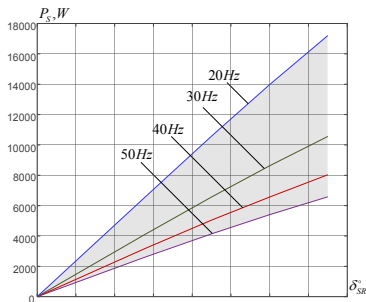


Figura 5. Dependența puterii active la capătul de transmitere  $P_s$  de unghiul delta între sisteme în procesul de reglare a frecvenței

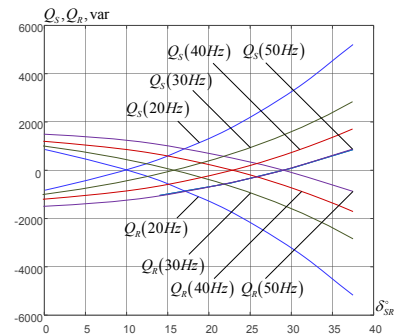


Figura 6. Evoluția puterii reactive la capătul de transmitere  $Q_s$  și de primire  $Q_r$  a CEFA în dependență de unghiul delta între sisteme în procesul de reglare a frecvenței

În Fig.7 sunt prezentate dependențele limitei de putere activă transmisă a CEFA pe lungimea LEA la funcționarea transportului de energie electrică la frecvențe diferite

În calcule s-au folosit următoarea ecuații:

$$\frac{2\pi}{\lambda_0} = \frac{c}{f} \text{ - expresia dependenței lungimii de undă și frecvență,}$$

$$P_r = P_u \frac{\sin \delta}{\sin(\lambda_0 l)} \text{ - puterea transmisă prin CEFA,}$$

$$P_u = \frac{U_s U_r}{Z_c}, n p u U_s = U_r \text{ - puterea naturală.}$$

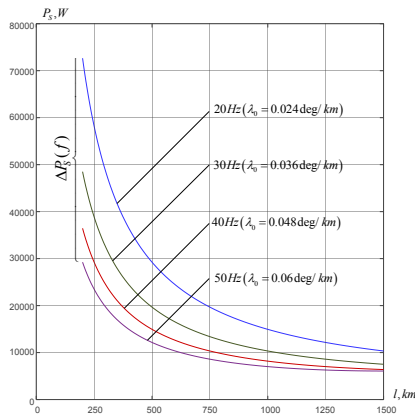


Figura 7 *Dependențele limitei de putere activă transmisă a CEFA pe lungimea LEA la funcționarea transportului de energie electrică la frecvențe diferite*

În lucrarea se prezintă posibilitatea de reglare a puterii active transmise prin linii lungi cu ajutorul schemei propuse a CEFA. Aceasta asigură un interval extins de reglare (2-2,5) a puterii transmise prin LEA relativ scurte (până la 750 km). Prin majorarea lungimii LEA efectul de reglare prin metoda propusă este redus. Astfel, rezultatele obținute permit definirea diapazonului optim de reglarea a puterii active transmise prin reglarea frecvenței, fapt care este important la efecuaarea lucrărilor de proiectare si cercetare

**Bibliografie:**

1. Dan Wang, Chengxiong Mao, Jiming Lu, Huibo Lou, General Aspects and Fundament of Variable Frequency Electric Power Transmission Part I: Theory, PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY (Electrical Review), ISSN 0033-2097, R. 88 NR 8/2012.
2. Dan Wang, Chengxiong Mao, Jiming Lu, Huibo Lou, General Aspects and Fundament of Variable Frequency Electric Power Transmission Part II: Study Case, PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY (Electrical Review), ISSN 0033-2097, R. 88 NR 8/2012
3. A. Merkhouf, P. Doyon, S. Upadhyay, Variable Frequency Transformer-Concept and Electromagnetic Design Evaluation, *IEEE Trans Energy Conversion*, vol. 23 n. 4, April 2008, pp. 989-996.
4. J Brochu, F. Beauregard Et al., Innovative applications of phase-shifting transformers supplemented with series reactive elements, Session A2-203, CIGRE 2006
5. S. A. N. Niaki, "A Novel Steady-state Model and Principle of Operation of Phase Shifting Transformer Compareable with FACTS New Devices," IEEE Transaction on power system technology, pp. 1450 -1457, vol. 3.

**MECANIZMUL CONDUCTIBILITĂȚII PRIN SALT DE TIP  
MOTT ÎN MONOCRISTALELE DE  $\text{Cu}_2\text{ZnGeS}_4$  CU STRUCTURA  
DE TIP TETRAGONALĂ ȘI ORTOROMBICĂ**

*HAJDEU-CHICAROȘ ELENA*

*Școala doctorală Științe Fizice, Institutul de Fizică Aplicată al AȘM*

**Introducere:**

$\text{Cu}_2\text{ZnGeS}_4$  (CZGeS) aparține familiei semiconductorilor calcogenizi cuaternari I2–II–IV–VI4 și poate avea două structuri cristaline: tetragonală (stanit sau kesterit) și ortorombică (wurtz-stanit) [1]. Schafer și Nitsche [1] au indicat că structurile stanit și wurtz-stanit sunt egal probabile pentru compușii care conțin Ge(IV).

CZGeS în aliaj cu mangan a atras atenția pentru potențialul de aplicare în magnetoelectronică [2]. Mai târziu, CZGeS a fost utilizat în calitate de precursor pentru fabricarea straturilor subțiri de  $\text{Cu}_2\text{ZnSn}_{1-x}\text{Ge}_x(\text{S},\text{Se})_4$  prin selenizare, pentru celulele solare [3] și de asemenea, s-a determinat că este un material fotofuncțional pentru extragerea hidrogenului dintr-o soluție apoasă [4]. Acest compus se caracterizează printr-o bandă interzisă directă  $E_g = 2.1 \text{ eV}$  [1] și printr-un coeficient de absorbție înalt de ordinul  $10^4 \text{ cm}^{-1}$ .

Proprietățile structurale și electronice ale materialului CZGeS au fost studiate prin utilizarea tehnicilor XRD și calcule teoretice. Proprietățile optice ale policristalelor și monocristalelor de CZGeS au fost analizate prin utilizarea spectroscopiei Raman și a fotoluminescenței [5]. Recent au fost obținute și analizate spectrele Raman ale compușilor cuaternari cu structură ortorombică (wurtz-stanit) [6,7] și ale celor cu structură tetragonală [8,9], inclusiv și ale CZGeS. Deși există câteva studii despre proprietățile de transport ale compusului CZGeS, nu există referințe despre diferențele acestora în cazul celor două structuri posibile ale materialului respectiv.

Scopul acestei lucrări constă în obținerea și analiza dependențelor de temperatură ale rezistivității compusului CZGeS cu ambele structuri: ortorombică și tetragonală și stabilirea unei conexiuni între parametrii de transport electronic în regiunea de conductibilitate prin salt de tip Mott și aceste două structuri.

#### ***Detalii experimentale:***

Monocristalele de CZGeS cu structură ortorombică (wurtz-stanit) (notate în continuare cu Ws) au fost obținute prin metoda de transport chimic a vaporilor (CVT) cu utilizarea iodului în calitate de agent transportator. Pentru probele cu structură tetragonală (notate în continuare cu T), înainte de utilizarea metodei de creștere CVT, acestea au fost sintetizate prin metoda Bridgman modificată.

Compoziția chimică a fost analizată cu ajutorul dispersiei razelor X care a arătat apropierea de stoichiometrie a eșanțioanelor selectate (Cu:Zn:Ge:S = 24.2:11.8:11.9:52.1 pentru probele cu structura ortorombică (wurtz-stanit) și Cu:Zn:Ge:S = 25.0:12.1:11.9:51.0 pentru cele cu structura tetragonală – toate valorile sunt în % at.). Structura probelor selectate a fost anterior analizată și confirmată în Ref. [6] și [8] prin utilizarea analizei difracției razelor X și a spectroscopiei Raman. Metoda termoelectrică a arătat că toate probele au conductibilitate de tip  $-p$ . Rezistivitatea,  $\rho(T)$ , a fost investigată prin metoda van der Pauw în intervalul de temperaturi de 50–320 K.

#### ***Analiza rezultatelor:***

După cum se vede din Fig. 1, caracteristicile  $\rho(T)$  ale tuturor probelor au un comportament asemănător, arătând o conductibilitate activațională în tot intervalul de temperaturi (50 – 320 K), cu diferențe între pantele de înclinare ale dependențelor celor două grupuri de probe – T și Ws.

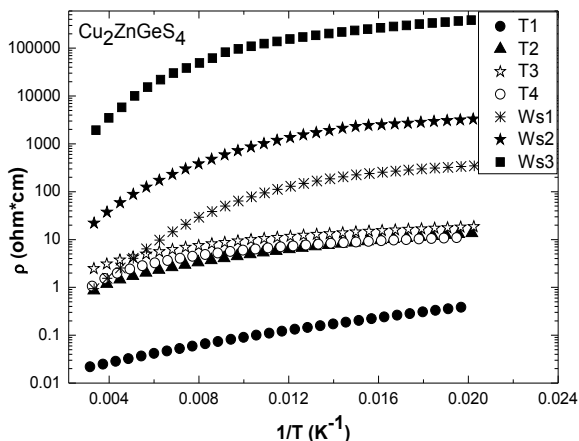


Figura 1. Dependențele de temperatură ale rezistivității compusului CZGeS cu structura ortorombică (Ws) și tetragonală (T)

Deci, într-o primă observație, putem presupune că aceste diferențe sunt un indiciu că structura cristalină ale probelor cercetate influențează caracteristicile de transport ale acestora.

În materialele cuaternare de tip stanit/kesterit pe bază de Cu, cu diferită compoziție, stoichiometrie și stare macroscopică s-a observat realizarea conductibilității prin salt și anume prin saltul cu lungime variabilă de tip Mott (VRH). Limita de temperatură pînă la care are loc acest mecanism de conductibilitate este de obicei destul de mare, ajungînd uneori și pînă la temperatura camerei în monocristale, luînd în considerare că lățimea benzii defectelor acceptoare  $W$ , variază de la  $\sim 10$  la  $\sim 100$  meV și chiar și mai mult [10]. Aceasta se datorează faptului că energia principalului nivel de acceptori (celui mai stabil),  $E_A$ , determinat de defectele de delocațiune  $\text{Cu}_{\text{Zn}}$  în astfel de materiale este destul de mare (de exemplu în  $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ ,  $E_A \approx 120 - 140$  meV [10]), aceasta favorizînd în general transferul prin salt al sarcinilor electrice. Pe de altă parte, dominarea mecanismului de conductibilitate prin salt de tip Mott este legată de gradul relativ mare al dezordinii intrinseci, cauzată de încorporarea fazei stanit în faza principală kesterit sau formarea fazei kesterit dezordonată [10]. În consecință, se așteaptă ca în compusul CZGeS, la care  $E_A = 140$  meV [5] iar structura cristalină este destul de complicată (stanit, wurtz-stanit), de asemenea să se realizeze conductibilitatea de tip Mott. Astfel, trasarea dependențelor de temperatură în diferite coordonate ne-a permis să determinăm că în toate



probele se realizează conductibilitatea prin salt de tip Mott într-un interval de temperaturi  $\Delta T_{Mott}$  destul de extins, în regiunea temperaturilor mai joase de 204 K (Fig. 2). Conform Ref. [11,12] acest mecanism de conductibilitate este descris de următoarea expresie:

$$\rho(T) = AT^{1/4} \exp[(T_0/T)^{1/4}] \quad (1)$$

unde  $A$  este un prefactor independent de  $T$  și

$$T_0 = \beta [k_B g(\mu) a^3]^{-\nu} \quad (2)$$

este temperatura caracteristică VRH Mott care depinde de raza de localizare a acceptorilor  $a = a_0(1 - N_A/N_C)^{-\nu}$ , unde  $\beta = 21$  este o constantă numerică,  $g(\mu)$  este densitatea stărilor localizate la nivelul Fermi,  $\mu$ , (care în apropierea tranziției metal-dielectric (MIT) poate fi aproximată la o formă dreptunghiulară),  $a$  este raza de localizare a purtătorilor de sarcină în spațiului funcțiilor de undă ale impurităților și  $\nu \approx 1$  este exponenta critică [12].

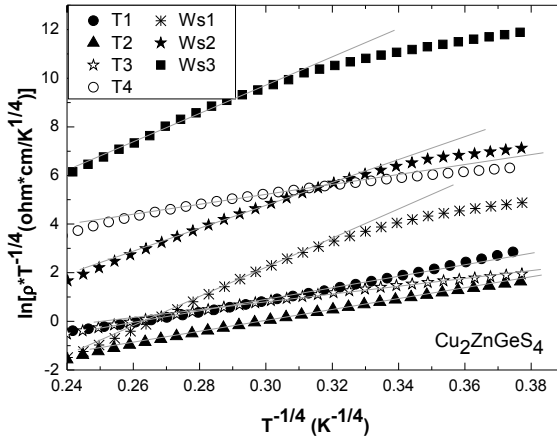


Figura 2. Dependența de temperatură a rezistivității în coordonatele caracteristice conductibilității VRH de tip Mott ( $\ln(\rho T^{-1/4})$  vs.  $T^{-1/4}$ ). Dreptele reprezintă ajustarea liniară a dependențelor.

Din analiza acestor dependențe au fost găsite temperaturile caracteristice  $T_0$  pentru fiecare probă (vezi Tabelul 1). De asemenea, au fost evaluate valorile lățimii benzii de impurități acceptoare,  $W$  cu ajutorul expresiei  $W = 0.5k_B(T_v 3T_0)^{1/4}$  [12], unde  $T_v$  este temperatura inițială la racire a conductibilității de tip Mott VRH. Toate aceste date sunt colectate în Tabelul 1. Analizând valorile  $\Delta T_{Mott}$ ,  $T_0$  și  $W$  din Tabelul 1 pentru cele

două grupuri de probe, observăm că acestea diferă în dependență de structura pe care o au monocristalele de CZGeS.

Tabelul 1.

*Intervalul de conductibilitate prin salt de tip Mott ( $\Delta T_{Mott}$ ), temperatura caracteristică a conductibilității prin salt de tip Mott ( $T_0$ ), lățimea benzii impurităților acceptoare ( $W$ ), raza relativă de localizare a acceptorilor ( $a/a_0$ ) și concentrația relativă a acestora ( $N_A/N_C$ ).*

<b>Proba</b>	<b><math>\Delta T_{Mott}, K</math></b>	<b><math>T_0, K</math></b>	<b><math>W, meV</math></b>	<b><math>a/a_0</math></b>	<b><math>N_A/N_C</math></b>
<b>T1</b>	85-123	$3,93 \cdot 10^5$	39	1.77	0.43
<b>T2</b>	54-130	$2,13 \cdot 10^5$	37	1.82	0.45
<b>T3</b>	61-116	$0,55 \cdot 10^5$	37	2.42	0.59
<b>T4</b>	58-108	$0,42 \cdot 10^5$	26	2.52	0.60
<b>Ws1</b>	123-203	$18,02 \cdot 10^6$	207	1.14	0.12
<b>Ws2</b>	103-200	$5,08 \cdot 10^6$	132	1.26	0.20
<b>Ws3</b>	109-204	$14,03 \cdot 10^6$	178	1.15	0.13

Pentru probele cu structura tetragonală (T1, T2, T3 și T4) conductibilitatea VRH Mott apare la temperaturi mai mici de 130 K în comparație cu probele cu structura ortorombică (Ws1, Ws2 și Ws3) la care aceasta apare la temperaturi mai ridicate (103 – 204 K). De asemenea, temperaturile  $T_0$  și lățimea  $W$  ale cristalelelor T au valori cu un ordin mai mic decât ale celor Ws, ceea ce spune despre faptul că gradul dezordinii structurale este mai mic în cristalele cu structura tetragonală.

Prin manipulări matematice, utilizând datele obținute din dependențele din Fig. 2, am determinat valorile relative ale razei de localizare a impurităților acceptoare  $a/a_0$  unde  $a_0$  este raza de localizare a acceptorilor departe de tranziția MIT și cele ale concentrației relative  $N_A/N_C$  unde  $N_A$  este concentrația acceptorilor iar  $N_C$  este concentrația critică de tranziție metal-dielectric. Din interpretarea acestora am obținut că ambele grupuri de probe se află departe de MIT, întrucât valorile  $N_A/N_C$  sunt mult mai mici ca unitatea, iar cele  $a/a_0$  sunt apropiate de 1 (în cazul tranziției MIT,  $N_A/N_C \leq 1$  iar  $a/a_0 \gg 1$ ). Ca urmare, nu este posibilă determinarea mai multor parametri de transport microscopici numai din caracteristicile  $\rho(T)$ , întrucât, în acest caz nu poate fi utilizat modelul dreptunghiular al densității de stări. Deci este necesară continuarea cercetărilor și prin alte metode.

**Concluzii:**

Au fost obținute și analizate dependențele de temperatură ale probelor  $\text{Cu}_2\text{ZnGeS}_4$  cu două structuri cristaline diferite: tetragonală și ortorombică. Au fost determinați parametrii de transport electronic în regiunea conductibilității prin salt de tip Mott așa ca temperatura caracteristică a conductibilității VRH Mott,  $T_0$ , lățimea benzii de impurități acceptoare,  $W$ , raza relativă de localizare a acceptorilor  $a/a_0$  și concentrația relativă a acestora  $N_A/N_C$ . Astfel am observat că în cazul probelor cu structura tetragonală, conductibilitatea prin salt de tip Mott se realizează la temperaturi mai joase decât în cele cu structura ortorombică. Din comparația valorilor lățimii benzii de acceptori pentru cele două grupuri de probe am presupus că pentru cristalele cu structura tetragonală, gradul dezordinii structurale este mai mic în comparație cu cristalele a căror structură este ortorombică. De asemenea, am obținut că toate probele se află departe de tranziția MIT.

*Aceste cercetări au fost susținute de proiectul pentru tineret 16.80012.02.24F, proiectul instituțional și bursa de cercetare in memoriam "Mircea Ciuhrii,.. De asemenea, aduc mulțumiri d-lui dr. hab. E. Arușanov, C. Lisunov și dr. M. Guc.*

**Bibliografie:**

1. W. Schäfer, R. Nitsche, *Mat. Res. Bull.*, 9, 645-654 (1974).
2. Y. Shapira, J. McNiff, J. Oliveira, D. Hanig, K. Dwight, and A. Wold, *Phys. Rev. B* 37, 411 (1988).
3. C. J. Hages, S. Levchenko, C.K. Miskin, J.H. Alsmeier, D. Abou-Ras, R.G. Wilks, M. Bär, T. Unold, and R. Agrawal, *Prog. Photovolt: Res. Appl.* 23, 376-384 (2015).
4. I. Tsuji, Y. Shimodaira, H. Kato, H Kobayashi, and A Kudo, *Chem. Mater.* 22, 1402-1409 (2010).
5. S. Levchenko, M. Guc, C. Merschjann, G. Gurieva, S. Schorr, M. Lux-Steiner, and E. Arushanov, *Phys. Status Solidi C* 10, No. 7–8, 1079–1081 (2013).
6. M. Guc, A. P. Litvinchuk, S. Levchenko, V. Izquierdo-Roca, X. Fontane, M. Ya. Valakh, E. Arushanov, and A. Perez-Rodriguez, *Phys. Rev. B* 89, 205205 (2014).
7. M. Guc, V. Izquierdo-Roca, A. Pérez Rodríguez, G. Gurieva, S. Levchenko, S. Schorr, and E. Arushanov, *Phys. Status Solidi C* 10, No. 7–8, 1075–1078 (2013).
8. M. Guc, A. P. Litvinchuk, S. Levchenko, M. Ya. Valakh, I. V. Bodnar, V. M. Dzhagan, V. Izquierdo-Roca, E. Arushanov and A. Pérez-Rodriguez, *RSC Adv.* 6, 13278 (2016).
9. E. Garcia-Llamas, M. Guc, I.V. Bodnar, X. Fontane, R. Caballero, J.M. Merino, M. Leon, V. Izquierdo-Roca, *J. Alloys Compd.* 692, 249e256 (2017).

10. E. Lähderanta, M. Guc, M.A. Shakhov, E. Arushanov, and K. Lisunov, *J. Appl. Phys.* 120, 035704 (2016).

11. N. F. Mott, E.A. Davies, *Electron Processes in Non-Crystalline Materials*, Clarendon, Oxford, 1979.

12. B. I. Shklovskii, A.L. Efros, *Electronic Properties of Doped Semiconductors*, Springer, Berlin, 1984.

## **MOTION OF BIREFRINGENT MICROOBJECT UNDER THE CONDITION OF TOTAL INTERNAL REFLECTION**

*OLEG ANGELSKY<sup>1</sup>, CLAUDIA ZENKOVA<sup>2</sup>, DMYTRO IVANSKYI<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Correlation Optics Department*

<sup>2</sup>*Department of Optics, Publishing & Printing  
Chernivtsi National University, Chernivtsi, Ukraine*

The theoretical model for calculating the optical forces caused by the density of spin and orbital momentum and the optical torque is presented. Total internal reflection (TIR) at the “plate-air” interface implemented by the birefringent plate spattered with nanoparticles of gold creates the conditions for the allocation of the predominant action of the vertical spin of the evanescent wave, which has recently been predicted theoretically [1].

To demonstrate the mechanical action of transversal spin currents [1, 2] inherent in the evanescent wave, we create a plane incident wave at the boundary plate–air with the azimuth of polarization  $\pm 45^\circ$  with respect to the z-direction, as it is shown in Fig. 1. The test-object is a birefringent microplate and an evanescent wave is excited just above the plate. The choice of the birefringent plate is determined by the fact the greater spectrum of optical forces due to the internal spin angular momentum, light pressure, and transverse spin of the evanescent wave can be studied for the same plate.

For transfer the transverse momentum to plate we deposited at its upper surface gold nanoparticles of 60 nm-diameter. The plate of size of about 200x200  $\mu\text{m}$  is used as the test object in our model experiment. The plate is located in the water. Total internal reflection is realized on the outside surface bordering the air. Thus at polarization azimuth of  $\pm 45^\circ$  transverse diagonal polarization-dependent force in an evanescent wave which can be

transferred to the plate inducing its motion is realized.

One can specify the following influencing factors:

*i)* torque arising as a result of phase difference between ordinary and extraordinary components of the probing wave that leads to changing the angular momentum and consequently a rotation of the plate;

*ii)* torque inherent in a circularly polarized wave or circular component of an elliptically polarized wave (internal spin angular momentum);

*iii)* extraordinary spin angular momentum of an evanescent wave [1, 2, 4, 5] arising above the plate surface, being included in the complex hierarchy of the local momentum and spin distributions, here transferred to the plate that also causing plate rotation and rectilinear motion.

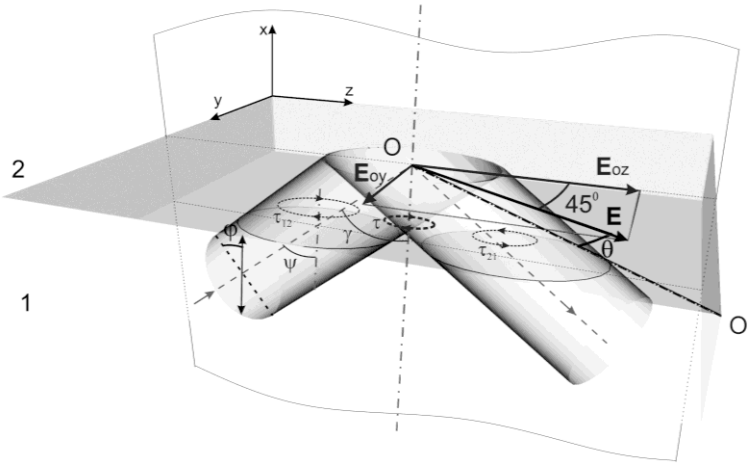


Figura 1. Notations for the analysis of the propagation of a wave in a birefringent plane-parallel microplate.  $OO'$  – optical axis of a plate:  $\gamma$  – angle of incidence at surface 2 (interface plate-air),  $\varphi$  is the azimuth of polarization of the probing beam (in our case  $\varphi = 45^\circ$ ),  $\theta$  – is the angle between optical axis of a plate and the azimuth of polarization of the wave impinging on a surface 2,  $\psi$  – angle of incidence at surface 1,  $\tau_{12}$  – torque in the direction to surface 2,  $\tau_{21}$  – torque in the direction to surface 1,  $\tau$  – resulting torque

In general, torque inherent in a plane, elliptically polarized light wave of angular frequency  $\omega$  [3, 4] can be calculated by integration over the entire

space, 
$$\tau = \int (\vec{r} \times \langle \vec{T} \rangle) \cdot \hat{n} d^2r$$
 where

$\langle \vec{T} \rangle = [\varepsilon_0 \vec{E} \otimes \vec{E}^* + \frac{1}{\mu_0} \vec{B} \otimes \vec{B}^* - \frac{1}{2}(\varepsilon_0 |\vec{E}|^2 + \frac{1}{\mu_0} |\vec{B}|^2) I]$  is the time-averaged Maxwell stress tensor in SI-units determining the interrelation between the optical forces and the mechanical moment. Here  $\otimes$  is the dyadic product,  $I$  is the unit matrix,  $\hat{n}$  is the surface-normal vector,  $\vec{B} = \sqrt{\varepsilon \varepsilon_0} \vec{E}$  is the magnetic inductance vector, and  $\varepsilon$  is the media permittivity.

The result of the simulation of the resulting torque acting on the plate is shown in Fig. 2, as the dependence of the torque on the rotation angle of the plate. The action of the vertical spin becomes evident if the compensation of the resulting torque  $\tau$  caused by the birefringence of a plate is achieved and the rotation angle of the plate is  $45^\circ$  (curve 2, Fig.2). The incidence angle of  $79^\circ$  on the surface 1 (curve 2) corresponds to angle of  $58.5^\circ$  on the surface 2. The polarization azimuth of a wave on the surface of the plate 1 for implementation the vertical spin in the evanescent wave is  $62^\circ$ .

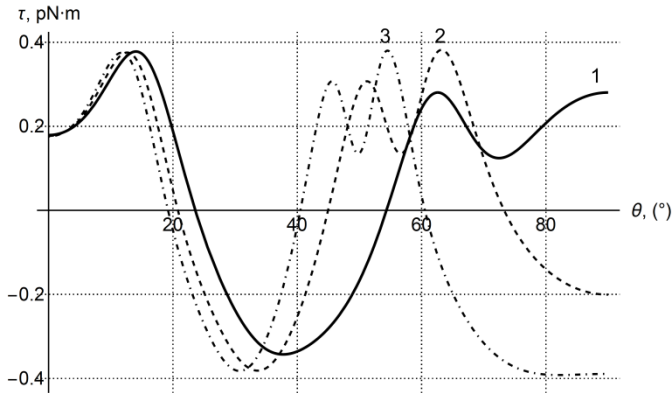


Figura 2. Dependence of the resulting torque of the beam on the rotation angle of the main axis of the plate for polarization azimuth at the input  $\varphi = 62^\circ$  (given curves correspond to different incidence angles  $\psi$  of the beam on the plate - surface 1): curve 1 -  $\psi = 75^\circ$ , curve 2 -  $\psi = 79^\circ$ , curve 3 -  $\psi = 83^\circ$

We have computed the spin momentum inherent in circularly polarized wave arising in a birefringent plate for a beam propagating to the surface 2 (Fig. 1) and from this surface as a result of TIR. The results of simulation show that the magnitude of an optical force associated with a transfer of the classical spin momentum,  $F_s$ , inherent in circularly polarized wave and arising in the plate due to birefringence, is considerably less than a force induced by birefringence,  $F_{br}$ , so that  $F_s / F_{br} \approx 10^{-10}$ . Thereby the intrinsic spin momentum does not affect the plate moving.

We simulate the spin and orbital momentum density inherent in an evanescent wave when a linearly polarized incidence wave (at surface 2) with the azimuth of polarization  $45^\circ$  reaches the interface plate–air here undergoing TIR. In this case, an evanescent wave that propagates in the z-direction, being damped in the x-direction, can be represented by [1, 5]

$$\vec{E}_{ev} = E \exp(-i\omega t) \left( \bar{x} \frac{1}{\sqrt{1+|m|^2}} + \bar{y} \frac{m}{\sqrt{1+|m|^2}} \cdot \frac{k}{k_z} + \bar{z}(-i) \frac{1}{\sqrt{1+|m|^2}} \frac{\kappa}{k_z} \right) \times$$

$\times \exp(ik_z z - \kappa x)$ . Here  $E$  is the electrical strength of the field of an evanescent wave,  $\omega$  is the angular velocity,  $k$  is the wavenumber,  $k_z$  is the longitudinal wavenumber,  $\kappa$  is the exponential decay rate and  $m$  is the complex polarization parameter [1] describing the state of polarization of an evanescent wave.

The orbital (canonical) momentum caused by light pressure determines a force transferred to the plate in the direction of propagation of an evanescent wave, here in the z-direction. Then, accordingly [1, 2],

$$p_{oz} = A^2 \left( k_z + \frac{m^2 k^2}{k_z} + \frac{\kappa^2}{k_z} \right) \exp(-2\kappa x), \text{ where } A = \frac{E}{\sqrt{1+|m|^2}}.$$

The longitudinal and transversal components of the spin momentum density [10] can be written as  $p_{sy} \approx 2A^2 \frac{k\kappa}{k_z} \text{Im } m \exp(-2\kappa x)$ ,

$$p_{sz} \approx -2A^2 \frac{\kappa^2}{k_z} \exp(-2\kappa x). \text{ Thus, the resulting momentum in z-direction is}$$

given by  $p_z = p_{oz} + p_{sz}$ , and the transversal momentum caused by the vertical spin momentum is represented as  $p_y = p_{sy}$ .

We assume that momentum is transferred by the spherical surface  $S$  of gold particles localized at the plate surface. Light-scattering by particles is taken into account within the Mie approximation [1, 2], giving

$$\vec{F} = \int_S \Delta \vec{p} dS, \text{ where } \Delta \vec{p} \text{ is the change of momentum density.}$$

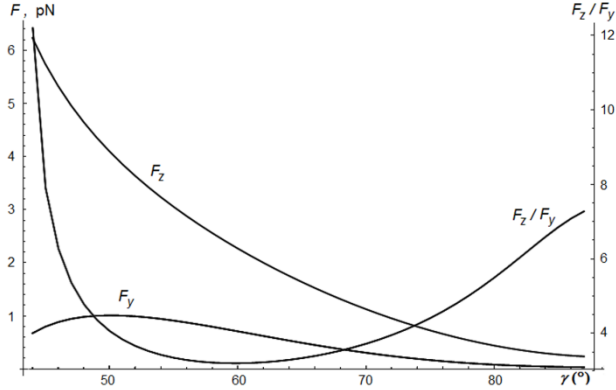


Figura 3. The resulting force in the  $z$ -direction ( $F_z$ ), the transverse force induced by the vertical spin momentum in the  $y$ -direction ( $F_y$ ) and the ratio of optical forces in the longitudinal and transversal directions ( $F_z / F_y$ ) as a function of the incidence angle  $\gamma$  on the surface 2.

The result of simulation of transverse and longitudinal optical forces and their ratio via the incidence angle on the surface 2 is shown on Fig.3. One can see from Fig. 3 that for some incidence angles the forces in the  $y$ - and  $z$ -directions are comparable. As it can be seen from this figure (curve  $F_z / F_y$ ), for incidence angle about  $58^\circ$  one obtains:  $F_z / F_y \approx 3.2$ . This is just the angle, for which the momentum caused by birefringence (for the beams propagating to the boundary pate-air and from this boundary) is compensated. That is why one can regard the motion of a plate in a direction different from longitudinal as the result of the action of an optical force, one of the components of which is the force induced by the transversal spin momentum [4, 5].



Thus, the motion of the plate due to the action of the transverse spin momentum becomes obvious, and the results of the above theoretical modeling can be used in a real experiment for demonstrating unusual mechanical action of evanescent waves.

#### References

1. Bliokh K. Y., Bekshaev A. Y. & Nori F., Extraordinary momentum and spin in evanescent waves, *Nature Communications*, **5**, 2014, 5p.
2. Antognozzi M., Bermingham C. R., Hoerber H., Dennis M. R., Bekshaev A. Y., Harniman R. L., Simpson S., Senior J., Bliokh K. Y. and Nori F., Direct measurements of the extraordinary optical momentum and transverse spin-dependent force using a nano-cantilever, *Nature Physics*, 2016, 5p.
3. Rockstuhl C. and Herzig H. P., Calculation of the torque on dielectric elliptical cylinders, *Journal of the Optical Society of America A* **22** (1), 2005, pp.109-116.
4. Angelsky O. V., Zenkova C. Yu., Maksymyak P. P., Maksymyak A. P., Ivansky D. I., Mechanical action of the transverse spin flows in evanescent fields, *Proc. SPIE 10010, Advanced Topics in Optoelectronics, Microelectronics, and Nanotechnologies VIII*, 100101V (December 14, 2016); doi:10.1117/12.2243304
5. O.V. Angelsky, S.G. Hanson, P.P. Maksymyak, A.P. Maksymyak, C.Yu. Zenkova, P.V. Polyanskii and D.I. Ivanskyi, "Influence of evanescent waves on birefringent microplates", *Optics Express*, **25** (3), 2017, pp. 2299-2311

## **CONTRIBUȚII PRIVIND MODIFICAREA SUPRAFETELOR OȚELULUI INOX ȘI AL ALIAJULUI DE TITAN OT4 LA ALIEREA PRIN SCÂNTEI ELECTRICE CU ELECTROZI DIN GRAFIT ȘI METALE TRANZITORII DIN GRUPELE IV-VI A SISTEMULUI PERIODIC**

*NATALIA KAZAK*

*Doctorand anul III școala doctorală „Științe fizice”*

**Introducere.** În lume se observă o cerere crescândă a utilizării oțelurilor inoxidabile și a titanului, în special, în industria alimentară, farmaceutică și în alte domenii, în care se impun cerințe înalte față de rezistența la coroziune a organelor de mașini, ce funcționează în medii agresive. În același timp organele de mașini confecționate din aceste materiale posedă o rezistență joasă la uzare, ceea ce limitează considerabil folosirea pe larg a acestora, fără modificarea suprafețelor lucrătoare în vederea durificării lor. Există o gamă largă de metode de durificare a suprafețelor metalice, atât tradiționale, cât și neconvenționale. În acest sens un interes mai mare îl prezintă metodele electrofizice de prelucrare care, asigură o aderență a

materialului depus cu suportul cu mult mai mare, decât în cazul altor metode. Între metodele electrofizice de modificare a suprafețelor metalice un rol deosebit îi aparține alierii prin scânteii electrice (ASE), care are o serie de avantaje, cum ar fi aderența deosebit de mare a materialului depus cu suportul, posibilitatea depunerii a diferitor materiale, ce conduc curentul electric, posibilitatea prelucrării (durificării) pe locuri strict predestinate, fără a demonta utilajele, simplitatea realizării procesului și consum mic de materiale și energie. Analiza utilizării metodei alierii prin scânteii electrice (ASE) de-a lungul anilor ne demonstrează, că tradițional pentru durificarea organelor de mașini și a sculelor se folosesc electrozi din aliaje dure pe bază de carburi metalice de tip „MeC”. Cele mai frecvente folosite sunt aliajele de tip „BK” - pe bază de carbură de wolfram (WC+Co) și de tip „TK” – pe bază de carburi de wolfram (WC) și titan (TiC) + Co.

Prețurile înalte ale wolframului și cobaltului și micșorarea drastică a rezervelor din scoarța terestră impun necesitatea găsirii unor soluții alternative de înlocuire a acestor materiale deficitare cu altele mai ieftine și mai accesibile.

#### **Alierea prin scânteii electrice cu electrozi din grafit și metale tranzitorii**

Aliajele supradure pe bază de carburi metalice se obțin prin sinterizare în rezultatul reacției dintre un metal tranzitoriu din grupele IV-VI ale sistemului periodic și carbonul. Se poate de presupus că folosind grafitul ca sursă de carbon în calitate de electrod de prelucrare și unul din materialele tranzitorii - în rezultatul interacțiunii acestora cu plazma descărcărilor în impuls în procesul ASE pe suprafața astfel prelucrată se pot forma carburi de tip MeC, alte faze dintre materialele anodului și ale catodului.

Primele tentative de utilizare a grafitului în calitate de electrod de aliere prin scânteii electrice a oțelurilor carbon de construcție le găsim în lucrările [1-3]. Autorii acestor lucrări au stabilit că la ASE a oțelurilor carbon cu electrod din grafit, în prima fază s-a observat o interacțiune selectivă (cementarea) metalului în fază lichidă cu mediul înconjurător, sau cu al doilea electrod (cu catodul). În a doua fază – formarea structurilor metastabile pe cele, ce s-au format inițial și din componenta microzonei prelucrate a electrodului metalic, în urma procesului călirii „punctiforme”. Astfel, în a doua fază a procesului, urmată imediat după prima, adică la călirea ”punctiformă” a microzonei are loc cristalizarea austenitei din ”micro”-topitură, după care urmează transformările secundare de fază. Ultimile se finalizează nu numai cu transformarea austenită martensită dar și cu formarea martensitei (carburilor).

Cercetările în această direcție au fost continuate de Moghilevski și Cepovaia [4], care și-au pus scopul studierii stratului alb de înaltă duritate ce se formează pe suprafețele metalice practic în toate situațiile alierii prin scânteii electrice, strat, ce nicidecum nu putea fi identificat cu soluțiile tradiționale de decapare pe bază de acid azotic a aliajelor de fier.

Au urmat multiple experimente cu toate metodele existente de studiere a corpului solid care s-au soldat cu selectarea unei soluții cu capacitatea de a identifica structura stratului alb la rezoluții - limită a microscopului optic ( $\sim \times 2000$ ). Astfel s-a stabilit că în rezultatul acțiunii plasmei descărcărilor electrice în impuls la alierea prin scânteii electrice cu electrozi din grafit în straturile superficiale ale oțelului se formează ace de martensită pe fonul eutecticii din cementită și austenită. Zona de difuzie a carbonului se extinde până la adâncimea de 250  $\mu\text{m}$ .

Prezintă interes rezultatele cercetării procesului ASE cu electrozi din grafit a titanului, metal tranzitoriu cu înaltă afinitate față de carbon, fapt ce ușor formează carburi de tip MeC [4] Scopul lucrării a fost stabilirea condițiilor (energia descărcărilor, frecvența trecerii impulsurilor, timpul prelucrării) de obținere în straturile superficiale ale titanului a carburii de titan. În calitate de catod-piesa s-au folosit probe de titan tehnic BT1, aliaje BT6, BT3-1, BT14, BT20, BT23, OT4, iar ca anod – bare de grafit МИП-6 și ЭГ cu secțiunea transversală  $2 \times 3 \text{mm}^2$  și  $3 \times 3 \text{mm}^2$ .

Analiza fizică a arătat că în straturile superficiale formate în rezultatul ASE cu electrozi din grafit în diapazonul de parametri stabiliți 0,1-3,0 J se formează trei faze: Ti, TiC și grafit. S-a mai observat că cantitatea de TiC se mărește odată cu creșterea valorii energiei descărcării în impuls.

În prezenta lucrare s-a pus sarcina sintetizării fazelor de carburi pe suporturi din diferite metale, folosind în calitate de electrozi grafitul și unele metale tranzitorii: Ti, W, Cr și Mo. Aceste metale au fost selectate luându-se în considerare faptul că acestea sunt parte componentă a aliajelor dure pe bază de carburi metalice, ce se folosesc pe larg în industria constructoare de mașini în calitate de componente a sculelor așchietoare.

**Metodica experimentului.** Procesul ASE s-a efectuat, utilizând instalații industriale „Элитрон – 22”, „ЭФИ -10М” și o serie de instalații experimentale într-un diapazon larg de energii și frecvențe ale impulsurilor electrice.

În calitate de electrozi de prelucrare s-au folosit bare din grafit și metale tranzitorii cu diametrul de 4-5mm, cât și cu profile pătrate 4x4mm. Pentru fiecare cuplu de anod-catod s-a determinat timpul specific de prelucrare ( $\text{min}/\text{cm}^2$ ) pe baza relației:  $\gamma = f(W; t)$ , unde  $\gamma$  - este adaosul catodului,  $W$  – energia descărcărilor în impuls (J) și  $t$  - durata prelucrării (min). Controlul

adaosului catodului s-a efectuat cu cântarul analitic АДВ – 200М, iar ca dispozitive de realizare a procesului s-au folosit aplicatoare cu vibrații și rotații.

Frecvența vibrațiilor varia între 100 și 300 Hz iar a rotațiilor între 800-1200 rot/min și frecvența trecerii impulsurilor 100-1000 Hz. Procesul ASE s-a efectuat atât în regim manual cât și mecanizat, iar procesul a fost condus de un sistem electronic de menținere constantă a interstițiului. Analiza fazică s-a efectuat cu difractometrul ДРОН – 7 în reflexia  $\text{CuK}\alpha$ . Măsurarea microdurității s-a efectuat cu microdurimetrul ИИМТ-3. Studiul structurii probelor acoperite s-a făcut cu ajutorul microscopului optic NEOFOT-22.

Procesul ASE s-a efectuat mai întâi cu electrod din grafit, apoi cu unul din electrozii metalelor tranzitorii Ti, W, Cr sau Mo.

**Analiza rezultatelor cercetării.** La prelucrarea cu grafit transferul de masa a anodului pe catod are loc în formă de ioni și atomi ai carbonului, cât și cu particule minuscule de grafit, așa cum a fost stabilit în lucrarea [5]. Stratul modificat se formează în rezultatul interacțiunii fluxului de atomi de carbon și a fazei lichide ale catodului, asigurând difuzia atomilor de carbon în matrice, astfel că acesta nu crește de-asupra suprafeței inițiale a catodului.

Ulterior, prelucrând aceeași suprafață cu un electrod din metal tranzitoriu, interacțiunea plasmei descărcărilor în impuls are loc cu materialul anodului și cu acela din straturile superficiale ale catodului, îmbogățit în prealabil cu carbon. Era de așteptat, ca în rezultatul acestei interacțiuni a materialelor în condiții de înalte temperaturi și presiuni, ce se dezvoltă în canalul plasmei descărcărilor în impuls, să se formeze o serie de compuși, aliaje, soluții solide și a.

Analiza cu raze X a straturilor superficiale ale catodului astfel prelucrat a demonstrat formarea mai multor faze cum ar fi: MeC, Me și carbon în stare liberă.

De exemplu la ASE a suprafeței aliajului de titan OT4 mai întâi cu grafit, iar mai apoi cu titan s-au depistat fazele TiC, Ti, C (Fig.1). Adică în procesul ASE sub acțiunea descărcărilor electrice în impuls are loc un proces micrometalurgic cu formarea unei game largi de faze, soluții solide conform diagramelor de echilibru, cât și structuri metastabile.

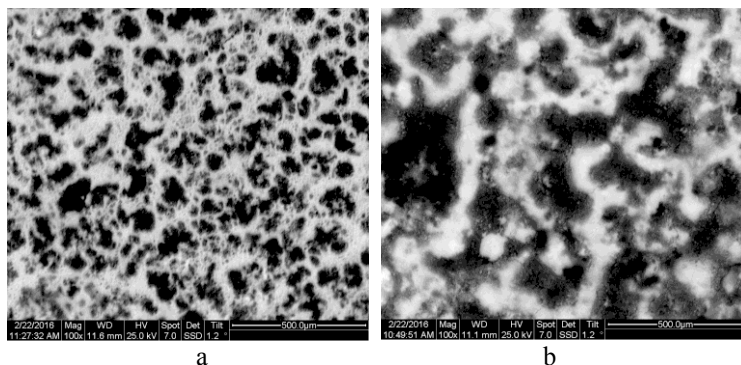


Figura 1. *Aspectrul stratului superficial obținut la ASE al Ti cu electrod din grafit la diferite regimuri energetice (W): a. W=0,3 J; b. W=3,0 J*

Rezultate similare au fost obținute și în cazul alierii succesive cu electrozi din grafit și Mo, W, sau Cr. În unele cazuri, la anumite valori ale energiei descărcărilor în impuls, în straturile prelucrate s-au depistat faze amorse. Aceasta se datorează vitezei deosebit de mari a răcirii materialului topit al anodului ajuns pe suprafața catodului.

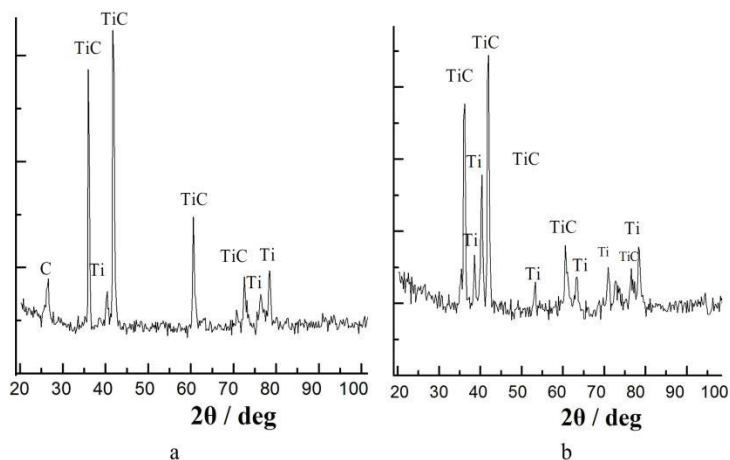


Figura 2. *Difractogramele obținute de pe suprafața probelor de Ti, durificate la diferite regimuri (W): a. W=0,3 J; b. W=3,0 J*

La măsurarea microdurității în zona durificării titanului cu grafit s-au obținut valori între 940 și 1170 kgf/mm<sup>2</sup>, ceea ce corespunde valorilor microdurității la ASE cu aliaje dure pe bază de carburi, cum ar fi aliajul BK8 (92%WC+8%Co).

Studiul mai detaliat al procesului ASE ne-a permis să optimizăm calitatea straturilor formate: continuitatea, uniformitatea și rugozitatea în raport cu valoarea energiei descărcărilor. Astfel s-a stabilit, că la valori ale energiei descărcărilor de cca 0,25...0,35 J s-au obținut acoperiri cu mult mai calitative, decât în cazul prelucrării cu energii, ce depășesc aceste valori (Fig. 2). Din pozele prezentate se vede bine, că în cazul ASE cu valori ale energiei de 0,3 J stratul obținut este mai continuu și cu rugozitate mai scăzută (Fig.1, a), ceea ce nu se poate spune despre straturile obținute la un regim cu valori ale energiei într-un diapazon de 1,0...3,0 J (Fig.1, b).

**Concluzii:** În rezultatul cercetărilor procesului de aliere prin scânteii electrice cu electrozi din grafit și metale tranzitorii Ti, Cr, Mo și W în succesiunea: Grafit -Me - Grafit s-a stabilit posibilitatea sintetizării în straturile superficiale ale metalelor supuse prelucrării a carburilor metalice dintre Me și C astfel, creindu-se premise de înlocuire a electrozilor standardizați deficitari și scumpi.

#### **Bibliografie:**

1. Л. С. Палатник, И. М. Любарский, В. Т. Бойко. О структуре «белой зоны», Физика металлов и металловедение, т. II, вып. 2, 1956.
2. Л. С. Палатник. Рентгенофизическое исследование превращений в поверхностном слое металлов, подвергавшихся действию электрических разрядов. «Известия АН СССР, серия физическая», т. XV, 1951, № 1, стр. 80—86.
3. Л. С. Палатник. Превращения в поверхностном слое металла под действием электрического разряда. «Известия АН СССР, серия физическая», т. XV, 1951, № 4.
4. Могилевский И.З., Чеповая С.А. Металлографическое исследование поверхностного слоя стали после электроискровой обработки металлов // Электроискровая обработка металлов. Москва: Изд-во АН СССР. Вып. 1. С. 95—116.
5. Лазаренко Н.И. Изменение исходных свойств поверхности катода под действием искровых им - пульсов, протекающих в газовой среде // Электроискровая обработка металлов. М.: Изд-во АН СССР, 1957. Вып. 1. С.70—94.
6. «Теория и практика механической и электрофизической обработки материалов». / Материалы международной научнц-технической конференции Комсомольск-на-Амуре 2009, ч.2 – 333с.

**RESONANCE FLUORESCENCE SPECTRUM IN PUMPED MOLECULAR SYSTEMS WITH PERMANENT DIPOLE**

*MÎRZAC ALEXANDRA*  
*Institutul de Fizică Aplicată al AȘM.*

**Abstract.** We investigate the resonance fluorescence spectrum in pumped molecular systems with permanent dipole. We start with the Hamiltonian describing the molecular dipolar system and obtain a master equation describing the system and derive the molecular transition operators in double-dressed state, which was used in computation of resonance fluorescence spectra. Suppression of certain spectral lines were noticed and explained in concordance with double dressed-state formalism.

**Molecular dipolar systems with two levels**

We consider 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 dressed-state levels (Fig.1)

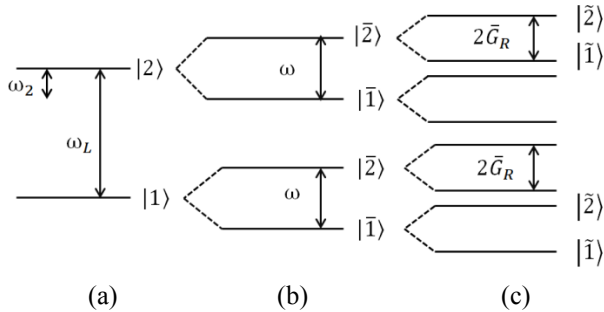


Figura1. Energy diagram of a two-level system, with permanent dipole. (a) A laser of moderate intensity with frequency  $\omega_L$  is interacting with molecular system, generating dynamic Stark splitting of energy levels. (b) The second laser with frequency  $\omega$ , near the value of Rabi frequency, due to the first laser, is leading to transitions between dressed states (c) “Double-dressed states” with  $2\bar{G}_R$  being Rabi 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:

$$\begin{aligned}
 H = & \sum_k \hbar \omega_k a_k^\dagger a_k + \hbar \omega_0 S_z + \hbar \Omega_1 (S^+ e^{-i\omega_L t} + S^- e^{i\omega_L t}) + \hbar \Omega_2 (S^+ + S^-) \cos(\omega t) + \hbar G S_z \cos(\omega_2 t) + \hbar G_1 S_z \cos(\omega_L t) + \\
 & i \hbar \sum_k (\vec{g}_k \cdot \vec{d}) \{a_k^\dagger S^- - a_k S^+\} \quad (1)
 \end{aligned}$$

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  $\omega_2$  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  $\omega_{21}$ . Molecular transition operators are  $S^+ = |2\rangle\langle 1|$  and  $S^- = [S^+]^\dagger$  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,  $[a_k, a_k^\dagger] = \delta_{kk'}$  and  $[a_k, a_{k'}] = [a_k^\dagger, a_{k'}^\dagger] = 0$ .

Taking into account the complexity of the proposed problem, we have performed two transformation of initial Hamiltonian within Rotating Wave and Born-Markov approximations. We make the first transformation in “single dressed” state basis of the excited and fundamental molecule state, due to the pumping of the first laser:

$$|1\rangle = \sqrt{\frac{1}{2}\left(1 + \frac{\Delta}{2\bar{\Omega}}\right)} |\bar{1}\rangle + \sqrt{\frac{1}{2}\left(1 - \frac{\Delta}{2\bar{\Omega}}\right)} |\bar{2}\rangle, \quad (2)$$

$$|2\rangle = \sqrt{\frac{1}{2}\left(1 - \frac{\Delta}{2\bar{\Omega}}\right)} |\bar{1}\rangle + \sqrt{\frac{1}{2}\left(1 + \frac{\Delta}{2\bar{\Omega}}\right)} |\bar{2}\rangle, \quad (3)$$

where the new Rabi frequency is:  $\bar{\Omega} = \sqrt{\Omega_1^2 + (\Delta/2)^2}$  and  $\tan 2\theta = \frac{2\bar{\Omega}}{\Delta}$ .

The second transformation in “double dressed” state base is :

$$|\bar{1}\rangle = \sqrt{\frac{1}{2}\left(1 + \frac{\bar{\Delta}}{\bar{G}_R}\right)} |\tilde{1}\rangle + \sqrt{\frac{1}{2}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{\bar{G}}{\bar{G}_R}}\right)} |\tilde{2}\rangle, \quad (4)$$

$$|\bar{2}\rangle = \sqrt{\frac{1}{2}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{\bar{G}}{\bar{G}_R}}\right)} |\tilde{1}\rangle + \sqrt{\frac{1}{2}\left(1 + \frac{\bar{\Delta}}{\bar{G}_R}\right)} |\tilde{2}\rangle, \quad (5)$$

where the new Rabi frequency is:  $\bar{\Omega} = \bar{\Delta} + \omega/2$  and  $\cot 2\bar{\theta} = \frac{\bar{\Delta}}{\bar{G}}$ , and we obtain the following Hamiltonian, which describes the whole system:



$$\begin{aligned}
 H = \sum_k \hbar(\omega_k - \omega_L) a_k^\dagger a_L + \hbar \bar{G}_R \bar{R}_z + i \sum_k (\vec{g}_k \cdot \vec{d}) \left\{ a_k^\dagger \left( \left[ \frac{1}{2} \sin 2\theta \cos 2\bar{\theta} - \right. \right. \right. \\
 \left. \left. \frac{1}{2} \sin 2\bar{\theta} \cos^2 \theta e^{-i\omega t} + \frac{1}{2} \sin 2\bar{\theta} \sin^2 \theta e^{i\omega t} \right] \bar{R}_z + \left[ \frac{1}{2} \sin \theta \sin 2\bar{\theta} - \right. \right. \\
 \left. \left. \cos^2 \theta \sin^2 \bar{\theta} e^{-i\omega t} - \sin^2 \theta \cos^2 \bar{\theta} e^{i\omega t} \right] \bar{R}^+ + \left[ \frac{1}{2} \sin 2\bar{\theta} \sin 2\theta + \right. \right. \\
 \left. \left. \cos^2 \bar{\theta} \cos^2 \theta e^{-i\omega t} + \right. \right. \\
 \left. \left. \sin^2 \theta \sin^2 \bar{\theta} e^{i\omega t} \right] \bar{R}^- \right\} - H.C. \quad (6)
 \end{aligned}$$

In the next step, the following Master Equation resulting from equation (6):

$$\begin{aligned}
 \frac{d}{dt} \langle Q(t) \rangle = \\
 i \bar{G}_R \langle [\bar{R}_z, Q] \rangle - \bar{\Gamma}_0 \{ \langle \bar{R}_z [\bar{R}_z, Q] \rangle + \langle [Q, \bar{R}_z] \bar{R}_z \rangle \} - \bar{\Gamma}_+ \{ \langle \bar{R}^+ [\bar{R}^-, Q] \rangle + \\
 \langle [Q, \bar{R}^+] \bar{R}^- \rangle \} - \bar{\Gamma}_- \quad (9)
 \end{aligned}$$

where  $\gamma = \frac{1}{2} \frac{4d^2 \omega_0^3}{3\hbar c^3}$ ,  $\bar{G}_R = \sqrt{\bar{\Delta}^2 + \bar{G}^2}$ ;  $\bar{\Delta} = \bar{\Omega} - \omega/2$  and we have dropped the rapid oscillating terms:  $e^{\pm i\omega t}$ ;  $e^{\pm 2i\bar{G}_R t}$ ;  $e^{\pm 2i\omega t}$ ;  $e^{\pm i(2\bar{G}_R \pm \omega)t}$ ;  $e^{\pm i(2\bar{G}_R \pm 2\omega)t}$ ;  $e^{\pm i(4\bar{G}_R \pm 2\omega)t}$ ;  $e^{\pm i(4\bar{G}_R \pm \omega)t}$ ;  $e^{\pm 4i\bar{G}_R t}$ . Furthermore we get the analytical expressions for the spontaneous emission rates in “double-dressed” state base:

$$\bar{\Gamma}_0 = \frac{1}{4} \gamma(\omega_L) \sin^2 2\theta \cos^2 2\bar{\theta} + \frac{1}{4} \gamma(\omega_L + \omega) \sin^2 2\bar{\theta} \cos^4 \theta + \frac{1}{4} \gamma(\omega_L - \omega) \sin^2 2\bar{\theta} \sin^4 \theta, \quad (10)$$

$$\bar{\Gamma}_+ = \frac{1}{4} \gamma(\omega_L + 2\bar{G}_R) \sin^2 2\bar{\theta} \sin^2 2\theta + \frac{1}{4} \gamma(\omega_L + \omega + 2\bar{G}_R) \cos^4 \bar{\theta} \cos^4 \theta + \frac{1}{4} \gamma(\omega_L - \omega + 2\bar{G}_R) \sin^4 \theta \sin^4 \bar{\theta}, \quad (11)$$

$$\bar{\Gamma}_- = \frac{1}{4} \gamma(\omega_L - 2\bar{G}_R) \sin^2 2\theta \sin^2 2\bar{\theta} + \frac{1}{4} \gamma(\omega_L + \omega - 2\bar{G}_R) \cos^4 \theta \sin^4 \bar{\theta} + \frac{1}{4} \gamma(\omega_L - \omega - 2\bar{G}_R) \sin^4 \theta \cos^4 \bar{\theta}, \quad (12)$$

The Bloch system of differential equations for the variables of interest are:

$$\left\{ \begin{aligned}
 \frac{d}{dt} \langle \bar{R}_z(t) \rangle &= -2(\bar{\Gamma}_+ + \bar{\Gamma}_-) \langle \bar{R}_z \rangle \\
 \frac{d}{dt} \langle \bar{R}^+(t) \rangle &= (2i\bar{G}_R - 4\bar{\Gamma}_0 - \bar{\Gamma}_+ - \bar{\Gamma}_-) \langle \bar{R}^+ \rangle \\
 \frac{d}{dt} \langle \bar{R}^-(t) \rangle &= -(2i\bar{G}_R + 4\bar{\Gamma}_0 + \bar{\Gamma}_+ + \bar{\Gamma}_-) \langle \bar{R}^- \rangle
 \end{aligned} \right. \quad (13)$$

Taking into account the equations for average values:  $\langle \tilde{R}^+ \tilde{R}^- \rangle = \frac{1}{2}(1 + \langle \tilde{R}_z \rangle_s)$ ;  $\langle \tilde{R}^- \tilde{R}^+ \rangle = \frac{1}{2}(1 - \langle \tilde{R}_z \rangle_s)$  we can obtain the solutions:

$$\langle \tilde{R}^+ \rangle = \langle \tilde{R}^+(0) \rangle e^{(2i\bar{G}_R - 4\bar{\Gamma}_0 - \bar{\Gamma}_+ - \bar{\Gamma}_-)\tau}, \quad (14)$$

$$\langle \tilde{R}^- \rangle = \langle \tilde{R}^-(0) \rangle e^{-(2i\bar{G}_R + 4\bar{\Gamma}_0 + \bar{\Gamma}_+ + \bar{\Gamma}_-)\tau}, \quad (15)$$

$$\langle \tilde{R}_z \rangle = \langle R_z(0) \rangle e^{-2(\bar{\Gamma}_- + \bar{\Gamma}_+)\tau} + \frac{\bar{\Gamma}_- - \bar{\Gamma}_+}{\bar{\Gamma}_- + \bar{\Gamma}_+} (1 - e^{-2(\bar{\Gamma}_- + \bar{\Gamma}_+)\tau}), \quad (16)$$

### Resonance fluorescence spectrum of two-level systems.

Resonance fluorescence is a process in which an atom with two levels driven by a continuous laser field manifests novel properties of light, according to quantum theory. If the driving field is monochromatic, then at low excitement intensities the atom absorbs a photon and reemits it at the same frequency as a consequence of energy conservation. The spectral width of the fluorescent light is very narrow. The situation is considerably complicating when the intensity of excitation is increasing and the Rabi frequency associated with the laser field is comparable, or larger than the width of the energy band of the atom. In this case, Rabi oscillations appear as a modulation of the dipolar quantum moment and side strips appear in the spectrum of the radiation emitted [1]. The resonance fluorescence is represented by the terms of the double-correlated function of the field emitted:

$$S(\omega) = \Phi(r) R e \int_0^\infty d\tau e^{i(\omega - \omega_L)\tau} \lim_{t \rightarrow \infty} \langle S^+(t) S^-(t - \tau) \rangle, \quad (18)$$

$$\text{where } \Phi(r) = \frac{2d^2\omega_0^2}{3r^2c^4}.$$

We derive the following form of double correlated function, in which rapid oscillating terms were dropped:

$$\begin{aligned} \lim_{t \rightarrow \infty} \langle S^+(t) S^-(t) \rangle &= \left( \frac{1}{4} \sin^2 2\theta \cos^2 2\bar{\theta} + \frac{1}{4} \sin^2 2\bar{\theta} \cos^4 \theta e^{-i\omega\tau} + \right. \\ &\quad \left. \frac{1}{4} \sin^2 2\bar{\theta} \sin^4 \theta e^{i\omega\tau} \right) \langle \tilde{R}_z \tilde{R}_z(\tau) \rangle + \\ &+ \left( \frac{1}{4} \sin^2 2\theta \sin^2 2\bar{\theta} + \cos^4 \theta \sin^4 \bar{\theta} e^{-i\omega\tau} + \sin^4 \theta \cos^4 \bar{\theta} e^{i\omega\tau} \right) \langle \tilde{R}^- \tilde{R}^+(\tau) \rangle + \\ &\quad + \left( \frac{1}{4} \sin^2 2\bar{\theta} \sin^2 2\theta + \cos^4 4\bar{\theta} \cos^4 \theta e^{-i\omega\tau} + \right. \\ &\quad \left. \sin^4 \theta \sin^4 \bar{\theta} e^{i\omega\tau} \right) \langle \tilde{R}^+ \tilde{R}^-(\tau) \rangle, \end{aligned} \quad (19)$$

Since operators are correlated within a short time frame, the upper integration limit tends to infinity without change. Finally we derive the analytical expression for resonance fluorescence spectrum, where  $\bar{\Gamma}_s = 4\bar{\Gamma}_0 + \bar{\Gamma}_+ + \bar{\Gamma}_-$ , and  $\Gamma_{\parallel} = 2(\bar{\Gamma}_- + \bar{\Gamma}_+)$ ,

$$\begin{aligned}
 S(\nu) = & \frac{1}{4} \sin^2 2\theta \cos^2 2\bar{\theta} \left\{ \pi \langle \tilde{R}_z \rangle_s^2 \delta(\nu - \omega_L) + (1 - \langle \tilde{R}_z \rangle_s^2) \frac{\Gamma_{\parallel}}{\Gamma_{\parallel}^2 + (\nu - \omega_L)^2} \right\} + \\
 & + \frac{1}{4} \sin^2 2\bar{\theta} \cos^4 \theta \left\{ \pi \langle \tilde{R}_z \rangle_s^2 \delta(\nu - \omega_L - \omega) + (1 - \langle \tilde{R}_z \rangle_s^2) \frac{\Gamma_{\parallel}}{\Gamma_{\parallel}^2 + (\nu - \omega_L - \omega)^2} \right\} + \\
 (20) \quad & + \frac{1}{4} \sin^2 2\bar{\theta} \sin^4 \theta \left\{ \pi \langle \tilde{R}_z \rangle_s^2 \delta(\nu - \omega_L + \omega) + \right. \\
 & \left. (1 - \langle \tilde{R}_z \rangle_s^2) \frac{\Gamma_{\parallel}}{\Gamma_{\parallel}^2 + (\nu - \omega_L + \omega + 2\bar{G}_R)^2} \right\} + \\
 & + \langle \tilde{R}^- \tilde{R}^+ \rangle_s \left[ \frac{1}{4} \sin^2 2\theta \sin^2 2\bar{\theta} \frac{\Gamma_s}{\Gamma_s^2 + (\nu - \omega_L + 2\bar{G}_R)^2} + \right. \\
 & \left. \cos^4 \theta \sin^4 \bar{\theta} \frac{\Gamma_s}{\Gamma_s^2 + (\nu - \omega_L - \omega + 2\bar{G}_R)^2} + \sin^4 \theta \cos^4 \bar{\theta} \frac{\Gamma_s}{\Gamma_s^2 + (\nu - \omega_L + \omega + 2\bar{G}_R)^2} \right] + \\
 & + \langle \tilde{R}^+ \tilde{R}^- \rangle_s \left[ \frac{1}{4} \sin^2 2\bar{\theta} \sin^2 2\theta \frac{\Gamma_s}{\Gamma_s^2 + (\nu - \omega_L - 2\bar{G}_R)^2} + \right. \\
 & \left. \cos^4 \bar{\theta} \cos^4 \theta \frac{\Gamma_s}{\Gamma_s^2 + (\nu - \omega_L - \omega - 2\bar{G}_R)^2} + \sin^4 \theta \sin^4 \bar{\theta} \frac{\Gamma_s}{\Gamma_s^2 + (\nu - \omega_L + \omega - 2\bar{G}_R)^2} \right],
 \end{aligned}$$

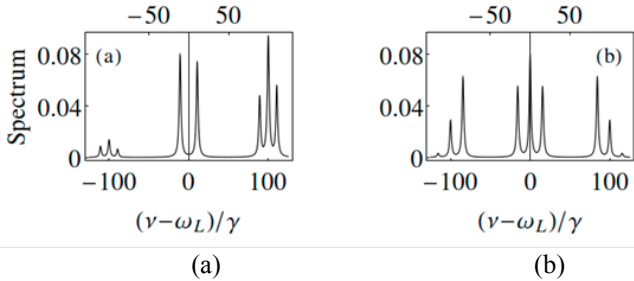


Figura 2. *Resonance Fluorescence Spectrum*, where  $\Omega/\gamma = 45$ ,  $\omega/\gamma = 100$  and (a)  $\Delta/(2\Omega) = 0,5$  (b)  $\Delta/(2\Omega) = 0$

### Conclusion.

Analyzing equation (20), one can observe that the elastic photon scattering spectrum consists of three lines  $[\omega_L, \omega_L \pm \omega]$ . The inelastic one may contain up to nine spectral lines, in strict concordance with the double dressed-state formalism schematically shown in **Fig. 2 (b)**. Suppression of a spectral line at the frequency of the strongly driving laser also occurs, and the emission spectrum permits determination of the diagonal dipole matrix elements [2]. The magnitudes of permanent dipoles are used for the interpretation of biological images, as well as for biological high-harmonic

or ultrashort pulse generation processes via laser pumped media possessing permanent dipoles, typical to such media.

**References:**

1. M. O. Scully, M. S. Zubairy. Quantum Optics. Cambridge, UK: Cambridge University Press. 1997.
2. M. Macovei, M. Mishra, C. H. Keitel, Phys. Rev. A 92, (2015), 013846

**DINAMICA NELINIARĂ A LASERELOR CU PUNCTE CUANTICE  
SUB INFLUENȚA FEEDBACK – ULUI MULTIPLU. APLICAȚII.**

*OLOINIC TATIANA*

*Știința calculatoarelor, electronică și comunicații  
Universitatea Tehnică a Moldovei*

**Introducere**

Laserul semiconductor este un dispozitiv care emite lumină, iar principiul de funcționare al sau este cercetat și îmbunătățit în permanență. O importanță deosebită au laserele semiconductoare datorită utilizării acestora în diferite domenii: de cercetare științifică, medicină și în special în comunicarea optică bazată pe haos. Haosul dinamic este un efect nelinier interesant care a fost studiat foarte mult pe parcursul anilor. El este util pentru comunicarea bazată pe haos și ținem să menționăm că a fost identificat într-un număr mare de sisteme dinamice [1]. În această lucrare sunt analizate condițiile optime pentru ca sistemul propus să funcționeze în regim haotic. Aceste condiții sunt redate prin analiza evoluției în timp a puterii emergente, a densității purtătorilor de sarcini. Deasemenea, sunt prezentate diagrame ale bifurcațiilor, timpul de autocorelare și de sincronizare. Fenomenul de sincronizare este amplu dezvoltat în știință, natură, inginerie și viața socială. Asemenea sisteme precum ceasul, ritmul cardiac au tendința de a funcționa în regim de sincronizare. Fenomenul dat este universal și poate fi înțeles într-un cadru comun bazat pe dinamica neliniară [1].

Sistemul propus în această lucrare este alcătuit din laserul semiconductor conectat la mai multe cavități exterioare (vezi Fig. 1). În total sunt cinci cavități exterioare: cele pasive cu lungimea  $l$ , cavitățile cu aer au lungimea  $l_0$  și alte două ghiduri de undă cu lungimea  $L$ . Vom considera fazele  $\theta$ ,  $\psi$ ,  $\zeta$ ,  $\xi$ , și  $\varphi$ .

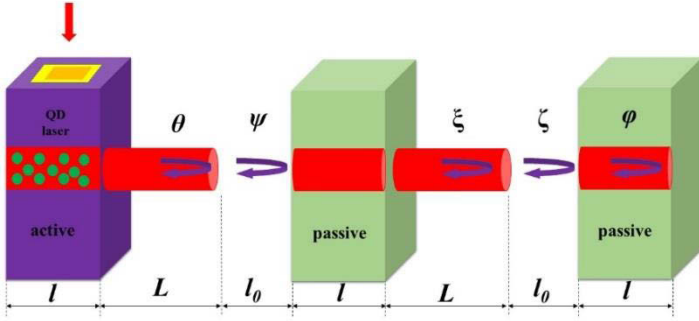


Figura1. Schema laserului semiconductor sub influența unui feedback optic provenit de la mai multe cavități exterioare.

Dinamica neliniară a sistemului este analizată cu ajutorul ecuațiilor de mai jos conform modelului Lang-Kobayashi [2].

$$\begin{aligned} \frac{dE}{d\tau} = & \frac{1}{2}(1+i\alpha)[- \gamma_{np} + g(2\rho-1)]E(\tau) + \Gamma_1 e^{-i\theta} E(\tau-\tau_1) + \\ & + \Gamma_2 e^{-i(\varphi+\psi)} E(\tau-\tau_2) + \Gamma_3 E(\tau-\tau_3) e^{-i(\varphi+\psi+\xi)} + \\ & + \Gamma_4 E(\tau-\tau_4) e^{-i(\varphi+\psi+\xi+\zeta)} + \Gamma_5 E(\tau-\tau_5) e^{-i(\varphi+\psi+\xi+\zeta+\theta)} \end{aligned} \quad (1)$$

$$\frac{d\rho}{d\tau} = -\gamma_{ns}\rho - (2\rho-1)|E^2| + (CN^2 + BN)(1-\rho) \quad (2)$$

$$\frac{dN}{d\tau} = J - N - (2[CN^2 + BN](1-\rho)) \quad (3)$$

unde  $E$  este amplitudinea complexă a câmpului electric,  $N$  – probabilitatea de ocupare în punctul cuantic, iar  $\rho$  este densitatea purtătorilor de sarcină. Alți parametri:  $\alpha = 5$  este factorul Henry,  $g = 1,5 \cdot 10^{-8} \text{ ps}^{-1}$  este câștigul diferențial. Timpul de viață a fotonilor și a sarcinilor electrice sunt  $\tau_{ph} = 3 \text{ ps}$  și  $\tau_e = 2 \text{ ns}$ . Toți acești parametri se utilizează pentru a obține diagramele și rezultatele ce caracterizează comportamentul dinamic al sistemului și sunt prezentate în figurile ulterioare.

Figura 2 reprezintă rezultatele evoluției în timp a puterii emergente  $P$  (stînga) și a densității purtătorilor de sarcini  $N$  (centru). Deasemenea, este prezentat și spectrul de putere (dreapta).

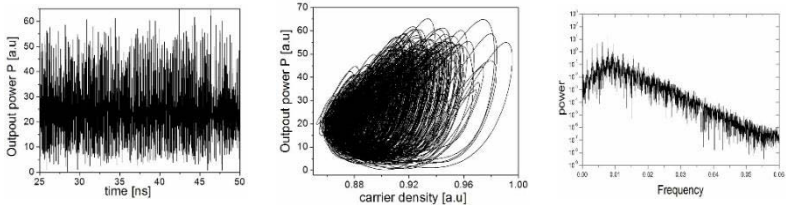


Figura 2 Timpul de evoluție a puterii de emergente  $P$  (stânga), portretul de fază în planul a doi parametri (centru) și spectrul de putere (dreapta).

Conform diagramei puterii emergente de timp pentru intensitatea feedback-ului optic  $\Gamma_1=\Gamma_2=\Gamma_3=\Gamma_4=\Gamma_5=15$  și faza  $\varphi=\pi/2$  oscilațiile sunt haotice, iar în planul  $P-N$  apare un atractor straniu cauzat de influența feedback-ului optic de la cavitățile exterioare.

Parametrii care vor fi considerați în continuare de bază sunt intensitatea feedback-ului optic și fazele.

Figura 3 reprezintă diagrama bifurcațiilor laserului semiconductor sub influența feedback-ului optic provenit de la mai multe cavități exterioare. Intensitatea feedback-ului optic  $\Gamma_5$  este parametru de bifurcație în ambele cazuri și este variabilă, iar fazele sunt constante. În Fig. 3(a) se observă că pentru valori mici ale intensității feedback-ului  $\Gamma_5$  s-au obținut unde continue. Acestea sunt întrerupte de bifurcația Hopf  $H$ . În continuare apare o regiune haotică, care caracterizează dependența de maxim și minim a puterii emergente.

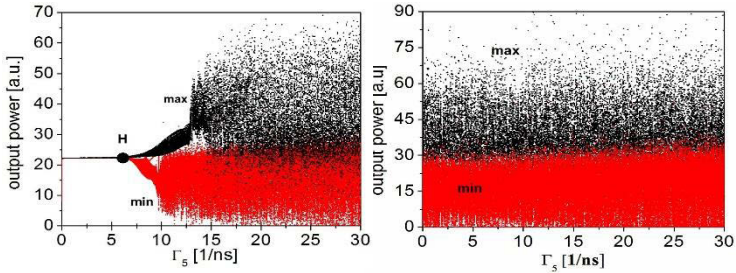


Figura 3. Diagrama bifurcațiilor: a)  $\Gamma_1=\Gamma_2=\Gamma_3=\Gamma_4=10$ ,  $\varphi=\pi/2$ ; b)  $\Gamma_1=\Gamma_2=\Gamma_3=\Gamma_4=20$ ,  $\varphi=\pi/2$

În Fig. 3(b), valoarea feedback-ului optic este mărită, iar faza  $\varphi$  este fixă. Se observă comportament haotic pentru toate valorile intensității

feedback-ului optic. Astfel, acest comportament dinamic haotic al laserului semiconductor devine apropiat pentru comunicarea optică bazată pe haos.

Figura 4 reprezintă diagrama timpului de autocorelare a laserului semiconductor sub influența feedback-ului optic provenit de la mai multe cavități exterioare în planul  $\varphi$ - $\Gamma_5$ . Faza  $\varphi$  și intensitatea feedback-ului optic  $\Gamma_5$  sunt variabile.

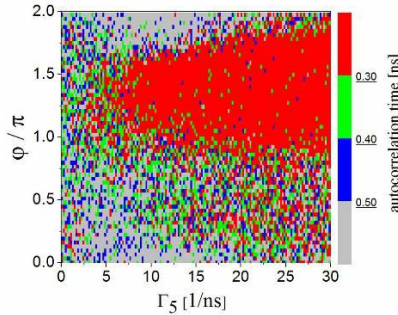


Figura 4. Timpul de autocorelare în planul  $\varphi$ - $\Gamma_5$  pentru  $\Gamma_1=\Gamma_2=\Gamma_3=\Gamma_4=10$ .

Regimul haotic al laserului semiconductor este descris de regiunea roșie. Celelalte regiuni sunt regimuri de unde continue sau pulsații. Timpul de autocorelare, în regiunea haotică, este mai mic de 0.30 ns. Astfel, acest comportament haotic al laserului poate fi utilizat în comunicarea optică bazată pe haos, iar utilizând rezultatele diagramei din Fig. 4 putem găsi condițiile optime pentru funcționare în regim haotic al laserului.

### Concluzii

A fost analizată dinamica neliniară a laserului semiconductor cu puncte cuantice sub influența unui feedback optic provenit de la mai multe cavități. Structura dispozitivului permite obținerea parametrilor necesari pentru ca laserul cu puncte cuantice să opereze în regim haotic. Prezența celor cinci cavități externe determină apariția oscilațiilor complexe neliniare în evoluția în timp a puterii emergente. Ținem să menționăm, că dimensiunile dispozitivului propus sunt mai mici în comparație cu cele raportate în literatură.

Mulțumiri. Autorul mulțumește suportului acordat în cadrul proiectului 16.80012.02.27F. Mulțumiri pentru îndrumare și suport dlui dr.hab., prof. univ. V. Z. Tronciu

**Bibliografie:**

1. K. Pyragas, Continuous control of chaos by self-controlling feedback, Physics letters A 170, p. 421-428, 1992.
2. R. Lang, K Kobayashi, IEEE J. Quantum Electronics 16, 347, 1980.

**BIOCERAMICE ÎN BAZĂ DE HIDROXIAPATITĂ –  
BIOSTICLĂ – MATERIAL NOU AVANSAT PENTRU APLICAȚII  
ÎN MEDICINĂ.**

*POPA MIHAELA*

*Institutul de Fizică Aplicată, Academia de Științe din Moldova*

**1. Introducere**

Una din marile provocări ale biomaterialelor este dezvoltarea unui material care să corespundă proprietăților biomecanice ale osului și să posede de asemenea, o bioactivitate suficientă pentru a se lega de osul viu și țesuturile moi. În acest context se manifesta un interes deosebit pentru materialele bioceramice bazate pe hidroxiapatită (HA) –  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$  (Fig.1) cu scopul utilizării lor în domeniul chirurgiei ortopedice și implanturilor, deoarece HA este componenta minerală de bază a părții anorganice a osului. Deși HA este un material bioactiv, stimulând regenerarea și creșterea țesutului osos, rezistența mecanică a bioceramicelor în baza lui este scăzută, în plus, și tendința la resorbție este scăzută. Pentru depășirea acestor neajunsuri în practica curentă se folosesc compozitele ceramice HA cu aport de fază vitroasă [1,2]. Sticlă bioactivă (BG – bioactive glass) prezintă bioactivitate superioară HA, datorită concentrației critice de ioni de Si, P, Ca, care stimulează formarea osului [3], de asemenea, BG îmbunătățesc proprietățile mecanice ale HA [4, 5].

**2. Metode de obținere a hidroxiapatitei – biosticlei (HA-BG)**

Aplicarea diferitor compoziții noi cu dopanți funcționali și tehnici inovatoare de obținere a HA–BG, permit de a efectua o analiză amplă a influenței acestora asupra structurii și proprietăților materialelor obținute, cu scopul alegerii celor mai optime pentru fabricarea unor compozite cu proprietăți biologice și mecanice îmbunătățite. Recent au fost cercetate compozite HA-BG în baza sticlelor fosfatice, care, datorită similarității chimice, contribuie la durificarea HA, dar și a celor silicice, care majorează bioactivitatea sistemului [6]. Dezavantajul BG actuale este legat de temperaturile înalte de sinterizare, care pot ajunge la 1200-1300°C și care



pot duce la formarea de faze nedorite sau chiar la descompunerea HA și cristalizarea sticlei, ce poate scădea și chiar inhiba bioactivitatea compozitului. Realizarea unor compoziții noi de sticle, cum ar fi silico-calco-sodo-fosfatică conținând oxid de bor și de titan sau BG\_Ca/Mix [1,7,8], sinterizate la temperaturi mai joase, au permis de a depăși aceste neajunsuri. Din aceste considerente, una din metodele de obținere a compozitelor este efectuată prin reacții în faza solidă și sinterizare termică a celor doi componenți sub formă de pulberi. Alta metodă de a evita temperaturile foarte ridicate la sinterizarea BG și a compozitelor în baza lor este cea pe cale umedă cu aplicarea tehnicilor sol-gel de obținere a însăși BG și a compozitelor HA-BG [9]. Oferind și alte avantaje, cum sunt puritatea și omogenitatea compoziției, dimensiunile nanometrice ale pulberilor de HA, totodată metoda sol-gel impune și unele limitări la inducerea dopanților, legate de solubilitatea lor.

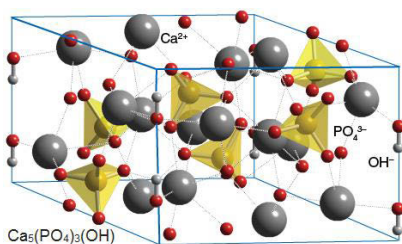


Figura 1. Structura hidroxiapatitei

Proprietățile mecanice sunt foarte importante pentru materiale cu utilizare bio-medicală pentru țesuturile osoase. Sunt importante în special influența structurii (raportul dintre volumul fazei cristaline și cele vitroase, dimensiunea cristalitelor de HA, rezistența legăturilor la interfața fazelor, defectele) și a compoziției materialului asupra durității, elasticității, rezistenței la compresiune și încovoiere a acestuia, scopul principal fiind obținerea unor parametri mecanici maximal apropiați sau chiar superiori celor ale țesutului osos natural.

### 3. Metode de cercetare a proprietăților mecanice

Nanoindentarea dinamică (NI) este una din cele mai avansate și universale metode pentru determinarea mai multor parametri mecanici. Aparatul de nanoindentare de obicei este înzestrat cu piramida triedrică de diamant Berkovich (cu unghiul între față și axă geometrică  $65,3^\circ$ ) (Fig.2a, b).

Înzestrarea instalației cu soft special pentru monitorizarea automată a sarcinii mecanice ( $P$ ), adâncimii de penetrare a indenturului ( $h$ ) și timpului ( $t$ ) și prelucrarea datelor permite calculul automat al durității ( $H$ ) și a modului Young ( $E$ ) prin metoda Oliver-Pharr [11].

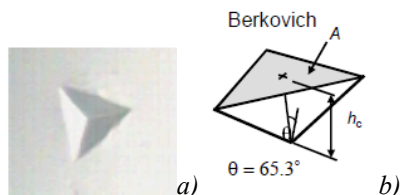


Figura 2. a) amprenta pe suprafața unei porbe de oțel calit realizată cu un indentor Berkovici (geometria Berkovich) b) prezentarea unghiului dintre față și axa geometrică a piramidei.

Metoda de nanoindentare permite de a efectua testări în diferite condiții de aplicare a sarcinii mecanice: variația sarcinii și vitezei de deformare, încărcarea ciclică, menținerea îndelungată sub sarcina maximală, ce prezintă o modelare a proceselor reale, care au loc în procesele de fabricare și aplicare în practică a materialelor în studiu.

Un alt tip de testare la indentare, care este utilizat pentru cercetarea proprietăților mecanice ale HA–BG, constă în determinarea coeficientului de rezistență la fisurare. Procedura are unele avantaje față de metodele mai convenționale, deoarece testul poate fi efectuat pe suprafață și nu necesită pregătirea unei probe speciale de volum. Metoda este deosebit de potrivită pentru materiale fragile și se bazează pe măsurarea optica a dimensiunii fisurii, care pentru materialele fragile de obicei apar la colțurile amprentei Fig.3.

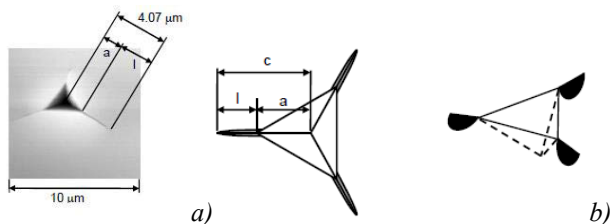


Figura 3. a) amprentape Si – topit, realizată cu un identor “colț de cub” la sarcina  $P=20$  mN b) Model de fisură radială realizată cu un indentor Berkovich.

Formula de determinare a coeficientului de rezistență la fisurare în urma indentării cu un indenter Berkovich:

$$K_1 = 1.073(0.015)(a/l)^{1/2} \left( \frac{E}{H} \right)^{2/3} \frac{P}{c^{3/2}} \quad (7)$$

Pentru cercetarea reliefului fin al amprentelor și zonelor alăturate este utilizată microscopia de forță atomică (AFM), care în combinație cu cercetările la nano- și microindentare permit de a face o analiză amplă a procesului de deformare în funcție de structura materialului.

#### 4. Rezultate

În lucrarea [4] s-au cercetat proprietățile mecanice a sticlelor ceramice bioactive optimizate și s-a constatat că rezistența la încovoiere este mult mai mare decât a osului cortical și comparabil cu cea a HA –wollastonită (A/W) – sticlă ceramică bioactivă, modulul de elasticitate cuprins între 60 – 70 GPa, mult mai scăzut decât a A/W și aproape similar cu cel al osului cortical. Coeficientul de fisurare este cuprins între 0,60 – 0,95 MPa m<sup>1/2</sup>.

S. Kapoor și U.Batran au cercetat HA cu adaos de biosticla, componență 30%CaO-30%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-40%Na<sub>2</sub>O, în procentaj de (2%,5% și 10%). Obținînd o creștere a proprietăților mecanice o data cu creșterea procentului de adaos a biosticlei, rezistența la compresiune avînd valori cuprinse între 48MPa – 67MPa și valorile durezzații 2,5GPa – 2,9GPa. [5]

Autorii Belluci D. *et al* au studiat proprietățile unor noi amestecuri de biosticlă/HA, cu diferit procentaj al HA: 80%BG\_Ca/Mix – 20% HA și 30%BG\_Ca/Mix – 70% HA.[1] Ca probă de referință au utilizat Bioglass® 45S5. Utilizarea BG\_Ca/Mix, care este caracterizat de o stabilitate termică mai înaltă, le-a permis sinterizarea compozitelor la o temperatură relativ scăzută, cu efecte pozitive în ceea ce privește bioactivitatea. Proprietățile mecanice ale sticlelor cu un conținut de 80% biosticlă, sunt considerabil mai mari (durezza – 3,68GPa și modulul Young – 71,5GPa) decât a biosticlei de referință 45S5 (durezza – 0,61GPa și modulul Young – 30,4GPa), acest rezultat fiind explicat prin prezența HA care este mecanic mai durabilă comparativ cu biosticla 45S5, și prin proprietatea termică specifică a BG\_Ca/Mix, care favorizează procesul de sinterizare a compozitelor.

#### 5. Concluzii:

Bioceramica bazată pe hidroxiapatită – biosticlă este un material de perspectivă pentru tratarea, regenerarea sau înlocuirea țesutului osos, cu aplicații în medicina ortopedică și dentară.

Modificarea metodelor de obținere prin scăderea temperaturii de sinterizare, utilizarea tehnicilor sol-gel, la fel și aplicarea unor compoziții

noi, deschid posibilități de a obține HA-BG de o biocompatibilitate și bioactivitate sporită, cu proprietăți mecanice îmbunătățite.

**Bibliografia:**

1. D. Bellucci, A. Sola, A. Anesi, R. Salvatori, L. Chiarini, V. Cannillo. Bioactive glass/hydroxyapatite composites: Mechanical properties and biological evaluation. *Mater. Sci. and Eng.:* C, 2015, vol. 51, p. 196–205.
2. C. Yatongchai, A.W. Wren, S.K. Sundaram. Characterization of hydroxyapatite-glass composites using terahertz time-domain spectroscopy. *J. Infrared Milli Terahz Waves*, 2015, vol. 36 (1), p. 81-93.
3. I. Farooq, Z. Imran, U.Farooq, A. Leghari, H. Ali. Bioactive glass: a material for the future, *World J Dent*, 2012, vol. 3(2), p. 199-201.
4. O. Peitl, E.D. Zanotto, F.C. Serbena. L.L. Hench, Bioactive Glass-Ceramics for Load-Bearing Applications. In book: *An Introduction to Bioceramics*, 2nd edition, edited by: L.L. Hench, Imperial College Press, London, 2013, p. 495-504.
5. Seema Kapoor and Uma Batra, Preparation and Bioactivity Evaluation of Bone like Hydroxyapatite - Bioglass Composite, *International Journal of Chemical and Biological Engineering*, 2010, 3(1), p. 24-28.
6. D. Bellucci, A. Sola, V. Cannillo, Hydroxyapatite and tricalcium phosphate composites with bioactive glass as second phase: State of the art and current applications, *J Biomed Mater Res A*, 2016,104(4):1030-56.
7. Surajit Mistry, Debabrata Kundu, Someswar Datta, Debabrata Basu, Effects of bioactive glass, hydroxyapatite and bioactive glass – Hydroxyapatite composite graft particles in the treatment of infrabony defects, *Journal of Indian Society of Periodontology*, 2012, 16 (2), p. 241-246.
8. Sergey V. Dorozhkin, Calcium Orthophosphate – Containing Biocomposites and Hybrid Biomaterials for Biomedical Applications, *J. Funct. Biomater.*, 2015, 6, p. 708-832.
9. Mohamadhassan Taherian, Ramin Rojafée, Mohammadhossein Fathi, Morteza Tamizifar, „Effect of different sol–gel synthesis processes on microstructural and morphological characteristics of hydroxyapatite-bioactive glass composite nanopowders“, *Journal of Advanced Ceramics*, 2014, 3(3), p. 207–214.
10. W.C. Oliver, G.M. Pharr. An improved technique for determining hardness and elastic modulus using load and displacement sensing indentation experiments, *J. Mater. Res.*, 1992, v. 7 (6), p. 1564-1583.

## INFLUENȚA CALITĂȚII ENERGIEI ELECTRICE ASUPRA APARIȚIEI INCENDIILOR ÎN REȚELELE ELECTRICE DE JOASĂ TENSIUNE PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA

VIERU DMITRII

*Institutul de Energetică al AȘM*

**Întroducere.** Energia electrică reprezintă sursa de aprindere a materialelor combustibile și anume acest fenomen de aprindere se datorează transformării energiei electrice în energiei termică.

Așadar, incendiile în rețelele electrice de joasă tensiune pot fi provocate de echipamentul defect, rezistența înaltă de trecere în zona de contact, scurt circuitul, regimul anormal de funcționare a rețelei [1].

**Analiza incendiilor pe teritoriul Republicii Moldova.** Graficul incendiilor în perioada anilor 2013-2015 înregistrate pe teritoriul Republicii Moldova conform [0, 3, 0] este prezentat în figura 1.

Analiza producerii incendiilor pe teritoriul Republicii Moldova de la scurtcircuite corespunde valorilor de cca. 11-15 % din numărul total de incendii pe an. Din lipsa unui mecanism de expertiză detaliat în rapoartele de analiză au fost incluse toate incendiile provocate de scurtcircuite inclusiv și cele care au fost cauzate de nerespectarea normelor și regulilor de apărare împotriva incendiilor.

**Analiza datelor privind calitatea energiei electrice furnizate pe teritoriul Republicii Moldova în rețelele electrice de joasă tensiune.** În perioada anilor 2013-2015, pe teritoriul Republicii Moldova se atestă o descreștere a numărului de cazuri înregistrate a golurile repetate de tensiune de la 15213 - 10998 cazuri. Numărul soluționat de cazuri, se diminuează de la 2079 în anul 2013 la 1588 de cazuri în anul 2016. Acest fapt se datorează expertizelor tehnice ce au confirmat supratensiunile și golurile de tensiune a energiei electrice. Tot în această perioadă s-a stabilit o creștere a cazurilor înregistrate ale abaterilor de tensiune de la valorile standardizate de la 459-529 cazuri. [0, 6, 0]

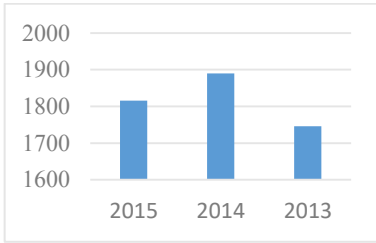


Figura 1. Graficul incendiilor produse pe teritoriul Republicii Moldova

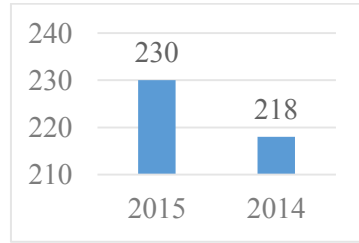


Figura 2. Graficul incendiilor produse pe teritoriul Republicii Moldova de la scurtcircuite

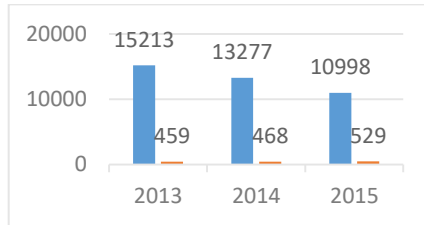


Figura 3. Graficul accidentelor cauzate de calitatea energiei electrice pe teritoriul Republicii Moldova în perioada anilor 2013-2015

### Analiza influenței regimului nesimetric a rețelei electrice de joasă.

În scopul obținerii unor rezultate calitative și cantitative vom modela un scurtcircuit într-o rețea electrică de joasă tensiune în regim nesimetric conform  $[8, 0, 0]$ .

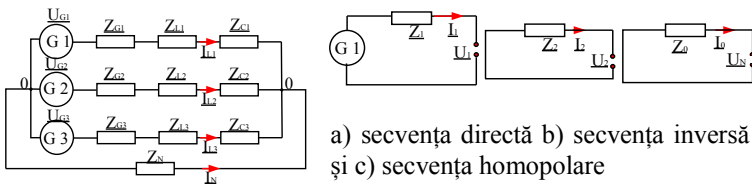


Figura 4. Schema electrică de calcul a rețelei electrice de joasă tensiune

Impedanțele sunt calculate în dependență de lungimea liniei electrice ( $\underline{Z}_{L1}, \underline{Z}_{L2}, \underline{Z}_{L3}, \underline{Z}_N$ ), impedanța transformatorului se va considera ( $\underline{Z}_{G1}, \underline{Z}_{G2}$

$\underline{Z}_{G3}$ ).  $\underline{Z}_N$  - impedanța firului nul, iar  $\underline{Z}_{C1}, \underline{Z}_{C2}, \underline{Z}_{C3}$  - impedanța consumatorului.

În scopul analizei ample a regimului nesimetric deconectăm faza B (considerăm faza accidentată).

În baza schemelor de calcul din figura 4, alcătuim un sistem de ecuații : trei conform teoremei lui Kirchhoff și trei conform condițiilor de nesimetrie în punctul de scurtcircuit. ( $\underline{U}_0 = \underline{U}_N$ ).

$$\begin{cases} \underline{Z}_1 \cdot \underline{I}_1 + \underline{U}_1 = \underline{E}_1; \\ \underline{Z}_2 \cdot \underline{I}_2 + \underline{U}_2 = 0; \\ \underline{Z}_0 \cdot \underline{I}_0 + \underline{U}_0 = 0; \\ \underline{U}_1 + \underline{U}_2 + \underline{U}_0 = 0; \\ a^2 \cdot \underline{I}_1 + a \cdot \underline{I}_2 + \underline{I}_0 = 0; \\ a \cdot \underline{U}_1 + a^2 \cdot \underline{U}_2 + \underline{U}_0 = 0. \end{cases} \quad A = \begin{bmatrix} \underline{Z}_1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & \underline{Z}_2 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \underline{Z}_0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ a^2 & a & 1 & 0 & 0 & 0 \\ a & a^2 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} \underline{E}_1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}.$$

Pentru a calcula curenții și tensiunile din locul nesimetriei este necesar de aplicat teorema Fortescue's.

$$F = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ a^2 & a & 1 \\ a & a^2 & 1 \end{bmatrix}; \quad I = \begin{bmatrix} \underline{I}_1 \\ \underline{I}_2 \\ \underline{I}_0 \end{bmatrix}; \quad U = \begin{bmatrix} \underline{U}_1 \\ \underline{U}_2 \\ \underline{U}_0 \end{bmatrix}.$$

**Modelarea regimului nesimetric în rețeaua electrică de joasă tensiune.** În baza modelului descris mai sus s-a modelat regimul la o rețea electrică de joasă tensiune cu lungimea  $L=50$  m alimentată de la un post de transformare cu  $P=160$  kVA. Sarcina monofazată va fi simetrică în faza  $P=5$  kW.

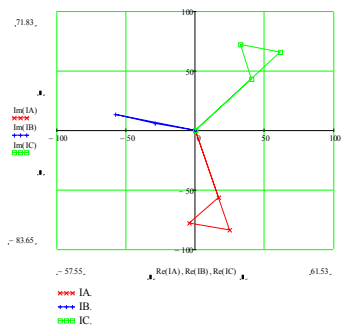


Figura 5. Diagrama fazorială a curentului din rețeaua electrică în regim nesimetric

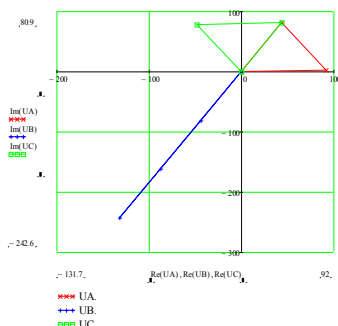


Figura 6. Diagrama fazorială a tensiunii din rețeaua electrică în regim nesimetric

În așa mod creșterea tensiunii la valorile de  $U = 275.992 \text{ V}$ , (depășește valorile standardizate de  $U = 240 \text{ V}$ ) și poate conduce la străpungere cu deteriorarea aparatelor electronice cu posibilitatea aprinderii acestora.

**Degajarea de căldură în circuitul  $R, L$  în momentul efectuării comutației.** În procesul de comutație (la conectarea și deconectarea sarcinii) apar procesele tranzitorii. Aceste procese depind de starea circuitului electric și sunt influențate de rezervele de energie a câmpului magnetic ale inductanței circuitului. Modificarea momentană a acestei energii este imposibilă fapt prin ce este nevoie de un timp pentru degajarea ei.[02]

Pentru a determina parametrii cantitativi ai procesului s-a modelat procesul tranzitoriu în linia electrică de mai sus, cu rezistența activă  $R = 0,224 \Omega$ . La bornele de ieșire a acestei s-a conectat o sarcină cu caracter inductiv a consumatorului (blocul unui calculator)  $L = 0,1 \text{ mH}$ . Aplicând metoda clasică de calcul curentului în regim tranzitoriu putem obține căldura degajată într-o perioadă de timp la bornele aparatului de comutație în perioada creșterii tensiunii din cauza stabilirii regimului nesimetric.

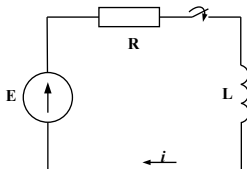
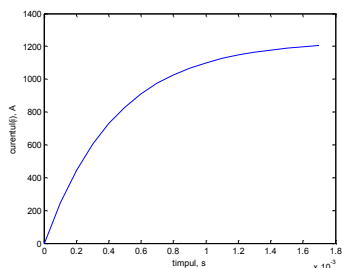


Figura 7. Schema electrică de calcul a rețelei electrice de joasă tensiune cu conectarea inductanței la capătul acesteia în regim nesimetric

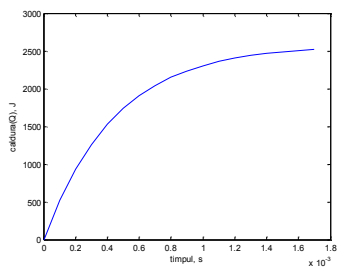


Modelarea matematică a proceselor termice de natură electrică în regim tranzitoriu este o problemă în cercetare continuă, necesară dimensionării rețelelor electrice care are drept scop diminuarea avariilor în rețelele electrice prin reglarea protecției rețelei, iar aplicarea softurilor de programare inginerești constituie o tendință actuală.

Graficul regimului tranzitoriu a rețelei electrice de joasă tensiune este prezentat în figura 8, 9.



**Figura 8.** Regimul tranzitoriu în rețeaua electrică de joasă tensiune la deconectarea fazei B.



**Figura 9.** Regimul tranzitoriu în rețeaua electrică de joasă tensiune la deconectarea fazei B cu derularea procesului de degajare a căldurii.

### Concluzii

1. Regimul nesimetric influențează negativ asupra calității energiei electrice și provoacă creșteri de tensiune ce pot conduce la străpungerea izolației și apariția scurtcircuitului în rețelele electrice.
2. Modificarea curenților nominali pe anumite porțiuni în zonele de contact conduce la pierderi de energie cu degajări de căldură, care pot avea consecințe negative pentru infrastructura rețelelor de distribuție .
3. Nesimetriile în rețelele electrice de joasă tensiune conduc la abateri a parametrilor de calitate a energiei electrice de la normele standardizate ale valorilor tensiunii.
4. Conectarea unei inductivități în timpul unui regim nesimetric conduce la un regim tranzitoriu la bornele conectării acestuia cu o creștere bruscă a degajărilor de căldură în zona de contact și străpungerea ulterioară a bobinei (transformatorul calculatorului).
5. În cadrul analizei se pot utiliza metodele clasice de calcul combinate cu programele moderne de calcul.

### **Bibliografie**

1. Черкасов В. Н., Петренко А. Н., Ильин А.В.. Методы Снижения Пожарной Опасности Электроустановок с Учётом Современной Проектно-Эксплуатационной и Нормативной Практики. ISSN: 2071-9116

2. Analiza activității Serviciului salvatori și pompieri pe parcursul a 12 luni ale anului 2013.

3. Analiza activității Serviciului salvatori și pompieri pe parcursul a 12 luni ale anului 2014.

4. Analiza activității Serviciului salvatori și pompieri pe parcursul a 12 luni ale anului 2015.

5. Raport de privind activitatea Agenției pentru Reglementare în Energetică în anul 2013. <http://www.anre.md/> (accesat 06.04.2017).

6. Raport de privind activitatea Agenției pentru Reglementare în Energetică în anul 2014. <http://www.anre.md/> (accesat 06.04.2017).

7. Raport de privind activitatea Agenției pentru Reglementare în Energetică în anul 2015. <http://www.anre.md/> (accesat 06.04.2017).

8. Н. Ю. Ушакова, Л.В. Быковская. Метод симметричных составляющих. Оренбург ИПК ГОУ ОГУ 2010.

9. Dmitrii VIERU. Analiza regimului nesimetric în rețelele electrice de joasă tensiune asupra calității energiei electrice. UTM, Conferința studenților, masteranzilor și doctoranzilor, 9 decembrie 2016.

10. Servicii de revizuire PE 143/1994 Normativ privind limitarea regimului nesimetric și deformant în rețelele electrice. Normă Tehnică Energetică Privind Limitarea Regimului Datorat Conectării Instalațiilor Nesimetrice în Rețelele Electrice de Transport și De Distribuție – Faza I//8145/2014-1.2-S0075646-D0.

11. C. Toader, N. Golovanov, R. Porumb., I. Triștiu, C. Bulac, al. Mandiș, m. Tîrșu // Evaluarea pierderilor de putere și energie electrică în rețele electrice de distribuție de medie tensiune dezechilibrate.

12. Gheorghe Dereveniuc. Electrotehnică și echipament electric. Ciclu de prelegeri. Chișinău, 2004.

## TRATAREA ZERULUI CONCENTRAT PRIN ELECTROLIZĂ

*VUTCARIOVA IRINA*  
*Doctorand competitor*  
*Institutul de Fizica Aplicată*

Problemele protecției mediului, elaborării tehnologiilor fără deșeuri și tehnicilor pentru realizarea lor denotă o amplificare deosebită și devin tot mai acute în ultimii ani. Una din sferile de consum de primă necesitate este cea alimentară și, în special prelucrătoare, care provoacă uneori pagube enorme mediului înconjurător. Sfera de producere reexaminează cerințele ecologice și o astfel de renaștere se petrece în industria de prelucrare a laptelui, anume la utilizarea produselor lactate secundare. Elaborarea tehnologiilor fără deșeuri la prelucrarea zerului prezintă o problema primordială globală.

În cadrul cercetărilor au fost efectuate experimente de condensare a zerului în evaporizator cu vid cu ejector. A fost realizată condensarea zerului cu conținutul părții uscate de la 7,1 % la 10,6 % în condensat. S-a menținut regimul de condensare cu temperatura până la 45 °C, a agentului de încălzire și presiunea în evaporizator până la  $P=6$  kPa.

După tratamentul prin electroliză a zerului condensat cu durată de o oră în camera catodului conținutul părții uscate s-a majorat până la 10,6 %, a persistat mediu slab acid. Aciditatea zerului inițial era la nivel de aciditate pH-4,6 și la tratamentul de o oră a crescut ușor pH-5,8. Aceasta permite utilizarea metodei cu deficit de sare pentru producerea acizilor organici. Pe toată durata tratării zerului potențialul de oxido-reducere este pozitiv (fig. 1.) pentru zerul fermentat și indică posibilitatea separării acidului la o putere mică a curentului electric ( de la 0,8 la 0,1 A).

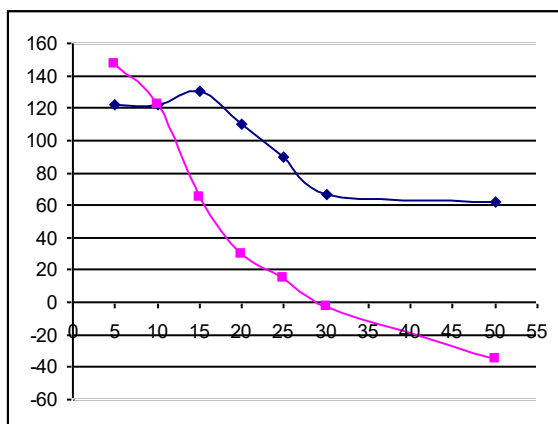


Figura 1. Comportarea potențialului de oxido-reducere al zerului concentrat în procesul de electroliză (camera catodului):  
 ■ - zer fermentat (fermentarea alcoolică), ◆ - zer nefermentat

Mostrele rezultate de zer original și condensat, au fost analizate prin metoda spectrografică de analiză în infraroșu (fig. 2.-4.).

Vârfurile de pe diagrame asociate arată schimbări în compoziția calitativă a soluțiilor rezultate (conținut de acid lactic, acid acetic, etanol, acetaldehida, etc.).

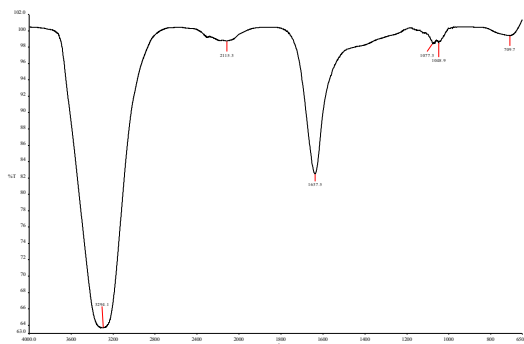


Figura 2. Spectograma zerului original (zer acru)

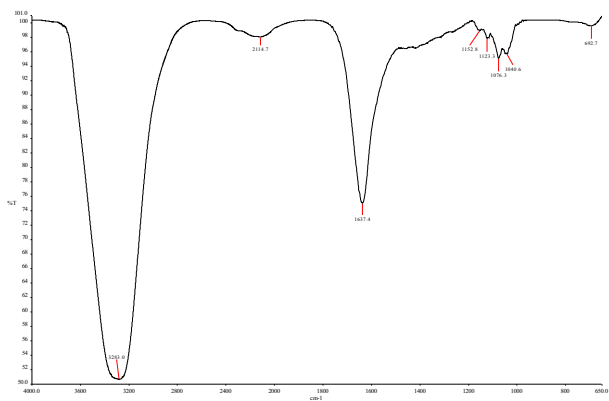


Figura 3. *Spectograma zerului condensat (conținutul substanței uscate 10,6%)*

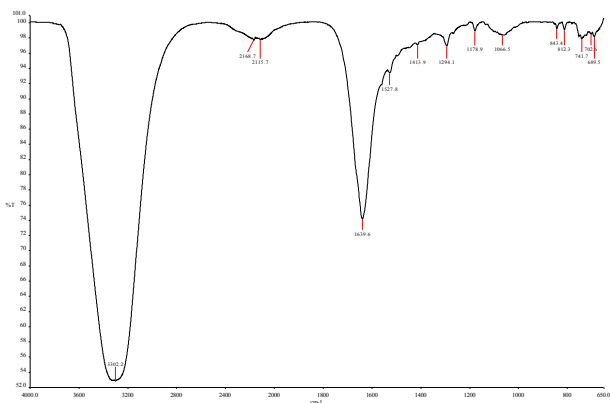


Figura 4. *Spectograma produsului rezultat (după tratare în celula electrolizorului)*

Variația acidității active a zerului supus procesării electrofizice confirmă eficiența utilizării membranei ionselective cationice și anionice MK-40, MA -40 și soluției 0.1%  $\text{NaHCO}_3$  în calitate de lichid anodic. Rezultatele prezintă interes din punct de vedere a extragerii acizilor organici din zerul condensat.

Micșorarea temperaturii agentului termic la evaporare în vid a zerului (45 °C) contribuie la reducerea pierderilor de acid. În acest caz se v-a menține temperatura joasă de procesare pe o durată mai îndelungată.

Pentru atingerea anumitei valori de aciditate activă se recomandă utilizarea metodei volumetrice de procesare adăugarea unui lot proaspăt de zer cu parametrii inițiali.

**Bibliografie:**

1. Ainshtein V.G. Obščii kurs proțessov i apparatov himicescoi tehnologii: cnigi 1 i 2. – M.: Vișșaia școla, 2003 – 1757 s.
2. Emeliianov A.A., Zolotarev A.G., Emeliianov K.A. Malogabaritnaia ustanovka dlea conțentrirovaniia i sușchi piscevîh productov v vacuume.//Piscevaia promîșlennost, 2007, Nr.12 – s. 52.

## **SINTEZA ȘI INVESTIGAREA PROPRIETĂȚILOR COMPUȘILOR FOTOSENSIBILI PE BAZA AZOCOLORANȚILOR CU FRAGMENT INDOLIC**

*BILAN D., MACAEV F.*

*Universitatea Academiei de Științe a Moldovei*

Până nu demult în calitate de medii optice fotosensibile, capabile să-și schimbe proprietățile fizice sub influența radiației incidente, se foloseau, în cea mai mare măsură materii anorganice. Acestea posedă proprietăți optice și rezoluție înaltă. În același timp există anumite probleme legate de sinteza acestor material și de asemenea au neajunsul care constă în dificultatea obținerii peliculelor de dimensiuni mari și forme complexe. Toate acestea au dus la căutarea noilor material multifuncționale fotosensibile, dintre care o perspectivă deosebită o au coloranții organici. Acești compuși se folosesc pentru păstrarea optică a informației, în calitate de material optic- anizotrop și materiale optice de difracție. În legătură cu aceasta, un interes sporit îl are căutarea și elaborarea noilor coloranți organic cu un spectru larg de proprietăți, inclusiv diapazonul de absorbție a spectrului solar.

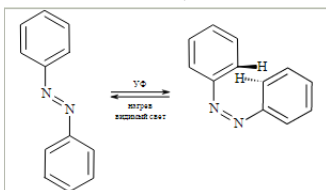
Conform teoriei cromoforo-auxochrome cauza apariției colorației compușilor organici constă în prezența în molecula acestora a grupelor cromofore la care se referă așa grupe nesaturate precum grupa nitro-, nitrozo-, carbonil-, azo-, vinil- și altele. Introducerea cromoforilor în molecula unui compus incolor duce la apariția colorației acestuia. În acest caz se formează un precursor cromagen care nu reprezintă însuși un colorant deoarece intensitatea culorii este mică. Pentru obținerea culorii dorite și sporirea intensității acesteia easte necesar de a introduce în moleculă grupe auxochrome printre care se numără grupele amino-, hidroxi- și mercapto.

Primul postulat al teoriei colorației indică că în cazul prezenței în molecule a atomilor de carboni uniți prin legături ordinare (simple) și izolați legați prin legături duble, indiferent de numărul lor absorbția luminii va avea loc pentru spectrul ultravioletului îndepărtat. Absorbția se deplasează spre partea spectrului cu lungimi de undă mai mari numai în cazul prezenței în moleculele compușilor organici a sistemelor (lanțuriilor) deschise sau închise constituite din legături duble conjugate. Mărirea lungimii lanțului de legături duble conjugate duce la deplăsarea benzii de absorbție în direcția lungimilor de undă mai mari. O excepție o reprezintă hidrocarburile nealternante care se caracterizează printr-o structură electronică specifică a moleculelor.

Cea mai numeroasă clasă de coloranți sintetici o reprezintă azocoloranții. Diverse proprietăți manifestă azobenzolii substituiți, dintre care au fost sintetizați mii de coloranți.

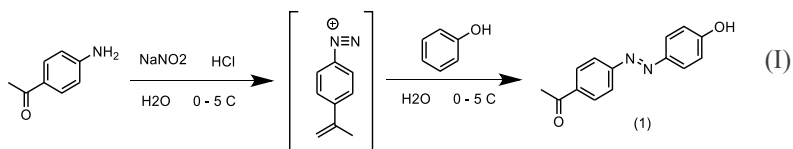
În azobenzol atomii de azot din grupa azo- sunt hibridizați  $sp^2$ , legătura p se formează cu participarea orbitalilor  $p_z$ , astfel că în lipsa impedimentelor sterice toate legăturile azogrupei sunt aranjate într-un singur plan. Trecerea electronică  $\pi \rightarrow \pi^*$  din grupa azo- duce la apariția în spectrele UV a azocompușilor aromatici a unei benzi intense în intervalul de lungimi de undă 280-320 nm, care prin introducerea unor substituenți electrono-donori conjugați cu grupa azo duce la deplasarea batocromică și intensificarea absorbției azocompușului. Astfel de compuși se folosesc în calitate de coloranți.

cAzobenzolul are doi izomeri: forma cis și forma trans. Deoarece în izomerul cis doi atomi de hidrogen din diferite nucleie fenilice se găsesc în unul și același loc, respingerea lor duce la răsucirea moleculei și distrugerea sistemului constituit din orbitalii  $\pi$ . În izomerul trans- astfel de interacțiuni nu are loc și ca rezultat se formează un sistem intergru constituit din 7 legături  $\pi$ . Ca rezultat izomerul cis al compusului este incolor și mai puțin stabil, iar izomerul trans este colorat (prezintă o bandă de absorbție în regiunea albastră a spectrului).

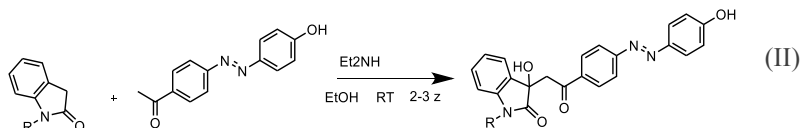


Iradierarea cu UV duce la formarea izomerului cis și decolorarea compusului; iradierea cu lumină albastră sau încălzirea duce la formarea izomerului trans și apariția colorației.

A fost sintetizat compusul 1

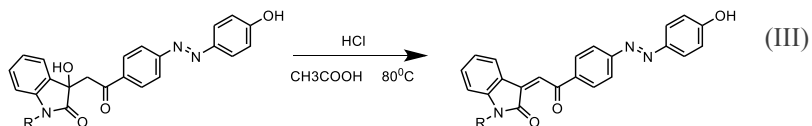


În continuare folosind o reacție de condensare aldolică cu izatina și derivații N-alkhil ai acesteia au fost obținuți următorii produși:

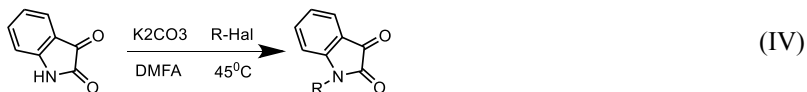




În continuare pentru atingerea conjugării cu fragmentul izatinic compușii au fost supuși procesului de deshidratare:



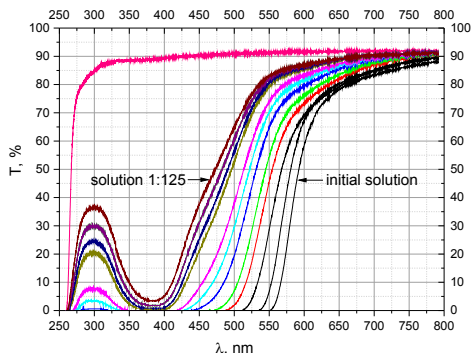
Derivații N-alchil au fost obținuți folosind reacția:



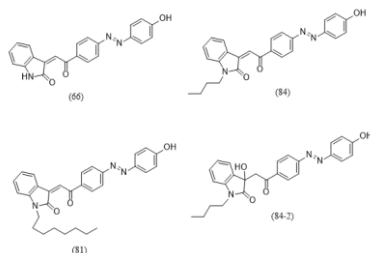
Pe baza coloranților obținuți au fost preparate soluții în dimetilformamidă cu concentrația inițială de 0,01 g/ml.

Transmitanța soluțiilor a fost determinată folosind spectrofotometrul Specord UV Vis pentru domeniul 200-800 nm într-o cuvă din cuarț cu grosimea de 1,97 cm. De asemenea a fost determinat spectrul cuvei curate și a DMFA.

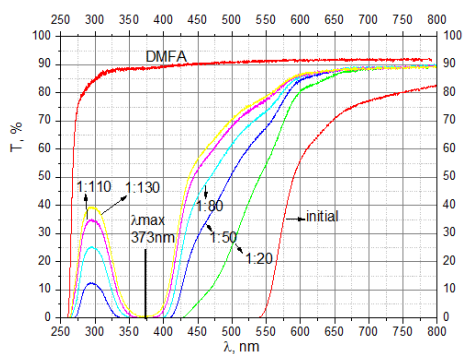
În continuare toate soluțiile au fost diluate pînă la apariția spectrului integru cu indicarea gradului de diluție. În imaginea următoare sunt prezentate spectrele azocolorantului 2a prin diluția acestuia de la concentrația inițială pînă la concentrația 1:125 cu pașii de 1:1, 1:5, 1:10, 1:15, 1:25, 1:35, 1:45, 1:75, 1:85, 1:105, 1:125:



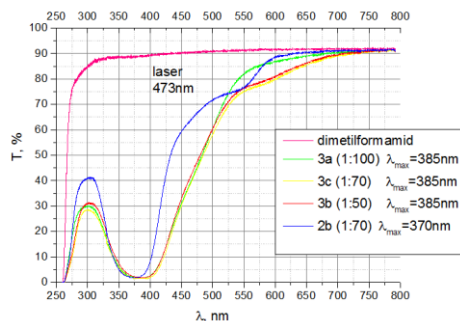
Au fost înregistrate spectrele de transmisie pentru compușii 1, 2b, 3a, 3b, 3c:



### Spectrul compusului 1 cu diferită concentrație



### Spectrele compușilor 2b, 3a, 3b, 3c.



Din cîte se observă, maximul benzii de absorbție s-a deplasat în direcția regiunii cu lungimi de undă mari după deshidratarea moleculelor. Radicalul alchil la atomul de azot nu influențează asupra amplasării picului maximului de absorbție, însă la mărirea lungimii lanțului radicalului alchil intensitatea absorbției scade.

**Bibliografie:**

1. Степанов Б. И. Введение в химию и технологию органических красителей. 1984 изд. 3.
2. Woo-Hyuk Jung Synthesis of Aniline-Based Azopolymers for Surface Relief Grating. *Macromolecular Research*, Vol. 16, No. 6, pp 532-538 (2008).
3. Билан Д. Синтез хиральных диазобензолфункционализованных оксидолов, Достижения молодых ученых: химические науки: тезисы III Всероссийской молодежной конференции (г. Уфа ,17-20 мая 2017 г., ) стр.71-72.

**SINTEZA COMPUȘILOR BISNORLABDANICI CU FRAGMENTE  
1,3-TIAZOLICE, CU POTENȚIALĂ ACTIVITATE BIOLOGICĂ**

*BLAJA SVETLANA, LUNGU LIDIA  
Institutul de Chimie AȘM*

Compușii organici naturali prezintă un interes deosebit deoarece pot fi izolați din materie primă locală, renovabilă și ieftină în special din deșeurile agricole și cele ale industriei alimentare. Deșeurile obținute în cantități mari în rezultatul procesării culturilor agricole, inclusiv floarea-soarelui, salvie și levănțică, reprezintă o sursă importantă de terpenoide naturale biologic active. Printre acestea un loc aparte le revine acizilor triterpenici ursolic și oleanoic, acizilor diterpenici ent-kaurenoic și ent-trachilobanoic, precum și glicolului diterpenic – sclareol.

Compușii organici naturali terpenici la rândul lor, pot fi utilizați pentru sinteza unor derivați funcționali cu proprietăți biologice active mult mai pronunțate. Compușii terpenici de regulă manifestă multiple activități biologice accentuate, reglând diverse procese vitale în organismele animale, vegetale, inclusiv în microorganisme. De aceea terpenoidele și-au găsit vaste aplicații practice în industria farmaceutică, parfumerie și cosmetică, în industria alimentară și de prelucrare a tutunului.

Necesitatea elaborării metodelor sintetice de obținere al terpenoidelor este cauzată de conținutul relativ mic al acestora în sursele naturale. Actualmente, atenția cercetătorilor este orientată spre sintezele totale și semisintezele compușilor terpenici pornind de la materii prime ieftine și accesibile și care să posede un spectru larg de activitate biologică: antitumorală, hepatoprotectoare, antiinflamatoare, antiulcer, antibacteriană,

antifungică, antivirală, diuretică, care în combinație cu toxicitatea joasă a acestor compuși le conferă proprietăți de excepție.

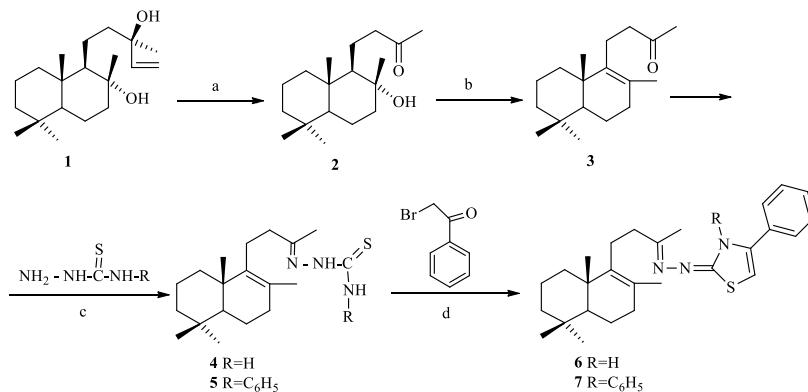
În calitate de predecesori naturali chirali ai compușilor respectivi pot servi diterpenoidele labdanice, care sunt cele mai apropiate structural de aceștia și care pot fi obținute în cantități mari din extracte vegetale sau din deșeurile provenite după hidrodistilarea uleiurilor volatile [1].

Conform datelor din literatura de specialitate, prezența atomului de azot și sulf în compușii terpenici amplifică activitatea acestora, de aceea în ultimii ani o atenție deosebită este acordată izolării terpenoidelor cu conținut de azot și sulf și cu proprietăți biologice deosebite din sursele naturale [2].

Scopul acestei lucrări a fost sinteza compușilor noi cu schelet hibrid bisnorlabdanic și 1,3-tiazolic, din diterpenoida labdanică comercial accesibilă, (-)-sclareolul, cu potențială activitate biologică.

### Rezultate și discuții

Punctul de pornire al acestei sinteze este sclareolul (1), materie primă extrasă din deșeurile vegetale acumulate la producerea uleiului eteric de salvie (*Salvia sclarea L.*) [1].



Schema 1

Reagenți și condiții de reacție: a.  $KMnO_4$ , acetonă, 4h, 90%; b.  $I_2$ /toluenă,  $\Delta$ , 78 %; c. EtOH, 2h, 50°C, 3h, 93%; d. EtOH, 1h, 76%.

Sclareolul (1) a fost oxidat cu permanganat de potasiu în acetonă, luat în cantitate corespunzătoare de cinci atomi-gram de oxigen activ la un mol de sclareol (conform schemei 1), obținându-se cu un randament de 90% 8 $\alpha$ -hidroxi-14,15-bisnorlabd-13-ona (2), compus cristalin, cu punctul de topire 78-79°C din hexan. În continuare hidroxicetona (2) a fost supusă reacției de deshidratare cu I<sub>2</sub> în toluenă anhidră, cu formare a 8(9)-en-14,15-bisnorlabd-13-unei (3), compus uleios, cu un randament de 78%. Datele spectrale ale cetonei (3) corespund cu cele descrise în lucrarea [3].

Conform metodei descrise în lucrarea [4,5] a fost realizată etapa de cuplare a cetonei (3) cu tiosemicarbazida și feniltiosemicarbazida (raport molar de 1:1) în alcool etilic cu formarea a doi compuși: 8(9)-en-14,15-bisnorlabd-13-tiosemicarbazona (4) și 8(9)-en-14,15-bisnorlabd-13-feniltiosemicarbazona (5), cu randament de 93% și 86% consecutiv. Structura compușilor obținuți a fost confirmată prin metodele spectrale. În spectrul IR al compusului (4) sunt prezente benzile de absorbție caracteristice grupei imine (1594 cm<sup>-1</sup>), ale grupei amine (3412 cm<sup>-1</sup>, 3223 cm<sup>-1</sup>) și ale grupei C=S (1503 cm<sup>-1</sup>, 1096 cm<sup>-1</sup>). În spectrul <sup>1</sup>H RMN sunt prezente semnalele singlet ale grupelor metil din pozițiile C-18, C-19, C-20, C-17 și C-16, de la 0.80, 0.86, 0.92, 1.54 și 1.90 ppm, trei semnale singlet ale grupelor amine din fragmentul tiosemicarbazonic la 6.60, 7.23 și 8.61 ppm. În spectrul IR al compusului (5) sunt prezente benzile de absorbție caracteristice grupei imine (1594 cm<sup>-1</sup>), ale grupei amine (3362 cm<sup>-1</sup>, 3283 cm<sup>-1</sup>), ale grupei fenil (815 cm<sup>-1</sup>) și ale grupei C=S (1510 cm<sup>-1</sup>, 1091 cm<sup>-1</sup>). În spectrul <sup>1</sup>H RMN sunt prezente semnalele singlet ale grupelor metil din pozițiile C-18, C-19, C-20, C-17 și C-16, de la 0.78, 0.80, 0.94, 1.62 și 2.02 ppm, două semnale singlet ale grupelor amine din fragmentul tiosemicarbazonic la 8.74 și 9.36 ppm, și o serie de semnale dublete caracteristice grupării fenil la 7.26-7.66 ppm.

În continuare tiosemicarbazonele (4) și (5) au fost supuse reacției de heterociclizare cu bromoacetofenona, în raport molar de 1:1, în mediu etanolic, cu formarea a doi compuși bisnorlabdanici cu fragment 1,3-tiazolic (6) și (7). Randamentele compușilor fiind de 80% și 76% consecutiv [5].

În spectrul IR al compusului (6) sunt prezente benzile de absorbție caracteristice grupei amine (1623 cm<sup>-1</sup>), ale grupei C=N (1571 cm<sup>-1</sup>), ale grupei fenil (748 cm<sup>-1</sup>) și ale grupei C-S-C (1197 cm<sup>-1</sup>). În spectrul <sup>1</sup>H RMN sunt prezente semnalele singlet ale grupelor metil din pozițiile C-18, C-19, C-20, C-17 și C-16, de la 0.80, 0.86, 0.93, 1.53 și 2.15 ppm, semnalul singlet al protonului din gruparea tiazol-CH la 6.73 ppm, semnalul singlet lărgit al protonului NH la 12.26 ppm, și semnalele multipliet ale grupării

fenil de la 7.41-7.68 ppm. În spectrul IR al compusului (7) sunt prezente benzile de absorbție caracteristice grupei fenil ( $755\text{ cm}^{-1}$ ) și ale grupei C=S ( $1165\text{ cm}^{-1}$ ). În spectrul  $^1\text{H}$  RMN sunt prezente semnalele singlet ale grupelor metil din pozițiile C-18, C-19, C-20, C-17 și C-16, de la 0.83, 0.87, 0.96, 1.60 și 2.10 ppm, semnalul singlet al protonului din gruparea tiazol-CH la 6.23 ppm, și semnalele multiplu ale grupărilor fenil de la 7.10-7.30 ppm.

### Concluzii

A fost realizată sinteza compușilor noi cu schelet hibrid bisnorlabdanic și 1,3-tiazolic, din diterpenoida labdanică comercial accesibilă, (-)-sclareol, cu potențială activitate biologică.

Structura compușilor obținuți a fost stabilită pe baza datelor spectrale, aplicând metode fizico-chimice contemporane: spectroscopie în infraroșu, spectroscopie de rezonanță magnetică nucleară:  $^1\text{H}$  RMN,  $^{13}\text{C}$  RMN și aplicații bidimensionale (COSY, HMQC, HMBC).

### Bibliografie:

1. Arfău A., Ungur N. Compuși terpenici biologic activi de origine naturală și sintetică. In: Akademos, 2015, 1, p.81-86.
- Blunt J. W. et al. Marine natural products. In: Nat. Prod. Rep., 2015, 32 (2), p. 116-211.
2. Hua S. K. et al. Scalable synthesis of methyl *ent*-isocopalate and its derivatives. In: Tetrahedron. 2011, 67, p.1142-1144.
3. A. I. El-Shenawy. Synthesis and in vitro antimicrobial and antitumor activity of some nitrogenheterocycles. In: Russ. J. Bioorg. Chem, 2016, 42(1), p. 100-105.
4. Mohareb R.M. et al. Heterocyclizations of pregnenolone: Novel synthesis of thiosemicarbazone, thiophene, thiazole, thieno [2,3-b] pyridine derivatives and their cytotoxicity evaluations. In: Steroids, 2012, 77, p. 1560-1569.

**EFFECT OF VACUUM ON MICROSTRUCTURE AND  
MECHANICAL PROPERTIES OF SILICON CARBIDE PRODUCED  
BY REACTIVE INFILTRATION**

*ANTONIO CAMARANO,*

*MARIO RAUL CACCIA, JAVIER NARCISO*

*Doctoral School of Alicante University (EDUA). Materials Science  
Programme. University Materials Institute of Alicante (IUMA). University  
of Alicante. Alicante, Spain*

**INTRODUCTION**

SiC is a ceramic material that has undergone a major expansion of its use in recent years especially in the aerospace and nuclear industry for its excellent properties [1-2]. Not only in these areas but also in the transport industry [3] it remains one of the most used especially as reinforcement in MMCs (Metal Matrix Composites) materials [4]. While synthesis as powder (most used reinforcement in MMCs) is highly developed, the synthesis of SiC matrix composites or even dense near net shape SiC is still far from optimized. Due to its covalent bond SiC presents extraordinary properties but simultaneously sintering of SiC powder is highly complex due to the low self diffusion capacity, so extreme pressures and temperatures (>2000 °C, 200 MPa) and often the use of additives like Boron are required to achieve densification. These temperatures make it impossible to manufacture long fiber reinforced CMCs (ceramic matrix composites), such as SiCf/SiC composites.

For this reason, an alternative method named Reactive Infiltration did arise 50 years ago. This method, also known as the RBSC method, remains one of the most promising processes for SiC-based composite materials manufacture.

This approach was developed by Popper in the decade of the 60s [5], and extended to ceramic matrix composite materials by Page [6]. It consists in putting liquid silicon in contact with a porous carbon preform resulting in spontaneous infiltration and formation of SiC simultaneously. It is a simple method, which does not require such high temperatures (1450-1600°C), and that proceeds without the application of an external pressure. In addition, the components can be produced with its final form (near-net shape manufacture).

Nonetheless, the materials obtained have a variable content of unreacted silicon (10-40 wt.%), which makes the mechanical properties inferior to

those of sintered SiC and cannot be used at temperatures greater than 1000°C, due to silicon creep problems. In order to improve the mechanical properties of SiC by reducing the silicon content different approaches have been made. The first approach is to use different carbon sources and controlling the pore structure of the preform [7, 8]. Another alternative is to perform infiltration with different silicon alloys [9, 10]. Finally, several attempts have been made by using solid state reactions [11]. Notwithstanding, one aspect that can be transcendental in the process of manufacture of SiC-based materials by reactive infiltration has not been systematically studied and reported in the literature, which is the effect of the level of vacuum on the final properties of the material. In the literature it is possible to find that Ar or vacuum are used indifferently, and when infiltrations are performed under vacuum, the vacuum level is usually not specified. Depending on the controlling process during infiltration, vacuum can be a key variable in the overall process, i.e. if the infiltration rate is controlled by the chemical reaction vacuum should not be too relevant [12], however if infiltration is controlled by viscous flow it should have great effects on infiltration rates as in infiltration of non-reactive liquid metals [13].

In this work a systematic study of the effect of the vacuum level and the temperature in the reactive infiltration of liquid silicon on carbon preforms to produce Cf/SiC composites has been made. The evolution of porosity and mechanical properties of the materials obtained according to the experimental conditions (vacuum, temperature) is reported.

### **EXPERIMENTAL**

The porous carbon preforms used in this work, with a size of 45x8x4 mm, were kindly supplied by Brembo-SGL. They consist of a mixture short carbon fiber and a carbon binder. The density of the preforms varies in the range 1.16-1.25 g/cm<sup>3</sup>, with an average total open porosity of 35%. The mean pore diameter is 15 μm. The Si for the infiltration was kindly supplied by Petroceramics (99.999% purity). Infiltration of the samples was carried out in a horizontal resistance furnace with an alumina tube under vacuum (three levels, 5 mbar, 10<sup>-3</sup>mbar and 10<sup>-7</sup>mbar). The relative position of all components is schematized in Fig. 1. For each level of vacuum, infiltrations at three different temperatures (1450, 1500 and 1550 °C), with a holding time of one hour, were performed (four samples for each condition). For all experiments the heating rate used was 5 °C/min. Composites microstructure was evaluated using a scanning electron microscope. Samples were polished using standard metallographic techniques (SiC paper until P4000 and diamond paste until 1 micron). Phases were identified by X-Ray diffraction



(XRD). Pore size distribution and average pore size were obtained with mercury intrusion porosimetry. The flexural strength of the resulting materials was measured using the three-point bending test using a span of 32 mm and a crosshead displacement speed of 0.1 mm/min. Prior to bending tests, the surface of all samples was mirror polished using SiC paper and diamond paste up to 1-micron grain size.

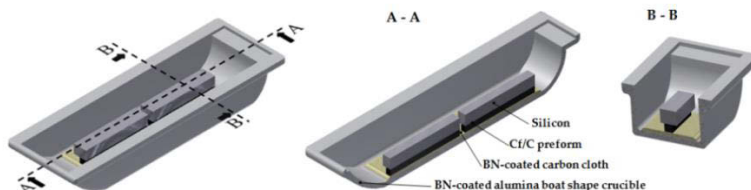


Figure. 1 *Schema of components used for infiltration experiments.*

## RESULTS AND DISCUSSION

From the analysis of microscope images and textural characterization a particular microstructure were revealed. This microstructure is formed by carbon fibers aligned in tufts and amorphous carbon that bonds them. Two types of pores are clearly distinguished; a very narrow porosity below 3 microns corresponding to interfiber space, and other large pores located between fibers domains, where infiltration will preferentially occur. It must be highlighted that the domains of fibers are randomly oriented. Carbon fibers are PAN-based which will provide good mechanical performance. Figure 2 shows the evolution of the density of the infiltrated composite (normalized by the density of the preform) as a function of vacuum applied for three different temperatures. As a general trend, increasing the vacuum level (lower pressure) increases the density of the samples, which can be associated to less residual open porosity. On the contrary, temperature in the range studied, shows no significant influence on the density of the final material.

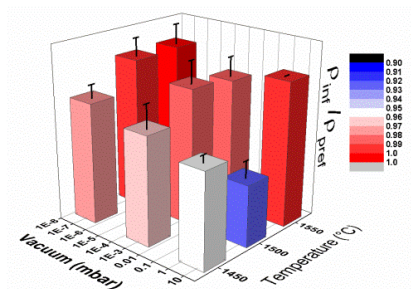


Figure 2. Values of  $\rho_{inf}/\rho_{carb}$  obtained for infiltrations with pure Si. Bars and error bars indicate the mean value in % and standard deviation respectively ( $100\% = 1.75[\rho_{inf}/\rho_{carb}]$ ).

The evolution of bending strength with vacuum and temperature is shown in Figure 3, which shows, as expected, a similar trend to that obtained for the density. The increment of vacuum and temperature improves the mechanical properties of the synthesized materials. This effect is clearly seen by observing the diagonal of the figure, and can be mainly attributed to a decrease in the residual open porosity of the materials. However, the evolution of the mechanical properties of the infiltrated materials is difficult to correlate to the microstructure because of its complexity. Sem images of the material reveal five different phases (SiC, Si, carbon fibers, porosity and unreacted carbon).

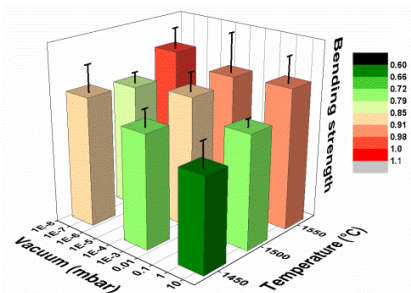


Figure 3. Values of bending strength obtained for infiltrations with pure Si. Bars and error bars indicate the mean value in percentage and standard deviation respectively ( $100\% = 70 \text{ MPa}$ ).

## CONCLUSIONS

In this work a systematic study of the influence of the vacuum level in the synthesis of Cf/SiC composites by reactive infiltration has been made. The use of higher levels of vacuum resulted on a decrease in the open residual porosity (higher bulk density), which lead to a drastic increase in the mechanical performance of the material.

## References:

1. Rodriguez-Reinoso F., Narciso J. Synthesis de SiC and Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>: and overview, *Advanced Materials*, Volume 2 (1), 209-211. (1995)
2. Katoch Y., Snead, L. L. Szlufarska, I., Weber W. J. (2012) Radiation effects in SiC for nuclear structural applications, *Current Opinion in Solid State and Materials Science*, Volume 16 (3), 143-152.
3. Garcia-Cordovilla C., Narciso J. & Louis E. (1996) Abrasive wear resistance of aluminium alloy/ceramic particulate composites, *Wear*, Volume 192, 170-177.
4. Narciso, J, Alonso, A, Pamies, A, Garcia-Cordovilla, C., Louis E. (1995) Factors affecting pressure infiltration of packed SiC particulates by liquid aluminum, *Metallurgical Materials Transactions A*, Volume 26, 983-990.
5. Popper P. (1960) *Special Ceramics* Popper P. ed. London: Heywood and Co Ltd, 209-219.
6. Ness J. N. & Page T. F. (1986) Microstructural evolution in reaction-bonded silicon carbide, *Journal of Materials Science*, Volume 21, 1377-1397.
7. Narciso-Romero F. J., Rodríguez-Reinoso F., Díez M. A., (1999) Influence of the carbon material on the synthesis of silicon carbide, *Carbon*, Volume 37, 1771-1778.
8. Calderon N. R., Martinez-Escandell M., Narciso J. & Rodriguez-Reinoso F. (2009) The combined effect of porosity and reactivity of the carbon preforms on the properties of SiC produced by reactive infiltration with liquid Si, *Carbon*, Volume 47, 2200-2210.
9. Bougiouri V., Voytovych, R., Rojo-Calderon N., Narciso, J., Eustathopoulos N. (2006) The role of the chemical reaction in the infiltration of porous carbon by NiSi alloys, *Scripta Materialia*, Volume 54, 1875-1878.
10. Camarano A., Caccia M. Molina J. M., Narciso J., (2016) Effect of Fe addition on the mechanical and thermos-mechanical properties of SiC/FeSi<sub>2</sub>/Si composites produced via reactive infiltration, *Ceramics International*, Volume 42, 10726-10733.
11. Narciso-Romero F. J., Arpon-Carballo R., Rodriguez-Reinoso F., Komatsu M., (2000) Synthesis of a (MoSi<sub>2</sub>, Mo<sub>3</sub>Si<sub>3</sub>)/SiC composite using an in situ solid-state displacement reaction between Mo<sub>2</sub>C and Si, *Journal Ceramic Society of Japan*, Volume 108, 957-959.
12. Caccia M., Camarano A., Sergi D., Ortona, A., Narciso, J., (2015) Wetting and Navier-Stokes Equation-The Manufacture of Composites Materials (Chapter 5), *Wetting and Wettability InTech*, 105-137.

13 Voytovych R., Bougiouri V., Calderon N. R., Narciso J., Eustathopoulos N. (2008) Reactive infiltration of porous graphite by NiSi alloys, *Acta Materialia*, Volume 56, 2237-2246.

## SYNTHETIC, SPECTROSCOPIC AND STRUCTURAL STUDIES OF COORDINATION COMPOUND OF Ni(II) WITH *O*-VANILLIN SEMICARBAZONE

CUBA LIDIA,<sup>1,2</sup> DRAGANCEA DIANA<sup>2</sup>, BOUROSH PAVLINA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Doctoral School of Chemical and Technology Sciences

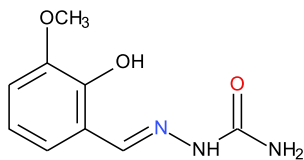
<sup>2</sup>Institute of Chemistry of the ASM

<sup>3</sup>Institute of Applied Physics of the ASM

### Introduction

Semicarbazones are well-known organic ligands containing oxygen and nitrogen atoms as donor for coordination to transition metal ions. Besides, many semicarbazones are of great pharmacological interest as antitumor, antibacterial, antifungal and anti-inflammatory agents. Coordination compounds of semicarbazones have a wide spectrum of applications in industry, agriculture, medicine as inhibitors of corrosion, dyes, stimulators and herbicides, drugs [1].

The presence in the molecule of semicarbazones of additional functional groups gives the possibility to create polynuclear and supramolecular architectures structures of new coordination compounds.



Scheme 1. *o*-vanillin semicarbazone

Recently, the synthesis and molecular structure of the binuclear palladium(II) complex with *o*-vanillin semicarbazone ( $H_2L$ , Scheme 1), where the semicarbazone ligand acts as a tridentate [O,N,N] donor to one metal centre and a monodentate donor to a second metal was reported [2]. The aim of this paper is the

study of new coordination compound of Ni(II) with polydentate ligand *o*-vanillin semicarbazone  $H_2L$ , to find conditions of its synthesis, determination of the composition and the crystal structure on the basis of elemental analysis, spectroscopic methods (IR, UV-Vis) and X-Ray diffraction study.

### Results and discussion

Reaction of the Schiff-base ligand  $H_2L$  with  $NiCl_2$  in ethanol using different metal: ligand molar ratios yields the following: formation of a mixture of green and yellow microcrystalline substances was observed for 3:2 = M:L, formation only of green crystals for 1:1 and only yellow crystals for 1:2. The yellow substance have proven to be crystals of free ligand, but the green substance have a composition  $Ni(H_2L)_2Cl_2$  according to IR spectroscopy and elemental analysis. The IR spectrum of the Schiff base exhibits characteristic high-intensity bands of absorption due to  $\nu(NH)$ ,  $\nu(NH_2)$ ,  $\nu(OH)$ ,  $\nu(C=N)$ ,  $\nu(C-O)$ ,  $\nu(C=O)$  (Table 1). In comparison to the spectrum of the  $H_2L$  the metal complex exhibited the shift of these bands to the low region.

Table 1.  
*Selected IR vibration bands of ligand  $H_2L$  and  $Ni(H_2L)_2Cl_2$  complex ( $cm^{-1}$ ).*

Compound	$\nu(N-H)$ in $NH_2$	$\nu(N-H)$	$\nu(C-H)$ in O- $CH_3$	$\nu(C=O)$	$\nu(C=N)$	$\nu(C-O)$ phenol
$H_2L$	3464.7	3279	2845.2	1669.5	1578.1	1263.2
$Ni(H_2L)_2Cl_2$	3336.9	3280.6	2977.9	1660.1	1587.0	1263.6

The UV-Vis spectra were measured in DMF solution  $C=10^{-3}M$  for  $H_2L$  and  $Ni(H_2L)_2Cl_2$  complex. In comparison to the spectrum of the  $H_2L$  ( $\lambda=290nm$ ) the metal complex exhibited the shift of this band ( $\lambda=292 nm$ ) and appeared a new band of absorption ( $\lambda=391 nm$ ).

Green single crystals from a mixture obtained by synthesis of 3M:2 $H_2L$  molar ratio were selected for X-Ray diffraction study. Crystal data and details on the structure refinement are given in Table 2.

Table 2.  
*Crystal data and structure refinement for  $[Ni(H_2L)_2]Cl_2 \cdot 4H_2O$*

Empirical formula	$C_{18}H_{30}Cl_2N_6NiO_{10}$
Formula weight	620.09
Formula weight	620.09
Temperature	293(2) K
Crystal system	monoclinic
Space group	$I2/c$
Unit cell dimensions	$a = 12.0921(4) \text{ \AA}$

	b = 10.7327(4) Å c = 20.2980(9) Å β = 94.468(4)°
Volume	2626.29(18) Å <sup>3</sup>
Z	4
Density (calculated)	1.568 Mg/m <sup>3</sup>
Crystal size	0.33 x 0.24 x 0.08 mm <sup>3</sup>
Reflections collected	4848
Goodness-of-fit on F <sup>2</sup>	1.008
Final R indices [I > 2σ(I)]	R1 = 0.0390, wR2 = 0.1008
R indices (all data)	R1 = 0.0507, wR2

The structure determination shows that compound is mononuclear with octahedral geometry of the metal ion. Each atom of nickel(II) is coordinated by two neutral molecules of tridentate ligand through its phenolic oxygen atom, azomethine nitrogen and carbonyl oxygen forming a complex cation  $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{L})_2]^{2+}$  (Fig. 1). The methoxy-functional group is inactive to participate in coordination to metal ion. Two chloride ions and 4 water molecules are in external sphere of the compound  $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{L})_2]\text{Cl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ .

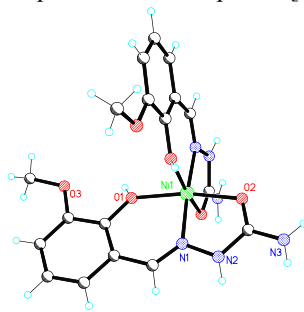


Figura 1. The structure of complex cation  $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{L})_2]^{2+}$

The crystal packing of compound  $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{L})_2]\text{Cl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  is shown in Figure 2. Each  $\text{Cl}^-$  and water molecules forms a set of hydrogen bonds with coordination cation.

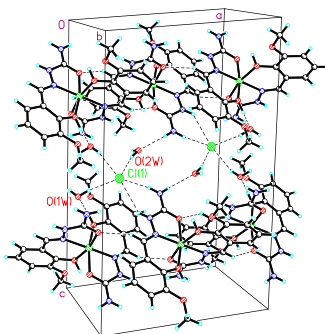


Figura 2. The view of hydrogen bonds in crystal for  $[Ni(H_2L)_2]Cl_2 \cdot 4H_2O$

## Experimental part

### *Materials and physical measurements*

*O*-vanillin (Aldrich) and semicarbazide hydrochloride (Aldrich) were used as received. Elemental analyses were carried out using standard methods. IR spectra spectra (4000-650  $cm^{-1}$ ) were recorded as ATR samples on a Perkin Elmer Precisely Spectrum 100 FT-IR spectrometer. The UV-Vis spectrum was measured in DMF solution on Perkin Elmer Precisely Lambda 25 UV-VIS spectrometer.

### *X-ray crystallography*

The data collection was done at room temperature on a CCD Xcalibur E diffractometer equipped with a graphite monochromator utilizing MoK $\alpha$  ( $\lambda=0.71073\text{\AA}$ ) radiation and  $\omega$  scans.

### *Synthesis of ligand H<sub>2</sub>L.*

The ligand *o*-vanillin semicarbazone ( $H_2L$ ) was prepared using the Schiff base reaction of semicarbazide hydrochloride with *o*-vanillin in ethanol in the presence of sodium acetate as a base by the method reported previously [3].

### *Synthesis of Ni(H<sub>2</sub>L)<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>.*

To a hot solution of  $NiCl_2 \cdot 2H_2O$  (0,238g; 0,1 mmol) in 20 ml ethanol the solid ligand  $H_2L$  (0,209g; 0,1 mmol) was added. The mixture was stirred for 30 minutes at boiling temperature. The green solution was left to cool at room temperature. After several days green crystalline solid was filtered out, washed with ethanol and diethyl ether, and air dried. Yield: 49%. Anal. (%) Calc. for  $C_{18}H_{22}Cl_2N_6NiO_6$ : C, 39.45; H, 4.05; N, 15.34. Found: C, 39.27; H, 4.15; N, 15.18. The substance is soluble in alcohols, DMF.

### Conclusions

The coordination behavior of polydentate ligand o-vanillin semicarbazone with nichel(II) chloride in different metal : lidand molar ratios in ethanol was studied. Mononuclear complex  $Ni(H_2L)_2Cl_2 \cdot 4H_2O$  have been obtained and characterized by spectroscopic methods (IR, UV-Vis) and X-Ray diffraction study.

### References

1. Ю. П. Китаев, Б. И. Бузыкин. Гидразоны. Наука. М. 1974.
2. P. Chellan, K. Chibale, G. S. Smith. J. Chem. Crystallogr. 2011, (41), 747–750.
3. P. S. Binil, M. R. Anoop, S. Suma, M. R. Sudarsanakumar. J. Therm. Anal. Calorim., 2013, 112, 913–919.

## ANALIZA SPECTRALĂ ÎN DOMENIUL IR A CĂRBUNELUI ACTIV MODIFICAT CU CLOR

GÎNSARI IRINA, dr., NASTAS RAISA

*Institutul de Chimie al Academiei de Științe a Moldovei  
Universitatea Academiei de Științe a Moldovei*

**Introducere.** Elucidarea influenței chimiei suprafeței adsorbanților carbonici asigură o exploatare mai rezonabilă a acestora, în vederea aplicării în calitate de catalizatori în sinteze, pentru detoxifierea organismului uman, pentru tehnologii avansate de purificare a apelor etc.

Din literatura de specialitate se cunoaște că prezența eteroatomilor (O, N, S, P, B) și a diferitor grupări funcționale acido-bazice în structura adsorbanților carbonici, modifică considerabil proprietățile fizico-chimice ale acestora, atribuindu-le capacitate cationică sau anionică mare, activitate catalitică pronunțată în reacțiile redox, proprietăți sorbtive și catalitice selective [1-6].

În ansamblu, faptul că suprafața cărbunilor activi poate manifesta atât caracter acid cât și bazic este recunoscut demult. Prezența grupărilor funcționale pe suprafață, de exemplu carboxilice, fenolice, lactonice etc., este considerată sursa centrelor (pozițiilor) acide, în vreme ce pozițiile bazice sunt postulate ca fiind centre bazice de tip Lewis asociate structurii însăși cărbunilor activi [7, 8].

Odată cu dezvoltarea științei și tehnologiilor, au fost propuse tot mai multe metode de caracterizare a chimiei suprafeței cărbunilor activi, incluzând analiza elementală, titrarea potențiomtrică, spectroscopia în



infraroșu cu transformare Fourier (FTIR), spectroscopia fotoelectronică cu raze X (XPS), analiza termogravimetrică, micrografia electronică cu scanare (SEM-EDX).

*Scopul* prezentei lucrări a fost de a cerceta chimia suprafeței cărbunilor activi modificați cu ioni de clor prin analiza spectrală în domeniul IR.

**Partea experimentală.** În cercetare a fost folosit cărbunele activ autohton obținut din coji de nuci prin metoda de activare fizico-chimică cu vapori de apă (CAN), produs la SRL Ecosorbent (Ștefan Vodă). O cantitate suficientă de cărbune activ CAN a fost mărunțit și selectată prin sitare fracția de lucru 0,8-1,3 mm.

Pentru obținerea mostrei modificate cu ioni de clor (CAN-Cl), cărbunele activ (fracția 0,8-1,3mm) a fost contactat (la agitare periodică) cu o soluție ce conține ioni de clor. Excesul de ioni de clor a fost îndepărtat prin spălare cu apă distilată până la reacția negativă a ionilor de clor în apa de spălare și uscat la temperatura de 105°C.

*Spectroscopia în domeniul infraroșu.* Spectrele în domeniul infraroșu au fost înregistrate la spectrometrul IR cu transformata Fourier (PerkinElmer, Spectrum 100, USA), în intervalul 400-4000  $\text{cm}^{-1}$ , folosind metoda diluției probei de cărbune activ în bromură de potasiu (0,15%).

*Analiza elementală și morfologică* a cărbunilor activi a fost efectuată prin metoda clasică (*Dennstedt*) și prin metoda *SEM-EDX*, efectuată la microscopul electronic cu scanare, SEM model VEGA II LSH (TESCAN Cehia), cuplat cu un detector EDX tip QUANTAX QX2 (BRUKER/ROENTEC, Germania).

**Rezultate și discuții.** Pentru o caracterizare mai completă rezultatele analizei spectrale în domeniul IR au fost coroborate cu analiza elementală și rezultatele analizei prin metoda SEM-EDX. Rezultatele analizei elementelor C, H, N, Cl pentru adsorbanții carbonici CAN și CAN-Cl sunt prezentate în tabelul 1. După cum se observă în ambele mostre de cărbune activ lipsește azotul, iar în mostra CAN-Cl a fost depistat clorul în cantitate de *cca.* 2%, ceea ce confirmă că scopul a fost atins.

Tabelul 1.

*Analiza elementelor (%)*

<b>Mostra</b>	<b>C</b>	<b>H</b>	<b>N</b>	<b>Cl</b>
<i>CAN</i>	92,23	1,86	lipsește	lipsește
<i>CAN-Cl</i>	92,77	2,30	lipsește	2,02

Tehnica SEM-EDX, permite redarea imaginii cu maparea (dispunerea) atomilor pe suprafața cercetată, iar în baza spectrului de raze X determinarea compoziției elementale, a unei microstructuri sau a unei zone selectate și evaluarea variației compoziției de-a lungul unui vector dispus în aria sau secțiunea analizată. Rezultatele analizei prin metoda SEM-EDX confirmă suplimentar prezența clorului în mostra CAN-Cl, totodată, în procesul de modificare a fost îndepărtată o parte din cenușa prezentă în mostra CAN (figurile 1 și 2) (conform analizei cenușii, după procesul de modificare conținutul de calciu și potasiu scade de cca. 10 ori).

Pentru detalierea grupărilor funcționale pe suprafața cărbunilor activi CAN și CAN-Cl a fost folosită metoda spectroscopiei în domeniul infraroșu (FTIR) (figura 3). Spectrele ambelor mostre de cărbune activ CAN (inițial) și CAN-Cl (modificat) sunt foarte asemănătoare și, în general prezintă benzi de absorbție caracteristice pentru cărbunii activi (figura 3).

În spectrele IR ale cărbunilor activi se găsesc benzi caracteristice atât scheletului cărbunelui (structurilor aromatice și alifactice) cât și grupărilor funcționale ce conțin oxigen. Deseori benzile de absorbție se suprapun și face dificilă atribuirea unei grupări sau alteia.

Structurile aromatice și alifactice din cărbuni activi sunt determinate în spectru IR al cărbunilor activi prin câteva benzi caracteristice. În domeniul 2800-3000  $\text{cm}^{-1}$  de obicei apar benzi de intensitate mică, atribuite legăturii C-H din totalitatea grupărilor alifactice  $\text{CH}$ ,  $\text{CH}_2$  și  $\text{CH}_3$ . Doar în spectrul cărbunelui inițial (CAN), până la tratare se găsesc absorbții în acest domeniu.

Pentru ambii cărbuni activi, CAN și CAN-Cl, se găsește o bandă largă, de absorbții suprapuse, în intervalul 1660-1450  $\text{cm}^{-1}$  cu umeri la cca 1560 și 1450 care se datorează frecvenței vibrației C=C de schelet a cărbunelui activ și legarea inelelor aromatice cu duble legături C=C sau C=O, și vibrațiilor de flexiune a grupelor  $\text{CH}_2$  și  $\text{CH}_3$  în structuri aromatice.

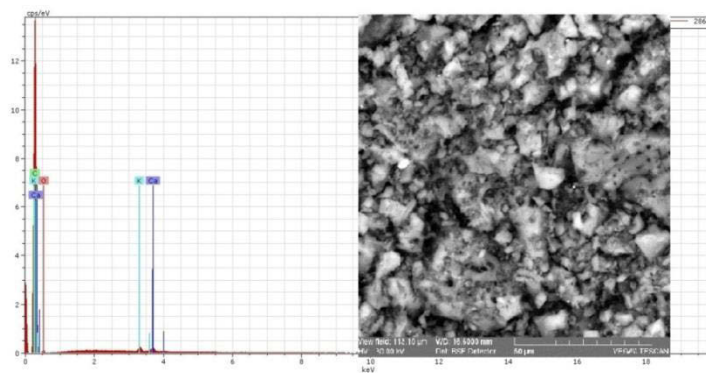


Figura 1. Analiza elementelor și morfologia granulelor de cărbune activ CAN prin metoda SEM-EDX

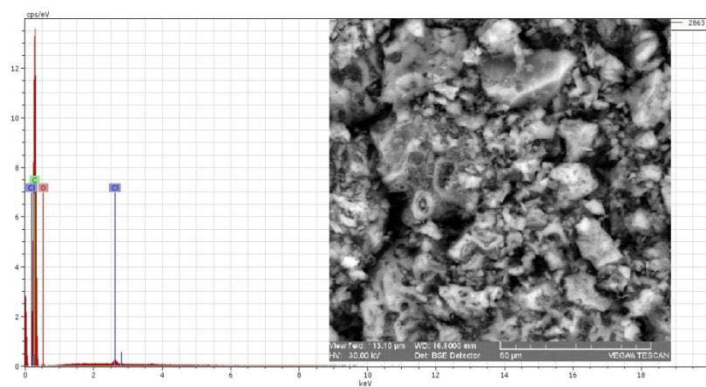


Figura 2. Analiza elementelor și morfologia granulelor de cărbune activ CAN-Cl prin metoda SEM-EDX

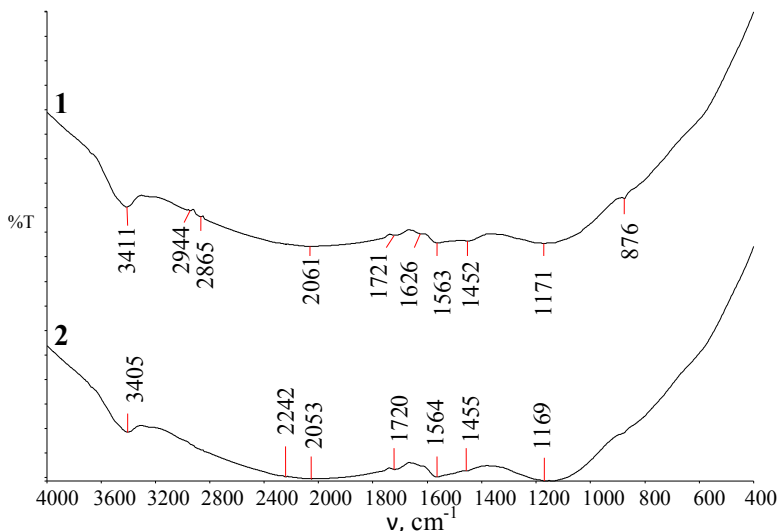


Figura 3. Spectrele FTIR a probelor de cărbune activ  
(1)-CAN și (2) – CAN-Cl

Banda largă de la 1000-1300  $\text{cm}^{-1}$ , prezentă în spectrele ambilor cărbuni activi poate fi atribuită vibrațiilor C-OH din alcooli, fenoli și acizi; vibrațiilor legăturilor simple C-O din eteri, esteri și lactone; cât și vibrațiilor de flexiune a legăturii O-H din fenol (figura 3).

Metoda spectrală în domeniul IR, utilizată pentru caracterizarea cărbunelui activ modificat cu clor, nu a dat rezultate satisfăcătoare, prin această metodă nu a fost identificat clorul prezent pe suprafața adsorbantilor. În continuare se propune lărgirea spectrului de metode folosite pentru caracterizarea suprafeței cărbunilor activi pentru a completa informația obținută și pentru o caracterizare mai amplă a suprafeței.

**Concluzii.** Prezența clorului în mostra CAN-Cl (în cantitate de *cca.* 2%) a fost confirmată prin analiza elementală și metoda SEM-EDX.

În spectrele IR ale cărbunilor activi CAN și CAN-Cl se găsesc benzi caracteristice atât scheletului cărbunelui (structurilor aromatice și alifatic) cât și grupărilor funcționale ce conțin oxigen. Suprapunerea benzilor de absorbție face dificilă atribuirea unei grupări sau alteia.

1. B. Stohr, H. P. Boehm, R. Schlogl, Enhancement of the catalytic activity of activated carbons in oxidation reactions by thermal treatment with ammonia or hydrogen cyanide and observation of a superoxide species as a possible intermediate. *Carbon*, 1997, 29(6):707-720.
2. B. R. Puri, R. S. Hazra. Carbon-sulphur surface complexes on charcoal. *Carbon*. 2001. 9(2):123-143.
3. Benadi H., Bandosz T. J., Jagiello J., Schwarz J.A., Rouzaud J.N., Legras D., Beguin F. Surface functionality and porosity of activated carbons obtained from chemical activation of wood. *Carbon*, 2010, 38(5):669-674.
4. V. V. Strelko, V. S. Kuts, P. A. Thrower, Molecular structure and thermo-oxidizing stability of carbon materials containing boron and nitrogen heteroatoms. American Carbon Society, Carbon Conference Archive, 2001-6.5 (<http://acs.omnibooksonline.com>).
5. T. Lupascu; R. Nastas; V. Rusu. Treatment of Sulfurous Waters Using Activated Carbons. In: Duca, Gh. Ed. *Management of Water Quality in Moldova*. Switzerland: Springer International Publishing, 2014, pp. 209-224. DOI 10.1007/978-3-319-02708-1\_11.
6. Т. Лупашку, Р. Настас. Синтез, исследование пористой структуры, адсорбционных свойств и применение новых косточковых активных углей. In: Адсорбция, адсорбенты и адсорбционные процессы в нанопористых материалах. М.: Издательская группа «Граница», 2011. с. 425-446. ISBN 978-5-94691-460-4.
7. T. Lupașcu. Cărbuni activi din materii prime vegetale. Chișinău. Știința, 2004. 224 p.
8. J. P. Chen, M. Lin. Surface charge and metal ion adsorption on an H-type activated carbon: experimental observation and modeling simulation by the surface complex formation approach. *Carbon*, 2001, 39(10):1491-1504.

## PROCESE RADICALICE ÎNȚIATE DE LUMINA VIZIBILĂ

GÎRBU VLADILENA

Institutul de Chimie al Academiei de Științe a Moldovei  
Universitatea Academiei de Științe a Moldovei

### Introducere

În ultimii ani, cataliza fotoredox este utilizată pe scară largă în chimia organică, ca o cale efectivă de formare a legăturii C-C sau a funcționării la legătura C-H neactivată prin reacții radicalice.

Cataliza fotoredox utilizează cantități mici de compuși sensibili la lumină, care se numesc fotocatalizatori. Starea excitată a acestora mediază transferul de electron între compușii chimici, care altfel nu pot reacționa. Fotoreducătorii (cum ar fi complecșii ai Ru(II) sau ai Ir(III)) sunt mai puțini toxici, spre deosebire de reacțiile radicalice clasice unde pentru a genera radicali liberi, se folosesc, adesea reactivi organici ai staniului ( $\text{Bu}_3\text{SnH}$ ) și inițiatori radicalici periculoși (AIBN,  $\text{Et}_3\text{B}$ ). Mai mult decât atât, catalizatorii fotoredox generează specii puternice reducătoare atunci când sunt iradiați cu lumină, însă în condiții obișnuite, sunt inofensivi [1].

Mecanismul de bază a reacțiilor fotoinduse este excitarea unui electron de pe un orbital molecular ocupat la un orbital antilegătură pentru a genera o stare excitată  $\pi-\pi^*$ . Astfel, fotocatalizatorii sub influența luminii vizibile, formează stări excitate care pot funcționa în calitate de oxidanți și reducători puternici. Aceasta ar permite generarea cationilor și a anionilor radicalici, în condiții blânde de reacție (Figura 1A) [2].

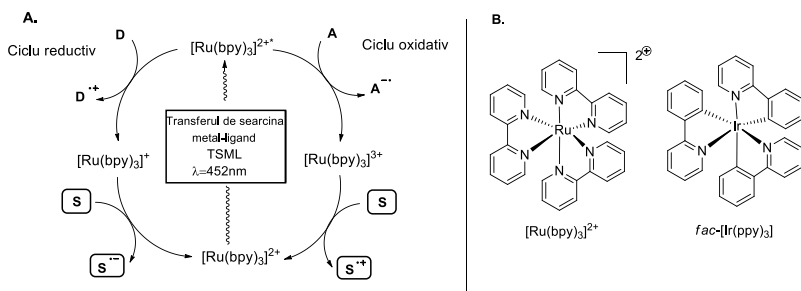


Figura 1. **A.** Mecanismul general al reacției de fotocataliză redox; **B.** Fotocatalizatorii de Ruteniu și Iridiu

## 1. Trifluorometiltiolarea compușilor naturali mediată de lumina vizibilă

Funcționalizarea selectivă a legăturii C-H folosind lumina vizibilă este o provocare, în special la compușii organici. Glorius și colaboratorii [3], au raportat cataliza fotoredox mediată de transferul unui atom de hidrogen pentru o selectivitate ridicată a legăturilor C-H neactivate, urmată de trifluorometiltiolarea, care are un potențial ridicat de funcționalizare. Generalitatea acestei reacții este prezentată prin încorporarea grupei trifluorometiltiolice în diverse legături C-H cu o selectivitate înaltă, fără necesitatea unui exces de substrat valoros [4-7].

În Figura 2, sunt prezentate câteva exemple de compuși naturali trifluorometiltioalați cu randamente bune (35-95%). Putem observa că în majoritatea cazurilor funcționalizarea are loc la legăturile C-H distalice cu o selectivitate înaltă. De exemplu, trifluorometiltiolarea 4-isopropilciclohexanonei are loc la legătura C-H mai îndepărtată, cu randamentul de 61% și cu o selectivitate de 19:1 (Figura 2, **3**). În cazul esterului înrudit cu fencona și a adamantanului carboxilat, care au mai multe legături C-H terțiare, s-a observat la fel o selectivitate înaltă și randamente excelente (Figura 2, **4** -71%, **5**-84%).

Ambroxolul, un compus terpenic natural responsabil pentru mirosul de Ambra a fost trifluorometiltiolat selectiv cu un randament de 95% (Figura 2, **6**). Un derivat al hormonului, 3 $\beta$ -androsteron a fost trifluorometiltiolat în poziția metinică a lanțului lateral (Figura 2, **7**). În aceleași condiții a fost sintetizat și steroidul 3 $\alpha$ -cholestan-3 $\beta$ -acetatul **8** (Figura 2) [3].

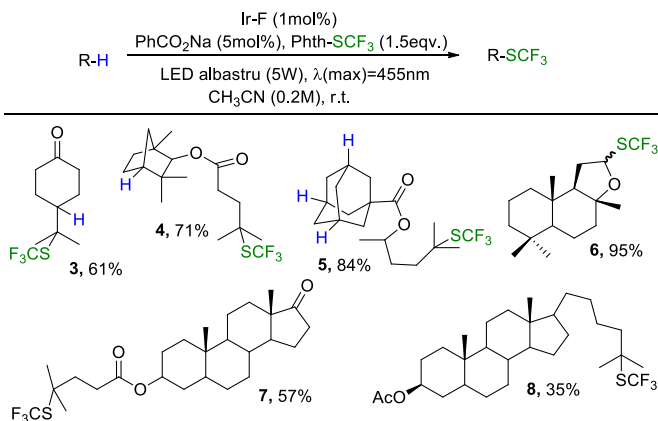


Figura 2. Trifluorometiltiolarea la legăturile C-H neactivate

## 2. Fotocataliza în sinteza compușilor naturali

Sinteza totală a produșilor naturali și a derivaților acestora rămîne un subiect de interes și de importanță actuală în domeniul chimiei organice [8]. În plus, provocările asociate cu sinteza totală necesită adesea și inspirație dezvoltarea unor noi procese chimice, facilitând în același timp o evaluare mai completă a domeniului de aplicare și a utilității metodologiei sintetice.

Lumina vizibilă adesea se utilizează în sinteza compușilor naturali. Recent, Overman și colaboratorii săi, au publicat o lucrare unde sunt sintetizați o serie de compuși naturali. În Figura 3 sunt prezentați cîțiva compuși naturali, unde etapa cheie de sinteză a fost cuplarea intermoleculară mediată de lumina vizibilă marcată cu o linie ondulată.

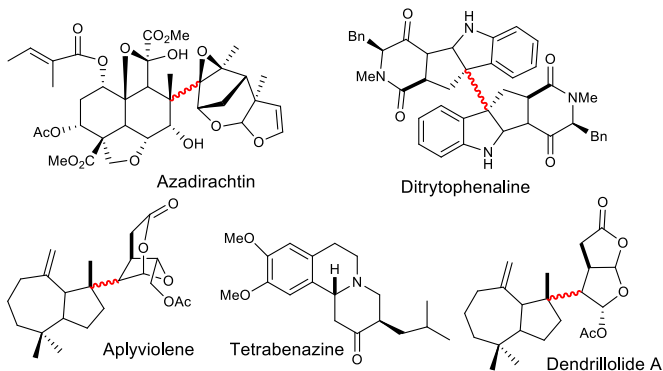
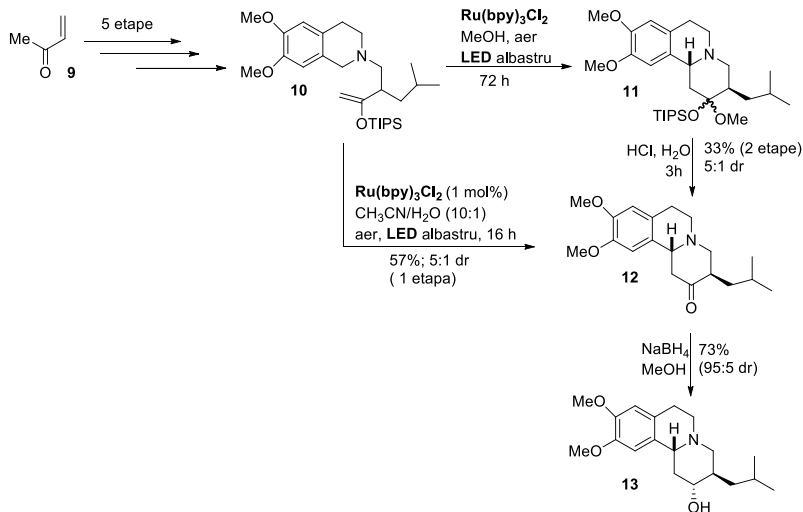


Figura 3.

În Schema 1 este prezentată sinteza tetrabenazinei [10], unde reacția de fotocataliză joacă un rol cheie în obținerea compusului natural. Pornind de la cetona vinil metilică **9** în 5 etape se obține eterul enolic cu un randament de 80%. Ciclizarea fotoredox a compusului **10** a fost realizată cu ajutorul unui LED albastru și cu catalizatorul de Ru(bpy)<sub>3</sub>Cl<sub>2</sub>. Analiza RMN a cetalului mixt rezultat a fost complicată, din cauza formării mai multor diastereoizomeri, astfel încît acesta a fost imediat hidrolizat prin refluxare în acid clorhidric apos. În urma acestei reacții s-a obținut (±)-tetrabenazina **12** cu un randament de 33% și cu o selectivitate de 5:1. Sistemul de CH<sub>3</sub>CN/H<sub>2</sub>O oferă o conversie completă a compusului **10** numai după 16 ore de iradiere. Este important de notat că în ambele reacții tetrabenazina se obține cu aceeași stereoselectivitate. Din păcate, nici în acest caz nu este posibilă separarea izomerilor, de aceea produșii au fost reduși cu NaBH<sub>4</sub> pînă la dihidrotetrabenazina **13**. În final, s-a obținut compusul **13** cu un



randament de 73% și cu o stereoselectivitate de 95:5,  $\alpha$ -diatereizomerul fiind majoritar (Schema 1).



Schema 1. Sinteza Tetrabenazinei

## Concluzie

În mai puțin de un deceniu, au fost exploatate o serie de aplicații creative ale catalizei fotoredox cu lumină vizibilă pentru a facilita sintezele diferitor produși naturali și derivații acestora. Pe măsură ce acest câmp se maturizează, aceste procese promițătoare vor contribui, cu siguranță, la redefinirea strategiilor sintetice și vor servi la influențarea și mărirea acestor eforturi în viitor. Cataliza fotoredox are o perspectivă avantajoasă pentru viitorul sintezei totale a produșilor naturali.

## Bibliografie:

1. Nicholls T. P.; Leonori, D.; Bissember A. C. Applications of visible light photoredox catalysis to the synthesis of natural products and related compounds. *NPR*, 2016, 33, pp. 1248-1254.
2. Kärkäs M. D.; Porco Jr. J. A.; Stephenson C. R. J. Photochemical approaches to complex chemotypes: applications in natural product synthesis. *Chem. Rev.*, 2016, 116 (17), pp. 9683–9747.
3. Mukherjee S.; Maji B.; Tlahuext-Aca A.; Glorius F. Visible light-promoted activation of unactivated C(sp<sup>3</sup>)-H bonds and its selective trifluoromethylthiolation. *JACS*, 2016, 138 (50), pp. 16200–16200.

4. Guo S.; Zhang X.; Tang P. Silver-mediated oxidative aliphatic C-H trifluoromethylthiolation. *Angew. Chem. Int. Ed*, 2015, 54, pp. 4065-4069.

5. Wu H.; Xiao Z.; Wu J.; Guo Y.; Xiao J. C.; Liu, C. Chen, Q.Y. Direct trifluoromethylthiolation of unactivated C(sp<sup>3</sup>)-H using silver(I) trifluoromethanethiolate and potassium persulfate. *Angew. Chem. Int. Ed*, 2015, 54, pp. 4070-4074.

6. Chen C.; Xu, X. H.; Yang B.; Qing F.B.L. Copper-catalyzed direct trifluoromethylthiolation of benzylic C-H bonds via nondirected oxidative C(sp<sup>3</sup>)-H activation. *Org. Lett.*, 2014, 16, pp. 3372-3375.

7. Xu C.; Shen, Q. Palladium-catalyzed trifluoromethylthiolation of aryl C-H bonds. *Org. Lett.*, 2014, 16 (7), pp. 2046-2049.

8. Trauner D. Finding function and form, *NPR*, 2014, 31, pp. 411-413.

9. Jamison C. R.; Overman L .E. Fragment coupling with tertiary radicals generated by visible-light photocatalysis. *Acc. Chem. Res.*, 2016, 49 (8), pp. 1578-1586.

10. Orgren L .R.; Maverick E. R.; Marvin C. C. Synthesis of (±)-tetrabenazine by visible light photoredox catalysis. *J. Org. Chem.*, 2015, 80 (24), pp. 12635-12640.

## OBȚINEREA ȘI CARACTERIZAREA EXTRACTELOR DIN DEȘEURI FORESTIERE

PETROV NATALIA  
*Institutul de Chimie al AȘM*

Una din cauzele acțiunii nefaste a factorilor nocivi din mediul înconjurător (poluarea, alimentația dezechilibrată, fumatul etc.) asupra sănătății organismului uman este formarea radicalilor liberi și stresul oxidativ [1]. Substanțele antioxidante sunt unul dintre cele mai inofensive și eficiente remedii de neutralizare a acțiunii nefaste a radicalilor liberi, protejând astfel organismul uman de efectele daunătoare ale radicalilor liberi. Antioxidanții sunt o clasă de compuși de origine vegetală care se găsesc în diferite cantități în plante. Taninurile izolate din plante posedă activități toxice pronunțate împotriva bacteriilor, din care motiv acestea prezintă interes farmacologic sporit [2, 3]. În calitate de sursă pentru extragerea compușilor cu activitate biologică sporită a fost selectat rumegușul de la întreprinderile de prelucrare a lemnului. Scopul cercetărilor a constat în stabilirea condițiilor optime de extragere a unei cantități maxime de compuși polifenolici din materia primă selectată și studiul proprietăților fizico-chimice a compușilor obținuți.

### Metodologia cercetării.

Pentru obținerea extractelor din materialul vegetal selectat s-au folosit metoda statică (macerare și scurgere periodică) și metoda dinamică (extracție în câmp ultrasonic). Pentru stabilirea parametrilor optimi a procesului de extragere s-a ținut cont de o serie de factori: concentrația solventului, raportul produs vegetal-solvent, durata de extracție.

*Extragerea prin agitare mecanică.* La materia primă vegetală pregătită pentru extracție (uscată la temperatura camerei și cântărită) s-a adăugat solventul (alcool etilic cu concentrațiile de 50% și 70%) în raport masă/volum de 1:10 și 1:5, apoi s-a lăsat la agitare mecanică timp de 24 ore la temperatura camerei (procedura s-a realizat în trei etape consecutive). Extrasele obținute au fost unificate și concentrate prin distilare la rotavaporul produs de compania Heidolph Instruments GmbH & Co. KG (Germany). Produsul obținut a fost uscat la temperatura de 45°C.

*Extragerea în câmp ultrasonic.* Produsul vegetal, pregătit pentru extracție și cântărit în raport masă/volum de 1:10 și 1:5 cu solvent (alcool etilic cu concentrațiile de 50% și 70%) a fost suspendat într-o baie cu apă și supus unui tratament cu ultrasunete timp de 30 minute la temperatura camerei (procedura s-a realizat în trei etape consecutive). Extrasele au fost unificate, concentrate prin distilare la rotavapor și uscate la temperatura de 45°C.

*Determinarea conținutului total de compuși polifenolici.* Pentru determinarea conținutului total de compuși polifenolici (CTCF) s-a utilizat metoda spectrofotometrică cu reactivul de culoare Folin-Ciocalteu [4]. La 0.15 mL probă de analizat s-a adăugat 0.35 mL de reagen Folin-Ciocalteu (F-C) diluat cu apă (1:10). După 4-6 minute de contactare s-au adăugat 1.4 mL de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0.8 M, s-a plasat pentru 30 minute la întuneric, după care a fost înregistrată absorbanta soluției la lungimea de undă 765 nm, la aparatul Jenway UV/Vis 6505. Proba a fost examinată în comparație cu mostra martor, unde, în calitate de probă, a fost utilizat soluția etanolică de 50%.

*Determinarea conținutului total de grupări funcționale acide.* Pentru determinarea conținutului total de grupări funcționale acide (carboxilice și fenolice), C<sub>total</sub>, a fost utilizată metoda Boehm, calculele fiind efectuate conform ecuației:

$$C_{\text{total}} = \frac{C_n(\text{NaOH}) \times V_1 - C_n(\text{HCl}) \times V_2}{m}$$

unde, C<sub>n</sub>(NaOH) – concentrația normală a soluției de NaOH, 0,05 mol/L; C<sub>n</sub>(HCl) - concentrația normală a soluției de HCl 0,05 mol/L; V<sub>1</sub> –

volumul soluției de NaOH 0,05 mol/L, ml;  $V_2$  - volumul soluției de HCl 0,05 mol/L, ml; m – masa probei, g

### Rezultate și discuții.

În cadrul analizei rezultatelor obținute la extragerea compușilor polifenolici din rumegușul de stejar, utilizând metodele de agitare mecanică și de tratare cu ultrasunet, s-a constatat că valoarea conținutului total de compuși polifenolici extrași nu depinde esențial de metoda de extragere (fig. 1).

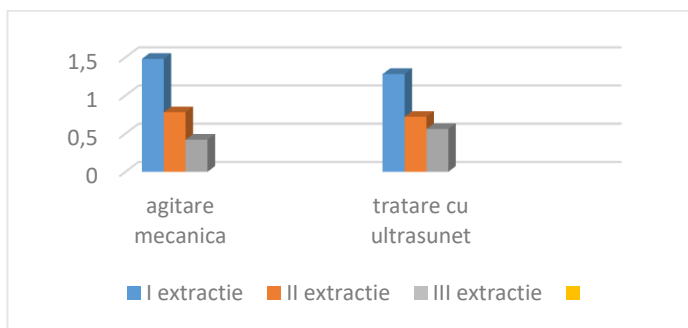


Figura 1. Conținutul total de compuși polifenolici extrași din rumeguș de stejar cu soluție de alcool 50%.

Randamentul extragerii compușilor polifenolici constituie 7,21% pentru metoda de agitare mecanică și 7,95% pentru metoda de tratare cu ultrasunet. Astfel, pentru a obține în supernatant o cantitate cât mai ridicată de polifenoli, s-a decis să selectăm metoda de extragere asistată de ultrasunet, deoarece este o metoda mult mai rapidă (3 cicluri a câte 30 min) față de metoda de agitare mecanică (3 cicluri a câte 24 ore) și are un randament mai avantajos al extragerii. Cercetările referitoare la influența concentrației solventului utilizat pentru extragere asupra CTCF extrași ne-au permis să stabilim că, concentrația solventului de 50% este mai economică, convenabilă și ne permite să obținem aproximativ aceeași cantitate de compuși polifenolici ca și în cazul utilizării solventului de 70% (tabelul 1).

Tabelul 1

*Influența metodei, concentrației solventului și a raportului masa (g) de produs vegetal la volum (mL) de solvent utilizat asupra CTCF*

Mostra	Agitare mecanică		Tratare cu ultrasunet	
	alcool 50%	alcool 70 %	alcool 50%	alcool 70 %
Rumeguș de stejar, 1:5	1,002	0,993	1,071	1,130
Rumeguș de stejar, 1:10	0,987	1,087	0,985	0,998

Studiul influenței raportului masa (g) de produs vegetal și volum (mL) de solvent utilizat pentru extragerea unui conținut maxim de compuși polifenolici a cuprins raporturile 1:5 și 1:10. Conform datelor obținute se poate constata că nu se observă o influență semnificativă a volumului de solvent utilizat pentru extragere asupra valorii conținutului total de compuși extrași. Pentru cercetările ulterioare s-a decis utilizarea raportului 1:5 masa de produs vegetal/volum de solvent.

Extractul obținut din rumeguș de stejar are un grad redus de solubilitate în apă, fapt ce-i reduce esențial potențialul de utilizare. În laboratorul Chimia Ecologică al Institutului de Chimie al AȘM a fost elaborat un procedeu de solubilizare a taninurilor în apă, descris în invenția nr. MD 3125 [6]. În rezultatul modificării prin oxidare a extractului obținut din rumeguș de stejar are loc solubilizare acestuia însoțită de formarea compușilor organici noi, care conțin grupări funcționale carboxilice, peroxidice, alcoolice, fenolice etc. Pentru determinarea conținutului total de grupări funcționale acide (carboxilice și fenolice) s-au efectuat titrări acido-bazice a soluțiilor cu concentrațiile de 1% și 5% pentru compușii noi și compuși de referință. Rezultatele obținute pentru determinările realizate în soluțiile de 1 % sunt prezentate în tabelul 2.

Tabelul 2

*Conținutului total de grupări funcționale acide (carboxilice și fenolice) determinat în soluțiile apoase de 1%, calculat per g de preparat solid*

N d/o	Mostra de substanța	Conținutul total de grupari acide, mg-ech/g
1	Extract din rumeguș de stejar	2.48
2	Enotanin industrial	1.64
3	Extract din rumeguș de stejar, oxidat	4.38
4	Enoxil 2011-2016	4.23-4.61

Analiza rezultatelor obținute ne permite să constatăm că, pentru mostrele de compuși polifenolici extrași supuși modificării prin oxidare (extract oxidat din rumeguș de stejar, Enoxil), valoarea conținutului total de grupări funcționale acide sporește esențial (practic se dublează) în raport cu valorile  $C_{total}$  obținute pentru taninurile nemodificate, fapt confirmat și de spectrele IR ale taninurilor din stejar intact (TSI) și modificat prin oxidare (TSO).

Spectrele IR ale produselor TSI și TSO în regiunea  $4000-1800\text{ cm}^{-1}$  sunt aproximativ identice. În ambele produse în regiunea  $3600-2800\text{ cm}^{-1}$  se manifestă benzi intensive și late ce caracterizează prezența grupelor  $\text{OH}^-$ : în spectrul TSI  $\nu(\text{OH})=3280\text{ cm}^{-1}$ , iar în spectrul TSO -  $3346,2\text{ cm}^{-1}$ . Aceasta înseamnă că grupele  $\text{OH}^-$  în TSI sunt mai puternic asociate decât în TSO. Procesul de oxidare decurge destul de pronunțat, deoarece deși poziția benzilor  $\text{C}=\text{O}$  și carboxilice  $-\text{COOH}$  se manifestă aprosimativ în aceeași regiune ( $1719,5\text{ cm}^{-1}$  pentru TSI și  $1709,7\text{ cm}^{-1}$  pentru TSO), acestea sunt de o intensitate esențial mai mare în cazul TSO, banda de la  $1709,7\text{ cm}^{-1}$  fiind cea mai puternică după intensitate din spectru.

#### **Concluzii:**

1. Condițiile optime de extragere a compușilor polifenolici din rumegușul de stejar sunt: extragerea substanțelor bioactive în câmp ultrasonic timp de 30 minute la temperatura controlată în raport 1:5 a produsului vegetal/solvent, utilizând în calitate de solvent alcoolul etilic cu concentrația de 50%

2. Valoarea conținutului total de grupări funcționale acide ( $C_{total}$ ) ale taninurilor oxidate sporește esențial în raport cu valoarea  $C_{total}$  obținute pentru taninurile nemodificate

3. Valorile activității antioxidante a mostrelor extrase din rumeguș de stejar intacte și supuse modificării prin oxidare, sunt cuprinse în limitele 68-88% și sunt de ordinul activității antioxidante ale preparatului Enoxil – 72,5 % (determinate în soluții apoase 0.5 %).

**Bibliografie:**

1. Kelishadi R. Environmental Pollution: Health Effects and Operational Implications for Pollutants Removal. In: Journal of Environmental and Public Health., 2012, 2012, 1-2.
2. Lupașcu T., Duca G., Gonciar V. Enoxil preparat ecologic pentru sănătatea omului". In: Monografie, Editura "Știința", Chișinău, 2012, 256.
3. Bansa A., Adeyemo S.O. Evaluation of antibacterial properties of tannins isolated from *Dichrostachys cinerea*. In: Afr. J. Biotechnol., 2007, 6(15), 1785-1787.
4. Ainsworth E.A., Gillespie K.M. Estimation of total phenolic content and other oxidation substrates in plant tissues using Folin–Ciocalteu reagent. In: Nature Protocols 2007,2, 875 – 877.
5. Brevet de invenție, MD Nr. 3125. Procedeu de obținere a enotaninurilor solubile. Lupașcu T., Lupașcu L. BOPI 2006.

**SINTEZA ÎNTR-O SINGURĂ ETAPĂ (E) -3- (1-AMINO-2-OXO-2-FENILETILIDEN) INDOLIN-2-ONĂ DIN (E) -3- (2-OXO-2-FENILETILIDEN) INDOLIN-2-ONĂ**

*ZVEAGHINȚEVA MARINA*

*Institutul de Chimie al Academiei de Științe a Moldovei*

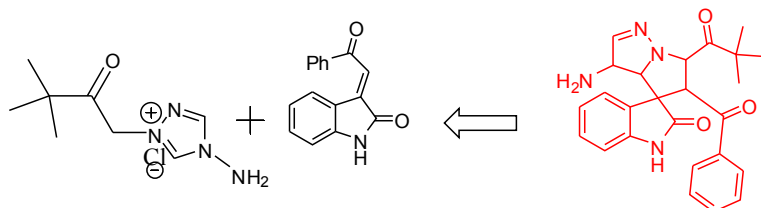
**Introducere**

Chimia Compuși heterociclici a devenit un domeniu separat de chimie, cu o lungă istorie de dezvoltare. Compuși heterociclici sunt larg distribuite în natură, cum ar fi heterociclicurile cu azot cu cinci membri sunt fragmente structurale ale unui număr de compuși biologic activi. Astăzi chimie heterociclica furnizează reactivi pentru chimia de sinteză, sinteza farmaceutice, pesticide și detergenți, precum și în domenii conexe, cum ar fi biochimie, chimia polimerilor și cercetare. De interes particular sunt compuși triazolului [1-10] și derivații oxindolilor [11]

**Rezultate și discuții**

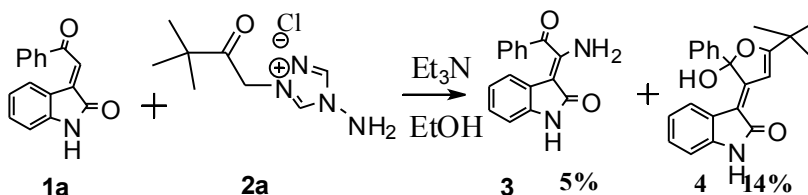
Literatura de specialitate descrie metoda de sinteză a spiro [indolin-3,3'-pirol [1,2-a] chinoline] și spiro [indolin-3,1'-pirol [2,1-a] izochinoline] folosind reacții 1.3 -dipolyarnogo săruri de amoniu heteroaromatice

cicloadiție cu 3-fenatsilidenoksidolami [12]. Sinteza a fost realizată într-o soluție alcoolică, în prezență de trietilamină. Am emis ipoteza că, în cazul sărurilor de interacțiune triazolii din aceeași reacție enonă va proceda după cum urmează pentru Scheme 1.



Scheme 1. *Schema retro pentru 3'-amino-5'-benzil-6'-pivaloil-3 '3a', 5'', 6'-tetrahidrospiro [indolin-3,4'-pirol [1,2-b] pirazol] - 2-onă.*

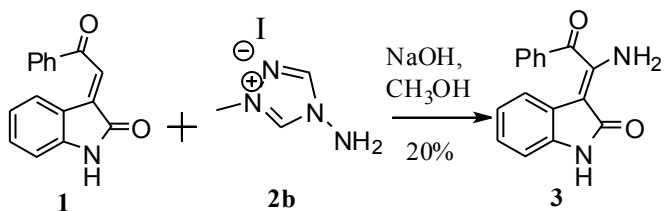
Cu toate acestea, în sarea 4-amino comporta-1 H-1,2,4-triazol diferit. Se constată că prin suspendarea 3-fenatsiliden-oxindol, 4-amino-1- (3,3-dimetil-2-oxobutil) -4H-1,2,4-triazol-1-iiu 2a în prezență de 1,2 echivalenți de trietilamină format amestec de produs. Izolarea produșilor de reacție a fost realizată folosind metodele cromatografiei pe coloană și cristalizare fracționată (schema 2).



Scheme 2. *Reacția dintre 3-fenatsiliden-oxindol și 4-amino-1- (3,3-dimetil-2-oxobutil) clorură -4H-1,2,4-triazol-1-ium 2a.*

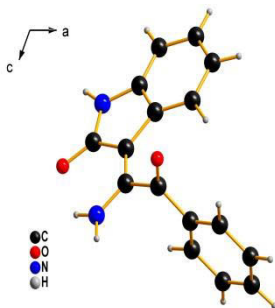
Sarea inițială a 4-amino-1- (3,3-dimetil-2-oxobutil) clorură -4H-1,2,4-triazol-1-ium 2a preparat prin reacția 4-amino-1,2,4-triazol și pinacol clorură în acetonitril la reflux, urmată de extracție cu hexan și produsul final. În timp ce 2b iodură de 1-amino-4-metil-1H-1,2,4-triazol-4-ium a fost preparat prin amestecarea cu iodură de metil 4-amino-1,2,4-triazol. Trebuie remarcat faptul că reacția directă între enonă 1 și clorură de pinacol nu are loc, ci între enonă și 4H-1,2,4-triazol-4-amino clorhidrat.





Scheme 3. Reacția interacțiune între 3-fenaciliden-oxindol și sarea de 1-amino-4-metil-1H-1,2,4-triazol-4-ium iodură 2b.

Înlocuirea trietilaminei cu NaOH a permis creșterea randamentului compusului 3 la 20%. Structura obținută (*E*)-3-(1-amino-2-oxo-2-feniletiliden) indolin-2-onă fiind confirmată de datele IR, RMN și X-ray



### Concluzie

Lucrarea prezentă a ilustrat particularitățile reacției sărurilor de triazol cu 3-fenaciliden-oxindol. Sa demonstrat că în condițiile de reacție selectate s-a observat formarea substanței (*E*)-3-(1-amino-2-oxo-2-feniletiliden) indolin-2-onă.

### Mulțumiri

Autorul își exprimă mulțumire conducătorului științific profesorului Makaev F. pentru sprijinul lui și de asistență în pregătirea acestei comunicări și colectivului laboratorului de sinteza organica și biofarmaceutică.

**Bibliografie:**

1. L. Santana, M. Teijeira, E. Uriarte, C. Teran, G. Andrei, R. Snoeck, J. Balzarini, and E. De Clercq, *Nucleosides Nucleotides* 18, 733 (1999).
2. Osborn H., Khan T. *Oligosaccharides, Their Synthesis and Biological Roles*. Oxford University Press: Oxford, U.K., 2000, p 7.
3. Abdel-Megeed A.M., Abdel-Rahman H.M. *Eur. J. Med. Chem.* 2009, 44, 117.
4. Khan S. A., M. Amir. *Eur. J. Med. Chem.*, 2008, 43, 2688.
5. Jing Chen, Xian-Yu Sun. *Bioorg. Med. Chem.* 2007, 15, 6775.
6. Nasser S. A. M. Khalil, *Carbohydrate Research* 2006, 341, 2187.
7. Klimesova V., Zahajska L., Waisser K., Kaustova J., Mollmann U. *IL Farmaco* 2004, 59, 279.
8. K. Cooper and J. Steele, *Chem. Abstr.* 112, 76957 (1990).
9. W. P. Oziminskia, J. C. Dobrowolskia, and A. P. Mazurek, *J. Mol. Struct.* 651-653, 697 (2003).
10. *Buletinul Academiei de Științe a Republicii Moldova*, 1994, nr. 1, p. 60-65.
11. Radul O., Sucman N., Pogrebnoi S., Barba A., Geronikaki A., Macaev F. Synthesis and antiviral activity of new thiazole, 1,2,4-triazol and oxindole derivatives // *Chem. J. Mold.* 2011. Vol. 6 (1), P. 101-109.
12. Lei Wu, a Jing Suna and Chao-Guo Yan\* a Facile synthesis of spiro[indoline-3,3'-pyrrolo[1,2-a]quinolines] and spiro[indoline-3,1'-pyrrolo[2,1-a]isoquinolines] via 1,3-dipolar cycloaddition reactions of heteroaromatic ammonium salts with 3-phenacylideneoxindoles, *Cite this :Org. Biomol. Chem.*, 2012, 10, 9452.
13. Noole A., Sucman N. S., Kabeshov M. A., Kanger T., Macaev F. Z., Malkov A.V. Highly Enantio- and Diastereoselective Generation of Two Quaternary Centers in Spirocyclopropanation of Oxindole Derivatives // *Chemistry: A European Journal*. 2012. Vol. 18 (47). P. 14929-14933.

## INHIBITORY EFFECT OF *CINNAMOMUM CASSIA* ESSENTIAL OIL AND HIS COMPONENTS ON DIFFERENT MICROORGANISMS

ANDRIȘ ANDREI<sup>1,2</sup>, PÎNZARIU CRISTIAN<sup>1,2</sup>, LE-TILLY VERONIQUE<sup>2</sup>,  
LE GRAND ADELAÏDE<sup>2</sup>, SIRE OLIVIER<sup>2</sup>, GRUIA ROMULUS<sup>1</sup>,  
MĂRCULESCU ANGELA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Transilvania University of Brasov – Romania,

<sup>2</sup> University of South Brittany – France

### Introduction

Cinnamon is one of the most used spices for thousands of years till nowadays. In Europe cinnamon has appeared during the 16<sup>th</sup> and 17<sup>th</sup> centuries when the Portuguese found cinnamon in Sri Lanka.

The genus *Cinnamomum* (family *Lauraceae*) comprises over 300 aromatic evergreen trees and shrubs, located in almost all tropical regions of Earth. The most known species are *Cinnamomum zeylanicum* Blume (*Cinnamomum verum* J. Presl, Sri Lanka cinnamon or Ceylon cinnamon) and *Cinnamomum aromaticum* Nees (*Cinnamomum cassia* (L.) J. Presl, Chinese cinnamon or false cinnamon) due to their multiple uses worldwide.

Cinnamon volatile oils are obtained from bark, leaves, flowers and buds. The oil is a sweet yellowish liquid with a strong cinnamaldehyde taste. Over time turns brown-red. The chemical composition of cinnamon oil varies depending on the part of the plant used for distillations process. The main constituent of cinnamon bark oil is cinnamaldehyde, whereas eugenol is the main constituent of cinnamon leaf oil

### 1. Materials and methods

#### 1.1. Chemicals

Cinnamon essential oil (*Cinnamomum cassia*) was purchased from MLW FRAGRANCE (Bonneuil sur Marne, France). Cinnamaldehyde, Eugenol was obtained from Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA). All solutions were prepared in absolute ethanol. Working solutions were obtained from stock solution by serial dilutions. All the culture media components were purchased from either Biokar diagnostics (Allone, France) or Carlo Erba Reagents (Val de Reuil, France). Others chemicals used in this study were of analytical grade and obtained either from Carlo Erba Reagents or Sigma-Aldrich.

### 1.2. Bacterial and yeast strains and growth conditions

Two strains of bacteria were used in this study: *Escherichia coli* ATCC 25922 and *Proteus mirabilis* WT19 (corresponding to the clinical isolate U6450). These bacteria were grown in LB broth (Tryptone 10g/L, NaCl 10g/L, Yeast extract 5g/L, pH7) or LB agar plate (15g/L) at 37°C.

The yeast *Saccharomyces cerevisiae* strain used in this study was W303.1B and was cultivated on YPD medium (Tryptone 20g/L, Yeast extract 10g/L, pH7, Glucose 20g/L) or YPD agar plate (15g/L).

### 1.3. Disc diffusion assay

*E. coli* and *P. mirabilis* were cultivated in LB for 16 hours at 37°C and *S. cerevisiae* in YPD at 30°C. Cultures were adjusted to an  $OD_{600nm, l=1cm} = 0.001$  ( $(1,11 \pm 0,08) \times 10^5$  CFU/mL for *E. coli*,  $(2,25 \pm 0,36) \times 10^5$  CFU/mL for *P. mirabilis* and  $(8,70 \pm 0,08) \times 10^7$  CFU/mL for *S. cerevisiae*) with sterile tryptone-salt Broth (Tryptone 1g/L, NaCl 8.5g/L, pH 7). 100  $\mu$ L of the bacterial and yeast suspensions were spread on LB agar or YPD agar. Filter paper discs (Whatman n°3, 7 mm in diameter) were placed on the agar surface and impregnated with 5  $\mu$ L of each tested dilution of *Cinnamomum cassia* oil, cinnamaldehyde or eugenol (0,5%, 1%; 2%, 4%, 8%, 10%, 12%, 16%, 20%, 25% which corresponds to 0,025; 0,05; 0,1; 0,2; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1; 1,25  $\mu$ L of tested compounds). After 30min at room temperature, the plates were incubated at 37°C for 24 hours for bacteria and respectively at 30°C for 48 hours for yeasts.

The diameters of the inhibition zones were measured in centimeters. Values are described as mean  $\pm$  SD as assays were performed in triplicates.

## 2. Results - Disc diffusion assay for antibacterial and antifungal activity of *C. cassia* oil

The antibacterial and antifungal activities (diameter of inhibition zone) of *C. cassia* oil, cinnamaldehyde and eugenol against *Escherichia coli* ATCC 25922, *Proteus mirabilis* WT19 and *Saccharomyces cerevisiae* W303.1B are summarized in Tables 1, 2 and 3 and the Fig.1 The inhibitory effect strengthened significantly with increasing amount of tested compound per disc. Discs with 5  $\mu$ L of 25% (v/v) *C. cassia* oil and cinnamaldehyde solution resulted in highest inhibition zones around 3-4 cm. Among tested bacteria, *E. coli* and *S. cerevisiae* are most sensitive to *C. cassia* oil and cinnamaldehyde.

Table 1.

*Inhibitory zone of different concentration of C. cassia oil against microorganisms (cm)*

	Concentration (%V/V)										
	0	0,5	1	2	4	8	10	12	16	20	25
<i>E. coli</i>	1,10 ±0,0 8	1,31 ±0,1 4	1,41 ±0,1 4	1,47 ±0,0 3	1,51 ±0,1 1	2,11 ±0,0 7	2,43 ±0,0 9	2,68 ±0,3 5	2,93 ±0,3 1	3,23 ±0,0 7	3,86 ±0,2 0
<i>P. mirabilis</i>	0	0	0	0	0,75 ±0,0 5	1,41 ±0,2 7	1,75 ±0,2 1	2,2 ±0,1 7	2,6 ±0,3 1	2,78 ±0,3 6	3,31 ±0,2 4
<i>S. cerevisiae</i>	1,08 ±0,1 2	1,21 ±0,0 8	1,22 ±0,1 0	1,23 ±0,0 3	1,4 ±0,3 2	2,34 ±0,1 8	2,58 ±0,1 0	2,64 ±0,1 4	3,08 ±0,1 7	3,43 ±0,2 0	4,16 ±0,1 5

Table 2.

*Inhibitory zone of different concentration of Cinnamaldehyde against microorganisms (cm)*

	Concentration (%V/V)										
	0	0,5	1	2	4	8	10	12	16	20	25
<i>E. coli</i>	1,10 ±0,0 9	1,23 ±0,0 2	1,31 ±0,0 5	1,35 ±0,1 2	1,43 ±0,1 2	2,11 ±0,1 6	2,36 ±0,1 5	2,56 ±0,1 5	2,87 ±0,2 6	3,5 ±0,2 1	4,07 ±0,0 9
<i>P. mirabilis</i>	0	0	0	0	0,93 ±0,1 1	1,6 ±0,3 4	1,75 ±0,2 3	2,43 ±0,2 0	2,83 ±0,2 3	3,08 ±0,1 0	3,4 ±0,1 3
<i>S. cerevisiae</i>	1,08 ±0,0 8	1,12 5 ±0,0 2	1,17 ±0,0 3	1,25 ±0,0 5	1,33 ±0,1 3	2,1 ±0,1 6	2,56 ±0,3 1	2,95 ±0,0 7	3,53 ±0,1 5	3,85 ±0,0 7	4,05 ±0,0 7

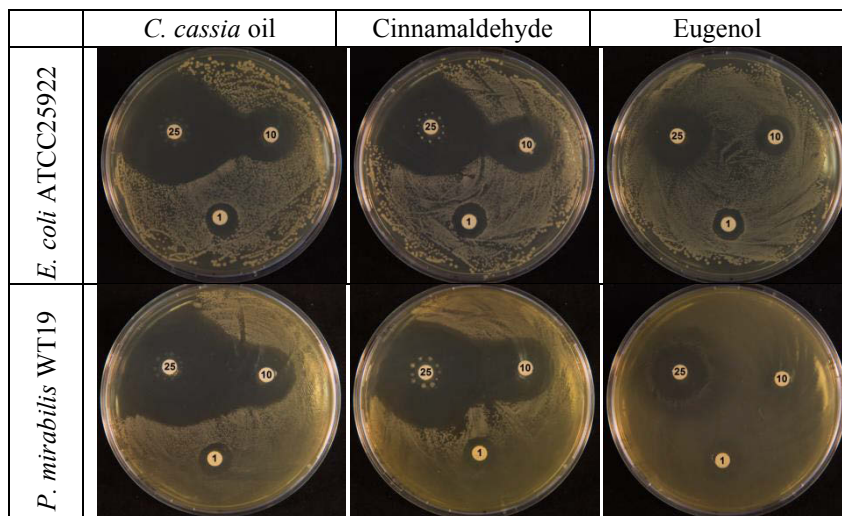
Table 3.

*Inhibitory zone of different concentration of Eugenol against microorganisms (cm)*

	Concentration (% V/V)										
	0	0,5	1	2	4	8	10	12	16	20	25
<i>E. coli</i>	1,08 ±0,0 8	1,13 ±0,0 2	1,21 ±0,0 6	1,25 ±0,1 5	1,43 ±0,0 9	1,46 ±0,1 1	1,49 ±0,0 2	1,5 ±0,1	1,78 ±0,1 6	2,2 ±0,2	2,4 ±0,1 1
<i>P. mirabilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	1,48 ±0,1 0	1,5 ±0,1	1,6 ±0,0 8	1,79 ±0,1 8
<i>S. cerevisiae</i>	0,98 ±0,0 8	1,1 ±0,0 5	1,18 ±0,1 0	1,18 ±0,0 2	1,18 ±0,0 8	1,2 ±0,1 7	1,21 ±0,1 9	1,4 ±0,0 8	1,63 ±0,2 0	1,8 ±0,2	2,13 ±0,1 1

Table 4.

*Antibacterial activity of C. cassia oil, cinnamaldehyde and eugenol against microorganisms by disc diffusion method. Representative disc diffusion image. Antimicrobial activity was determined by forming a clear zone around the disc.*





### Conclusion

The disk diffusion assay showed that *Cinnamomum cassia* oil and his major compound, cinnamaldehyde, have an important antibacterial and antifungal effect. We observed a major inhibitory effect against *E. coli* and *S. cerevisiae* while against *P. mirabilis* the inhibitory effect is less important. The eugenol has a low inhibitory effect against all three microorganisms. The results suggest that *C. cassia* oil and cinnamaldehyde can be used as natural antimicrobial agents in food industry

### References

1. Amalaradjou M. A. R., Narayanan A., Baskaran S. A., Venkitanarayanan, K., (2010) Antibiofilm effect of trans-cinnamaldehyde on uropathogenic *Escherichia coli*. *J. Urol.* 184, 358–363.
2. Becerril R., Nerin C., & Gomez-Lus, R. (2012). Evaluation of bacterial resistance to essential oils and antibiotics after exposure to oregano and cinnamon essential oils. *Foodborne Pathogens and Disease*, 9(8), 699-705.
3. Cava R., Nowak E., Taboada, A., & Marin-Iniesta, F. (2007). Antimicrobial activity of clove and cinnamon essential oils against *Listeria monocytogenes* in pasteurized milk. *Journal of Food Protection*, 70(12), 2757-2763.
4. Gill A. O., Holley R. A., (2004) Mechanisms of bactericidal action of cinnamaldehyde against *Listeria monocytogenes* and of eugenol against *L. monocytogenes* and *Lactobacillus sakei*. *Appl. Environ. Microbiol.* 70, 5750–5755.
5. Gulsun Akdemir Evrendilek G. A., Empirical prediction and validation of antibacterial inhibitory effects of various plant essential oils on common pathogenic bacteria. *International Journal of Food Microbiology* 202 (2015) 35–41
6. Hili P., Evans C. S., & Veness R. G. (1997). Antimicrobial action of essential oils: the effect of dimethylsulphoxide on the activity of cinnamon oil. *Letters in Applied Microbiology*, 24(4), 269-275.
7. Hong Y. J., Bae Y. M., Moon B., & Lee S. Y. (2013). Inhibitory effect of cinnamon powder on pathogen growth in laboratory media and oriental-style rice cakes (sulgidduk). *Journal of Food Protection*, 76(1), 133-138
8. Jayaprakasha G. K., & Rao L. J. (2011). Chemistry, biogenesis, and biological activities of *Cinnamomum zeylanicum*. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51(6), 547-562.

9. Kima Y., Lee, J., Kimb S., Baek, K. Lee, J., Cinnamon bark oil and its components inhibit biofilm formation and toxin production. *International Journal of Food Microbiology* 195 (2015) 30–39

10. Mau J., Chen C., & Hsieh P. (2001). Antimicrobial effect of extracts from Chinese chive, cinnamon, and corni fructus. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49 (1), 183-188.

11. Mayaud L., Carricajo, A. Zhiri, A., Aubert G., Comparison of bacteriostatic and bactericidal activity of 13 essential oils against strains with varying sensitivity to antibiotics. *Letters in Applied Microbiology* 47 (2008) 167–173

12. Mith H., Remi Dure, R. Delcenserie, V. Zhiri, A., Georges Daube G., Clinquart A., Antimicrobial activities of commercial essential oils and their components against food-borne pathogens and food spoilage bacteria. *Food Science & Nutrition* 2014; 2(4): 403–416

13. Ooi L. S. Li Y., Kam, S. L. Wang, H. Wong, E. Y., & Ooi V. E. (2006). Antimicrobial activities of cinnamon oil and cinnamaldehyde from the Chinese medicinal herb *Cinnamomum cassia* Blume. *American Journal of Chinese Medicine*, 34(3), 511-522.

14. Sheng L., Zhu M., (2014). Inhibitory effect of *Cinnamomum cassia* oil on non-O157 Shigan toxin- producing *Escherichia coli*. *Food Control* 46 (2014) 374-381

15. Sienkiewicz M., Głowacka A. Kowalczyk, E., Wiktorowska-Owczarek A., Józwiak-Bębenista, M. Łysakowska, M., The Biological Activities of Cinnamon, Geranium and Lavender Essential Oils. *Molecules* (2014), 19, 20929-20940

16. Wang R., Wang Rj, Yang B., Extraction of essential oils from five cinnamon leaves and identification of their volatile compound compositions. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 10 (2009) 289–292



## IS OXYTOCIN INVOLVED IN SCHIZOPHRENIA-PAIN INTERACTIONS?

ANTIOCH IULIA<sup>1</sup>, CIOBICA ALIN<sup>2,3,4</sup>

<sup>1</sup>Biology Department, 'Alexandru Ioan Cuza' University, Iasi, Romania

<sup>2</sup>Department of Research, Faculty of Biology, "Alexandru Ioan Cuza" University,

<sup>3</sup>Center of Biomedical Research of the Romanian Academy, Iasi Branch,

<sup>4</sup>The Academy of the Romanian Scientists, Bucharest

Oxytocin is a neuropeptide renowned for its facilitator role in reproduction functions, but also with implications in social behaviour (Insel *et al.*, 1999), social memory (Zhang *et al.*, 2016), trust (Kosfeld *et al.*, 2005) and dealing with stressful situations (Uvnas-Moberg, 1998). This hormone is secreted from the posterior pituitary gland being produced in the hypothalamus nuclei (supraoptic and paraventricular) by magnocellular neurons (Brownstein *et al.*, 1980) and is thought to be the primary peripheral source of oxytocin detected in blood and saliva (Carter *et al.*, 2007). There is also a central source of oxytocin production linked to the paraventricular neurons which spread projections all over the central nervous system to the striatum, raphe nuclei, amygdala and the dorsal horn (superficial and deep lamina) (Todd, 2002; Knobloch *et al.*, 2012).

Pain, an unpleasant phenomenon, causing a lot of distress and discomfort to the individual experiencing it has been since ancient times methodically studied and analysed from different perspectives in the attempt of alleviation.

Among its complex mechanisms of action there has been highlighted a new connection between oxytocin release and pain reactions (Rash *et al.*, 2014; Rash and Campbell, 2014; Eliava *et al.*, 2016). A majority of studies carried in animal models and humans indicate towards an association between oxytocin presence and decreased pain levels (Louvel *et al.*, 1996; Martinez-Lorenzana *et al.*, 2008; Delatorre *et al.*, 2009; Han and Yu, 2009).

Because of the difficulty to surpass the blood-brain-barrier that neuropeptides encounter the intranasal method has been applied with effectiveness in human's administration of oxytocin. Oxytocin concentrations at peripheral and central levels look to be kept when this nanopetide is administered exogenously (Rash *et al.*, 2014).

So where is the connection between pain and oxytocin? It appears that oxytocin exerts its influence on nociception through different pathways. One is through projections originating directly from the hypothalamic

paraventricular nucleus that reach the level of dorsal horn lamina I, II and IV, projections which are rich in oxytocin neuropeptide (Saper, 1976; Gimpl and Fahrenholz, 2001). The dorsal horn is a spot where an increased concentration of nociceptors are found either in the superficial or deeper layers (A $\delta$ -fibers-lamina I, V; C-fibers-lamina I, II) (Todd, 2002), therefore corresponding with the oxytocinergic pathways location. Moreover, in the lamina I and II of the dorsal horn are present different types of neurons that express oxytocin receptors capable of influencing GABA signals and also glutamine signals, but the last one in a lower manner. Herein, oxytocin's effect on GABA interneurons leads to presynaptic inhibition of A $\delta$ -fibers and C-fibers, in this way blocking the signal to the nociceptive-specific and wide dynamic range neurons (Rash *et al.*, 2014). As a result the nociceptive information is not transmitted and therefore no pain is perceived.

The other suspected pathway for the link between oxytocin and pain is through an indirect mechanism implicating the endogenous opioid system. This statement is based on experiments where it was recorded that administration of an opioid receptor antagonist (either for  $\mu$ -receptor or  $\kappa$ -receptor) partially hindered the analgesic effect of oxytocin (Gu and Yu; Gao and Yu, 2004; Reeta *et al.*, 2006; Yang *et al.*, 2011). This effect of the opioid antagonists on oxytocin denotes an implication of the endogenous opioid system indicating a preference of oxytocin to bind to opioid receptors.

A recent perspective developed after the identification of a new neuronal population located in the paraventricular nuclei, namely parvocellular neurons, indicates their implication in the modulation of oxytocin secretion from the magnocellular neurons. This implication is inflicted either through a direct mechanism mediated by the collateral projections of the parvocellular neurons to the magnocellular neurons and deep layers of spinal cord or an indirect mechanism. The indirect mechanism implies that parvocellular neurons stimulate supraoptic nucleus neurons to release oxytocin into the blood stream (Eliava *et al.*, 2016).

Another potential influencer of pain – oxytocin link might be through the psychological effects that oxytocin possesses: it has been proven that oxytocin is a mood enhancer, an anxiolytic and also a good stress manager. All of these features are known to be involved in decreased perception of pain (Rash *et al.*, 2014).

Schizophrenia, a severe debilitating psychiatric disease, is also characterized by a high risk of comorbidities especially depression and anxiety (Buckley *et al.*, 2009). Among the symptoms of this malady impairments of social behaviour are likewise documented (Green *et al.*,

2008). Altogether, these traits contribute to a negative outcome of the disease status (Couture *et al.*, 2006; Buckley *et al.*, 2009).

The implications of oxytocin neuropeptide in the pathology of schizophrenia were of interest since long ago, when it was said that increased oxytocin levels are found in the cerebrospinal fluid of patients with schizophrenia (Bujanow, 1972), although recent findings disagree. Currently, studies argue for a decreased concentration of peripheral oxytocin in schizophrenia pathology (Goldman *et al.*, 2008) which lead to the assumption of the possible implication of oxytocin into the schizophrenia complex mechanistic.

Considering the aforementioned implications of oxytocin in regulation of anxiety behaviours, depressive symptoms and social behavioural impairments along with the finding of reduced blood concentration in individuals diagnosed with schizophrenia, a new possible avenue of treatment aroused. Although, there are very few studies in the literature involving human trials of oxytocin administration to patients suffering from schizophrenia they have promising results. The current findings indicate to a reduction of schizophrenia symptoms (especially positive symptoms) when oxytocin is an adjuvant of the antipsychotic medication (Feifel *et al.*, 2010; Goldman *et al.*, 2011; Pedersen *et al.*, 2011; Modabbernia *et al.*, 2013).

Aside from the psychiatric comorbidities, schizophrenia has assigned a high pain risk because of the increased rate of various physical diseases that occur in this malady (Leucht *et al.*, 2007; Stubbs *et al.*, 2015). Another factor that makes pain a special symptom in a patient with schizophrenia is the different ways of perceiving, feeling and interpreting pain experiences. These vary from decreased pain perception to increased pain sensibility or even normal perception comparable to patients without psychiatric disease, the only difference being the absence of reporting its presence by the individual experiencing it (Antioch *et al.*, 2015). All these different reactions contribute to an overall distorted need for medical treatment evaluation (Mitchell *et al.*, 2012). Adding that chronic pain is attributed with the likelihood of restraining recovery from psychiatric disorders (Birgenheir *et al.*, 2013) it makes the issue of treating pain in population with schizophrenia even more pressing.

In the bright overview of potential beneficial effects of oxytocin in schizophrenic pathology and the aforementioned beneficial effects on pain perception it raises the possibility of using this neuropeptide as an adjuvant with multiple benefits and relatively few adverse effects. Along with the easy, non-invasive way of administration (intranasal route), relatively

inexpensive costs as a pharmacological product and little potential of addiction (Rash *et al.*, 2014), oxytocin becomes a promising therapeutical approach for this severe complex psychiatric disease with multiple debilitating comorbidities.

Nonetheless, there must not be omitted that there are contradictory reports pleading for a worsen condition of schizophrenic patients administered with oxytocin related to dosage (Goldman *et al.*, 2011) and also the shortcomings regarding stability and reliability of oxytocin administration against pain in humans along with lack of attempt to differentiate the effects between sexes (Rash *et al.*, 2014).

In this view, our group already started some preliminary studies regarding the effect of intranasal administration in a methionine-induced animal model of schizophrenia, with some promising initial results (Padurariu *et al.*, 2017).

Therefore, the need of further investigation of oxytocin relationship and mechanism of action with pain and schizophrenia are imperiously necessary if a future therapeutic possibility were to be developed.

#### **Acknowledgements**

Iulia Antioch and Alin Ciobica were supported by a research grant PN II PN-II-RU-TE-2014-4-1886 called “A complex study regarding the relevance of oxytocin administration in some animal models of neuropsychiatric disorders”.

#### **References:**

1. Antioch I. et al. Pain manifestations in schizophrenia - clinical and experimental aspects in human patients and animal models. *Psychiatr Danub*, v. 27, n. 2, p. 142-52, Jun 2015.
2. Birgenheir D. G. et al. Pain conditions among veterans with schizophrenia or bipolar disorder. *Gen Hosp Psychiatry*, v. 35, n. 5, p. 480-4, Sep-Oct 2013.
3. Brownstein M. J.; Russell J. T.; Gainer H. Synthesis, transport, and release of posterior pituitary hormones. *Science*, v. 207, n. 4429, p. 373-8, Jan 25 1980.
4. Buckley P. F. et al. Psychiatric Comorbidities and Schizophrenia. *Schizophrenia Bulletin*, v. 35, n. 2, p. 383-402, 11/14 2009.
5. Bujanow W. Hormones in the treatment of psychoses. *Br Med J*, v. 4, n. 5835, p. 298, 1972.
6. Carter C. S. et al. Oxytocin: behavioral associations and potential as a salivary biomarker. *Ann N Y Acad Sci*, v. 1098, p. 312-22, Mar 2007.
7. Couture S. M.; Penn D. L.; Roberts D. L. The functional significance of social cognition in schizophrenia: a review. *Schizophr Bull*, v. 32 Suppl 1, p. S44-63, Oct 2006.

8. Delatorre S. et al. Paraventricular oxytocinergic hypothalamic prevention or interruption of long-term potentiation in dorsal horn nociceptive neurons: electrophysiological and behavioral evidence. *Pain*, v. 144, n. 3, p. 320-8, Aug 2009.

9. Eliava M. et al. A New Population of Parvocellular Oxytocin Neurons Controlling Magnocellular Neuron Activity and Inflammatory Pain Processing. *Neuron*, v. 89, n. 6, p. 1291-304, Mar 16 2016.

10. Feifel D. et al. Adjunctive intranasal oxytocin reduces symptoms in schizophrenia patients. *Biol Psychiatry*, v. 68, n. 7, p. 678-80, Oct 01 2010.

11. Gao L.; Yu L. C. Involvement of opioid receptors in the oxytocin-induced antinociception in the central nervous system of rats. *Regul Pept*, v. 120, n. 1-3, p. 53-8, Aug 15 2004

12. Gimpl G.; Fahrenholz F. The oxytocin receptor system: structure, function, and regulation. *Physiol Rev*, v. 81, n. 2, p. 629-83, Apr 2001

13. Goldman M. et al. Diminished Plasma Oxytocin in Schizophrenic Patients with Neuroendocrine Dysfunction and Emotional Deficits *Schizophrenia Research*. *Schizophrenia research*, v. 98, n. 1-3, p. 247-255, 10/24 2008.

14. Goldman M. B. et al. Divergent effects of two different doses of intranasal oxytocin on facial affect discrimination in schizophrenic patients with and without polydipsia. *Psychopharmacology (Berl)*, v. 216, n. 1, p. 101-10, Jul 2011

15. Green M. F. et al. Social cognition in schizophrenia: an NIMH workshop on definitions, assessment, and research opportunities. *Schizophr Bull*, v. 34, n. 6, p. 1211-20, Nov 2008.

16. Gu X.-L.; Yu L.-C. Involvement of Opioid Receptors in Oxytocin-Induced Antinociception in the Nucleus Accumbens of Rats. *The Journal of Pain*, v. 8, n. 1, p. 85-90.

17. Han Y.; Yu L. C. Involvement of oxytocin and its receptor in nociceptive modulation in the central nucleus of amygdala of rats. *Neurosci Lett*, v. 454, n. 1, p. 101-4, Apr 17 2009

18. Insel T. R.; O'Brien D. J.; Leckman J. F. Oxytocin, vasopressin, and autism: is there a connection? *Biol Psychiatry*, v. 45, n. 2, p. 145-57, Jan 15 1999.

19. Knobloch H. S. et al. Evoked axonal oxytocin release in the central amygdala attenuates fear response. *Neuron*, v. 73, n. 3, p. 553-66, Feb 09 2012.

20. Kosfeld M. et al. Oxytocin increases trust in humans. *Nature*, v. 435, n. 7042, p. 673-6, Jun 02 2005.

21. LEUCHT, S. et al. Physical illness and schizophrenia: a review of the literature. *Acta Psychiatr Scand*, v. 116, n. 5, p. 317-33, Nov 2007.

22. Louvel D. et al. Oxytocin increases thresholds of colonic visceral perception in patients with irritable bowel syndrome. *Gut*, v. 39, n. 5, p. 741-7, Nov 1996.

23. Martinez-Lorenzana G. et al. PVN electrical stimulation prolongs withdrawal latencies and releases oxytocin in cerebrospinal fluid, plasma, and spinal cord tissue in intact and neuropathic rats. *Pain*, v. 140, n. 2, p. 265-73, Nov 30 2008.

24. Mitchell A. J.; Lord O.; Malone D. Differences in the prescribing of medication for physical disorders in individuals with / without mental illness: meta-analysis. *The British Journal of Psychiatry*, v. 201, n. 6, p. 435-443, 2012.

25. Modabbernia A. et al. Intranasal oxytocin as an adjunct to risperidone in patients with schizophrenia : an 8-week, randomized, double-blind, placebo-controlled study. *CNS Drugs*, v. 27, n. 1, p. 57-65, Jan 2013.

26. Padurariu M. et al. Intraperitoneal oxytocin administration for 9 consecutive days is reducing memory deficits and anxiety in a methionine rat model of schizophrenia. *European Neuropsychopharmacology*, v. 26, p. S289-S290, 2017.

PEDERSEN, C. A. et al. Intranasal oxytocin reduces psychotic symptoms and improves Theory of Mind and social perception in schizophrenia. *Schizophr Res*, v. 132, n. 1, p. 50-3, Oct 2011

27. Rash J. A.; Aguirre-Camacho A.; Campbell T. S. Oxytocin and pain: a systematic review and synthesis of findings. *Clin J Pain*, v. 30, n. 5, p. 453-62, May 2014.

28. Rash J. A.; Campbell T. S. The effect of intranasal oxytocin administration on acute cold pressor pain: a placebo-controlled, double-blind, within-participants crossover investigation. *Psychosom Med*, v. 76, n. 6, p. 422-9, Jul-Aug 2014.

REETA, K. et al. Role of kappa- and delta-opioid receptors in the antinociceptive effect of oxytocin in formalin-induced pain response in mice. *Regul Pept*, v. 135, n. 1-2, p. 85-90, Jul 15 2006

29. Saper C. L., AD; Swanson, LW; Cowan, WM. Direct hypothalamo-autonomic connections. *Brain Res.*, v. 117, n. 2, p. 305-12, 1976.

30. Stubbs B. et al. Schizophrenia and the risk of fractures: a systematic review and comparative meta-analysis. *Gen Hosp Psychiatry*, v. 37, n. 2, p. 126-33, Mar-Apr 2015.

31. Todd A. J. Anatomy of primary afferents and projection neurones in the rat spinal dorsal horn with particular emphasis on substance P and the neurokinin 1 receptor. *Exp Physiol*, v. 87, n. 2, p. 245-9, Mar 2002.

32. Uvnas-Moberg K. Oxytocin may mediate the benefits of positive social interaction and emotions. *Psychoneuroendocrinology*, v. 23, n. 8, p. 819-35, Nov 1998.

33. Yang J. et al. Oxytocin in the periaqueductal grey regulates nociception in the rat. *Regul Pept*, v. 169, n. 1-3, p. 39-42, Aug 08 2011

34. Zhang J.-B. et al. Oxytocin is implicated in social memory deficits induced by early sensory deprivation in mice. *Molecular Brain*, v. 9, n. 1, p. 98, 2016.

## DEPRESSION AND ANXIETY VERSUS PAIN- COULD OXYTOCIN PLAY A ROLE?

ANTIOCH IULIA<sup>1</sup>, CIOBICA ALIN<sup>2,3,4</sup>

<sup>1</sup>Biology Department, 'Alexandru Ioan Cuza' University, Iasi, Romania

<sup>2</sup>Department of Research, Faculty of Biology, "Alexandru Ioan Cuza" University

<sup>3</sup>Center of Biomedical Research of the Romanian Academy, Iasi Branch,

<sup>4</sup>The Academy of the Romanian Scientists, Buchares, Romania

Depression is a psychiatric condition that is fairly wide spread in the general population incriminated as the second cause of disability in age group 15-44 according to the Years Lived with Disability scale (YLDs) issued by the World Health Organization (Reddy, 2010). Anxiety is another psychiatric disorder coming with its own burden that leads it to be the sixth cause of YLD(Baxter *et al.*, 2014). There has been reported a high rate of comorbidity between general anxiety and major depression disorders (Sunderland *et al.*, 2010; Zbozinek *et al.*, 2012) with a rate varying from 40% to 98% in studies following treatment.

Pain, a mechanism apparently designed to alert the host in regard to a potential or occurring event is considered a valuable instrument contributing to our survival rate (Holden and Winlow, 1984). Because of the multidimensional influences on psychological and physiological levels that this process encompasses (Moriarty *et al.*, 2011), when the alert attributions of this event subside and pain becomes chronic, it transforms into a disorder that to date raises a lot of treatment issues. The current surveys point to chronic and recurrent pain as affecting a third to over a half of the general population (Mantyselka *et al.*, 2003) making it an important issue in need to be addressed (Bair *et al.*, 2008).

People suffering from mental health conditions are reported to manifest a higher rate of comorbid somatic disorders that often come with a pain burden (De Hert *et al.*, 2011). Therefore, although a limited number of studies assess pain in individuals with severe psychiatric illness, more and more clinical date is point towards a strong connection between chronic pain and psychiatric conditions (Dersh, Gatchel, *et al.*, 2002; Dersh, Polatin, *et al.*, 2002; Turk and Okifuji, 2002).

In regard to depression and pain association it is highlighted a bivalent relationship. For instance, clinical studies indicate that individuals diagnosed with chronic pain are exposed to 50% higher risks of also experiencing depression (Bair *et al.*, 2003). Even more, there was reported

that individuals suffering from severe burn injuries were also struggling with depression and associated anxiety symptoms which increased pain sufferance rates (Edwards *et al.*, 2007).

Equally it must be highlighted the other part of the bivalent relationship between pain and depression. When patients are diagnosed with depressive disorder there is a high likelihood of physical symptoms occurrences such as pain (Trivedi, 2004; Buckley *et al.*, 2009).

A possible explanation for this link between pain and depression is due to the common cellular mechanisms involved in both pain and depression, namely the neurotransmitters serotonin and norepinephrine. Disruption in their function brought by depression modifies also pain sensations (Trivedi, 2004). The risk of these symptoms going undiagnosed is that the outcome of the psychiatric symptoms will increase. There has also been reported a connection between the severity of depressive disorder and the presence of somatic painful pathology (Trivedi, 2004).

Because of the common neuronal pathway of both conditions antidepressants that inhibit the reuptake of norepinephrine and serotonin have higher rates of effectiveness considering their action on both pain and depression routes centrally and peripherally (spinal cord) (Stahl, 2002). As for anxiety, a frequently second condition of depression and pain coexistence (McWilliams *et al.*, 2003) also treatment with antidepressants is applied as an attempt to treat all three conditions at once.

Unfortunately, taking into account the many adverse effects that antidepressant induce (Ferguson, 2001) there is a constant need of searching for alternative treatments, this where oxytocin use might come in handy.

Oxytocin is characterized from a chemical point of view as neuropeptide, being a neuropeptide acting as a neurotransmitter and a hormone. Although it is famous for its role in parturition, lactation and mother-child bonding, recent research also attributes a function into social behaviour (Insel *et al.*, 1999), trust (Kosfeld *et al.*, 2005), anxiolytic properties (De Oliveira *et al.*, 2012), reduction of depression (Bakharev *et al.*, 1986) and even an antinociceptive role (Rash *et al.*, 2014; Eliava *et al.*, 2016).

Noteworthy are the studies that detected a significantly reduced concentration of plasmatic oxytocin in the case of major depressive pathology (Frasch *et al.*, 1995) and a heightened sensitivity of depressive manifestations connected with decreased plasma oxytocin levels (Scantamburlo *et al.*, 2007). Moreover oxytocin proved to have antidepressant properties explainable by the functional connection between the oxytocin system and the serotonergic one (Goodin *et al.*, 2015). This report is backed up by animal studies that demonstrated brief increase in



oxytocin plasma levels when selective serotonin reuptake inhibitors (SSRIs) were administered (Uvnas-Moberg *et al.*, 1999). In addition, alternative therapies implemented in the alleviation of chronic pain induced feeling of welfare known to be modulated by oxytocin (Uvnas-Moberg, 1998), with some other studies suggesting even the clear analgesic functions for this molecule (Goodin *et al.*, 2015).

Interestingly, oxytocin manifests also an anxiolytic effect through the expression of oxytocin receptor in serotonergic neurons which was proved to be present in the raphe nuclei by employing a fluorescent protein marker in a mouse animal model of OXTR-Venus knock-in (Yoshida *et al.*, 2009). Another animal model also proves the implication of oxytocin in mediating an anxiolytic response this time connected to a cocaine addiction (Morales-Rivera *et al.*, 2014). In humans, intranasal oxytocin also present with an anxiolytic outcome in individuals subjected to a public speaking situation who manifested anxiogenic behaviours previous to the event. Although there is a reduction in anticipatory anxiety, the fear of public speaking is not blocked (De Oliveira *et al.*, 2012).

Thus, it will be of increased interest to better understand the relationship between oxytocin, depression, anxiety and pain. Still, while for now there is no current study looking on the interactions between all 3 aforementioned aspects, our group is currently working in designing studies involving classical behavioural tasks/approaches for the study of the affective manifestations (e.g. depressive behaviour in the forced swim test) or pain related modifications (as studied for example in the hot-plate test) as a result of oxytocin administration, both peripherally (intraperitoneal administration) and intranasally. This could be relevant especially considering the clear implications of oxytocin, as a therapeutical target, in the pathophysiology of some affective disorders, as well as its roles in pain perception and its possible effects as an analgesic.

#### **Acknowledgements**

Iulia Antioch and Alin Ciobica were supported by a research grant PN II PN-II-RU-TE-2014-4-1886 called "A complex study regarding the relevance of oxytocin administration in some animal models of neuropsychiatric disorders".

#### **References:**

1. Bair M. J. *et al.* Depression and pain comorbidity: a literature review. *Arch Intern Med*, v. 163, n. 20, p. 2433-45, Nov 10 2003.
2. Bair M. J. *et al.* Association of depression and anxiety alone and in combination with chronic musculoskeletal pain in primary care patients. *Psychosom Med*, v. 70, n. 8, p. 890-7, Oct 2008

3. Bakharev V. D.; Tikhomirov S. M.; Lozhkina T. K. Psychotropic properties of oxytocin. *Neurosci Behav Physiol*, v. 16, n. 2, p. 160-4, Mar-Apr 1986
4. Baxter A. J. et al. The global burden of anxiety disorders in 2010. *Psychol Med*, v. 44, n. 11, p. 2363-74, Aug 2014.
5. Buckley P. F. et al. Psychiatric Comorbidities and Schizophrenia. *Schizophrenia Bulletin*, v. 35, n. 2, p. 383-402, 11/14 2009
6. De Hert M. et al. Physical illness in patients with severe mental disorders. I. Prevalence, impact of medications and disparities in health care. *World Psychiatry*, v. 10, n. 1, p. 52-77, Feb 2011.
7. De Oliveira D. C. et al. Anxiolytic-like effect of oxytocin in the simulated public speaking test. *J Psychopharmacol*, v. 26, n. 4, p. 497-504, Apr 2012.
8. Dersh J. et al. Prevalence of psychiatric disorders in patients with chronic work-related musculoskeletal pain disability. *J Occup Environ Med*, v. 44, n. 5, p. 459-68, May 2002.
9. Dersh J.; Polatin P. B.; Gatchel R. J. Chronic pain and psychopathology: research findings and theoretical considerations. *Psychosom Med*, v. 64, n. 5, p. 773-86, Sep-Oct 2002.
10. Edwards R. R. et al. Symptoms of depression and anxiety as unique predictors of pain-related outcomes following burn injury. *Ann Behav Med*, v. 34, n. 3, p. 313-22, Nov-Dec 2007.
11. Eliava M. et al. A New Population of Parvocellular Oxytocin Neurons Controlling Magnocellular Neuron Activity and Inflammatory Pain Processing. *Neuron*, v. 89, n. 6, p. 1291-304, Mar 16 2016
12. Ferguson J. M. SSRI Antidepressant Medications: Adverse Effects and Tolerability. *Primary Care Companion to The Journal of Clinical Psychiatry*, v. 3, n. 1, p. 22-27, 2001.
13. Frasch A. et al. Reduction of plasma oxytocin levels in patients suffering from major depression. *Adv Exp Med Biol*, v. 395, p. 257-8, 1995.
14. Goodin B. R.; Ness T. J.; Robbins M. T. Oxytocin – A Multifunctional Analgesic for Chronic Deep Tissue Pain. *Current pharmaceutical design*, v. 21, n. 7, p. 906-913, 2015.
15. Holden A. V.; Winlow W. The comparative neurobiology of excitation: Manchester University Press, Manchester, UK: 3-28 p. 1984.
16. Insel T. R.; O'Brien D. J.; Leckman J. F. Oxytocin, vasopressin, and autism: is there a connection? *Biol Psychiatry*, v. 45, n. 2, p. 145-57, Jan 15 1999
17. Kosfeld M. et al. Oxytocin increases trust in humans. *Nature*, v. 435, n. 7042, p. 673-6, Jun 02 2005
18. Mantyselka P. T. et al. Chronic pain and poor self-rated health. *Jama*, v. 290, n. 18, p. 2435-42, Nov 12 2003.
19. McWilliams L. A.; Cox B. J.; Enns M. W. Mood and anxiety disorders associated with chronic pain: an examination in a nationally representative sample. *Pain*, v. 106, n. 1-2, p. 127-33, Nov 2003
20. Morales-Rivera, A. et al. Anxiolytic effects of oxytocin in cue-induced cocaine seeking behavior in rats. *Psychopharmacology (Berl)*, v. 231, n. 21, p. 4145-55, Oct 2014

21. Moriarty O.; Mcguire B. E.; Finn D. P. The effect of pain on cognitive function: a review of clinical and preclinical research. *Prog Neurobiol*, v. 93, n. 3, p. 385-404, Mar 2011.
22. Rash J. A.; Aguirre-Camacho, A.; Campbell T. S. Oxytocin and pain: a systematic review and synthesis of findings. *Clin J Pain*, v. 30, n. 5, p. 453-62, May 2014.
23. Reddy M. S. Depression: The Disorder and the Burden. *Indian Journal of Psychological Medicine*, v. 32, n. 1, p. 1-2, Jan-Jun 2010
24. Scantamburlo G. et al. Plasma oxytocin levels and anxiety in patients with major depression. *Psychoneuroendocrinology*, v. 32, n. 4, p. 407-10, May 2007
25. Stahl S. M. Does depression hurt? *J Clin Psychiatry*, v. 63, n. 4, p. 273-4, Apr 2002.
26. Sunderland M. et al. Investigating differential symptom profiles in major depressive episode with and without generalized anxiety disorder: true co-morbidity or symptom similarity? *Psychol Med*, v. 40, n. 7, p. 1113-23, Jul 2010.
27. Trivedi M. H. The Link Between Depression and Physical Symptoms. *Primary Care Companion to The Journal of Clinical Psychiatry*, v. 6, n. suppl 1, p. 12-16, 2004.
28. Turk D. C.; Okifuji A. Psychological factors in chronic pain: evolution and revolution. *J Consult Clin Psychol*, v. 70, n. 3, p. 678-90, Jun 2002. UVNAS-MOBERG, K. Oxytocin may mediate the benefits of positive social interaction and emotions. *Psychoneuroendocrinology*, v. 23, n. 8, p. 819-35, Nov 1998
29. Uvnas-Moberg K. et al. Oxytocin as a possible mediator of SSRI-induced antidepressant effects. *Psychopharmacology (Berl)*, v. 142, n. 1, p. 95-101, Feb 1999.
30. Yoshida M. et al. Evidence that oxytocin exerts anxiolytic effects via oxytocin receptor expressed in serotonergic neurons in mice. *J Neurosci*, v. 29, n. 7, p. 2259-71, Feb 18 2009.
31. Zbozinek T. D. et al. Diagnostic Overlap of Generalized Anxiety Disorder and Major Depressive Disorder in a Primary Care Sample. *Depression and anxiety*, v. 29, n. 12, p. 1065-1071, 11/26 2012.

## **STREPTOMYCETES OF MOLDOVA SOILS AS POTENTIAL AGENTS OF BIOCONTROL OF PHYTOPATHOGENIC FUNGI**

*BÎRSA MAXIM\**, *BEREZIUC YULIA\**, *VASILICIUC ANASTASIA\**

*\*Institute of Microbiology and Biotechnology of ASM*

*Introduction.* Antagonism between various groups of microorganisms is widespread in nature. Depending on hereditary characteristics, as well as various environmental factors and cultivation conditions, microorganisms may exhibit antagonistic properties towards other organisms, which attract attention of scientists for protecting agricultural production against phytopathogenic organisms [1].

According to recent scientific data, actinomycetes, mainly representatives of the genus *Streptomyces*, have a powerful and diverse specific effect on soil fungi. It is known that more than 60% of biologically active substances of microbial origin and 2/3 of antibiotics, differing in their effectiveness and low toxicity, are metabolites of actinomycetes, 80% of which are synthesized by representatives of the genus *Streptomyces* - a widespread group of actinomycetes in the soil [2-7].

Over the years, they have attracted close attention, primarily as a potential source of new antibiotics with a wide range of effects. The majority of researchers testifies to the high antagonistic activity among representatives of the genus *Streptomyces* and shows the effectiveness of using their metabolites as growth inhibitors of plant pathogens [8, 9].

The microbiological plant protection against pests, in the opinion of a number of researchers, at the present stage should be considered in the aspect of the tendency developing in recent years for the ecologization of agriculture. For the further development of the biological method, new highly active strains are necessary to expand the range of biological agents and apply them taking into account the bioecological characteristics of pathogens of agricultural crops in integrated protection systems.

The authors report that actinomycetes and, especially, streptomycetes can be used as biocontrol agents in agriculture, that being saprophytes with strong rhizosphere competence can influence the growth of plants, protect them against various pathogenic fungi [2]. The functional significance of phytopathogens can be reduced by introducing various microorganisms into the agroecosystem, including populations of antagonists, as well as complex microbial preparations [10]. Measures to combat the causative agents of agricultural diseases should lead to keep phytopathogens level below the

economic threshold, in which their negative impact on crop plants is practically not manifested [11].

Therefore, the study of the antagonistic properties of new strains of streptomycetes isolated from the soil of Moldova will allow to identify potential strains for controlling phytopathogenic fungi and to select the most active antagonists for the further development of biologic agents for plant protection.

*Materials and methods.* The objects of the study were actinomycetes of the genus *Streptomyces* (240 isolates), originated from different samples of chernozem from the central part of the Republic of Moldova, differing in humus content (2.4-6.8%).

The test strains were maintained on agar media Gause, Czapek with glucose, and oat agar [12, 13]. To determine the antifungal activity, the diffusion method was used, based on the ability of substances with antimicrobial activity to diffuse into an agar medium and to inhibit the growth of test cultures. The efficiency of the antifungal activity of the studied strains was estimated by the size of the zones of growth inhibition [1]. In our experiments the following phytopathogenic fungi were used as test-cultures: *Alternaria alternata*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium graminearum*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Thielaviopsis basicola*.

*Results and discussions.* According to the literature, streptomycetes have high antagonistic activity against to *A. alternata*, *B. cinerea*, *R. solani*, *S. sclerotiorum* and representatives of the genus *Fusarium* [14].

Among streptomycetes isolated from the soil of Moldova, strains with the ability to inhibit the growth of the listed phytopathogens have been identified as well. Thus, for example, 4 strains (№ 10, 23, 33, 37) completely suppressed the growth of *A. alternata*, 2 strains (№ 10 and 17) - *B. cinerea*, 1 strain (№ 10) - *F. graminearum* and 2 strains (№ 9 and 42) - *S. sclerotiorum*. Antifungal activity against these phytopathogens was also shown by strains № 9, 12, 17, 33, 37, 66 and 193 (table). Under the influence of metabolites the size of zones of tested fungi growth inhibition varied in diameter from 24.0 up to 34.0 mm.

Table 1  
*Antifungal activity of strains of genus Streptomyces isolated from soils of Moldova.*

№ of strain	Diameter of growth zone inhibition of test-cultures, mm									
	<i>A. alt.</i>	<i>A. fl.</i>	<i>A. nig.</i>	<i>B. cin.</i>	<i>F. gram.</i>	<i>F. oxysp.</i>	<i>F. sol.</i>	<i>R. sol.</i>	<i>S. scl.</i>	<i>T. bas.</i>
9	28,0	29,0	19,0	29,0	28,0	34,0	29,0	29,0	C. i.	29,0
10	C. i.	-	22,0	C. i.	C. i.	16,0	14,0	-	-	-
12	25,0	19,5	17,0	22,0	-	-	17,5	17,0	21,5	24,0
17	25,0	0	23,0	C. i.	23,0	-	11,0	0	0	0
19	13,0	0	0	0	11,0	13,5	15,0	10,0	18,0	10,0
33	C. i.	0	0	24,0	30,0	0	0	0	0	0
37	C. i.	0	25,0	24,0	25,0	-	14,0	0	0	0
66	25,0	25,0	29,0	20,0	20,0	15,0	14,0	-	28,0	22,0
76	17,0	0	0	13,5	0	0	14,5	0	16,5	16,5
120	0	0	0	14,0	17,5	0	12,0	0	24,0	0
178	0	0	0	16,0	0	20,0	14,5	0	14,0	20,0
193	0	0	0	12,0	16,5	0	12,0	12,0	27,0	14,0

\*C. i. – complete inhibition of growth

In the soil samples of the central part of Moldova, were obtained 26 isolates that completely suppress the growth of *B. cinerea* or inhibit the growth of this test culture (zones with a diameter of 12.0-29.0 mm).

Our studies revealed as well 17 streptomycete strains that inhibit the growth of *F. graminearum*, 9 strains - of *F. oxysporum* and 23 strains - of *F. solani*. The diameter of zones of growth inhibition in these test-cultures varied from 11.0 to 34.0 mm. Attention is drawn to the presence among streptomycetes isolated from the soil of Moldova of those with a broad spectrum of action on phytopathogenic fungi.

Thus, for example, the strain № 9 recorded different levels of activity towards 10 test-cultures, the strain № 66 – towards 9 test-cultures, the strain № 12 – towards 8 test-cultures, and the strains № 10, 17, 37, 178, and 193 – towards 5-6 test-cultures (figure).

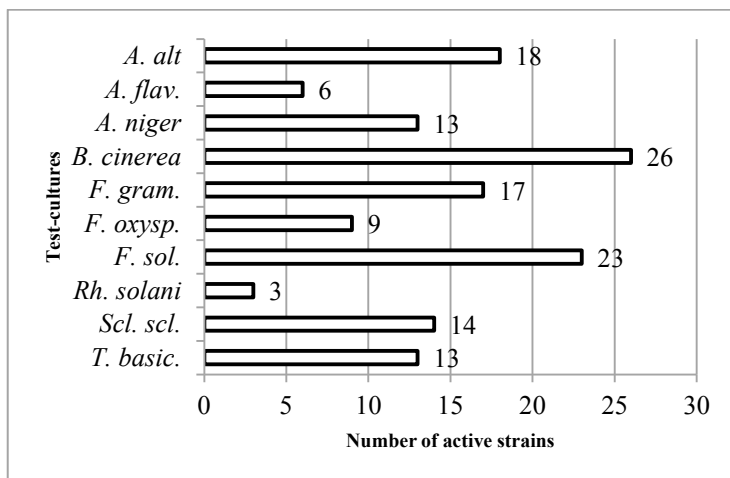


Figure 1. Number of active strains against phytopathogenic fungi

It should also be emphasized that among the soil streptomycetes isolated in this study, there are strains that actively suppress the growth of such typical for Moldova pathogens of agricultural plants, as *A. alternata*, *B. cinerea*, as well as representatives of the genus *Fusarium* (strains № 9, 10, 17, 33, 37, 66).

*Conclusions.* (1) 240 strains of streptomycetes have been isolated from the soil samples of the central part of the Republic of Moldova, which differ in their ability to synthesize substances with antimicrobial activity, including against the phytopathogenic fungi that cause diseases of agricultural plants.

(2) Streptomycetes strains with antifungal spectrum including 9-10 phytopathogenic fungi were identified (the diameter of the phytopathogen growth inhibition zones varies from 11.0 to 34.0 mm).

(3) There were identified strains of streptomycetes whose metabolites completely inhibit the growth of such phytopathogens as *Alternaria alternata* (4 strains), *Botrytis cinerea* (2 strains), *Fusarium graminearum* (1 strain) and *Sclerotinia sclerotiorum* (2 strains).

**References:**

1. Егоров Н. С. Основы учения об антибиотиках. 2004. М.: Наука: 528 с.
2. Виноградова К. А., Кожевин П. А. Взаимоотношения актиномицетов с почвенными грибами и их использование для биологического контроля фитопатогенов. Микол. фитопатол. 2011; 45(4): 289-93.
3. Шенин Ю. Д., Новиков И. И., Суика Уаркакайя П. В. Выделение и характеристика антибиотиков, продуцируемых р-21 и Л-242. Биотехнология. 2010; 2: 41-53.
4. Park C. N., Lee D., Kim W. et all. Antifungal activity of saleceyin A againsts *Colletotrichum orbiculare* and *Phytophthora capsici*. J Basic Microbiol. 2007; 47: 332-9.
5. Atta H. M. An antifungal agent produced by *Streptomyces olivaceiscleroticus* AZ-SH514. World Applied Sci J., 2009; 6: 1495-505.
6. Илич С. Б., Константинович С.С., Тодорович З.Б. и др. Биоактивные метаболиты из изолятов стрептомицетов – описание и антимикробная активность. Микробиология. 2007; 76(4): 480-7.
7. Mohamed E. H. Variable antibiotic susceptibility patterns among *Streptomyces* species causing actinomycetoma in man and animals. Ann Clin Microbiol Antimicrobials. 2011; 10: 24-8.
8. Громовых Т. И., Литовка Ю. А., Садыкова В. С., Габдиулина И. Г. Биологические особенности нового штамма *Streptomyces lateritius* 19/97-М, перспективы для использования в растениеводстве. Биотехнология. 2005; 5: 37-40.
9. Berdy J. Bioactive microbial metabolites – a personal view. J. Antibiot. 2005; 58: 1-26.
10. Кожевин П. А. Некоторые аксиомы почвенной биотехнологии и применение эффективных микроорганизмов. Микробиологические препараты «БайкалЭМ1», «Тамир», «ЭМ-курунга». Практическая биотехнология в сельском хозяйстве, экологии, здравоохранении: Сб. тр. М.: Агрорус, 2006: 76-80.
11. Агаронян А. Г., Ходжоян Н. А. Фитосанитарное состояние посевов свеклы на Ширакской равнине Армении. Мат. XXI Межд. симп. «Охрана биосферы. Эниология. Нетрадиционное растениеводство. Экология и медицина» 9–16 сент. 2012. Симферополь. 2012: 106-7.
12. Гаузе Г. Ф., Преображенская Т. П., Свешникова М. А. и др. Определитель актиномицетов. М.: Наука. 1983: 248 с.
13. Зенова Г. М. Почвенные актиномицеты. 1992. М.: МГУ: 76 с.
14. Qiu L., Jicheng Yu, Jianfang Y. et all. Antagonism and action mechanism of antifungal metabolites from *Streptomyces rimosus* MY02. J. Phytopatol. 2009; 157(5): 306-10.



**EVALUAREA INFLUENȚEI NANOPARTICULELOR  
OXIDULUI DE FIER ASUPRA CĂRACTERILOR MORFOLOGICE  
A TULPINII DE LEVURI *RHODOTORULA GRACILIS* CNMN-Y-30**

BEȘLIU ALINA

*Institutul de Microbiologie și Biotehnologie al AȘM*

În prezent nanotehnologia înaintază cu pași rapizi în diverse ramuri ale activității umane, oferind oportunități de utilizare a particulelor cu dimensiuni cuprinse între 1-100 nm în diverse domenii: medicină, farmaceutică, alimentație, cosmetologie, energetică etc [2, 4]. Un sector cu potențial înalt de întrebuințare a nanoparticulelor este biotehnologia microbiană, unde acestea pot îmbunătăți calitatea produselor bioactive sintetizate de microorganisme [9].

Utilizarea microorganismelor și în special a levurilor pigmentate din genul *Rhodotorula* ca obiect de studiu pentru analiza influenței nanoparticulelor, include multiple de avantaje. Fiind obiecte comode și reprezentative, acestea oferă oportunități în modelarea diferitor procese vitale și stabilirea mecanismelor de acțiune a compușilor asupra componentelor celulare. Un interes deosebit pentru aplicații practice prezintă utilizarea nanoparticulelor oxidului de fier, în special  $Fe_3O_4$  datorită proprietăților magnetice, preparare simplă, stabilitate și potențial înalt de implementare [8, 11, 12].

Potrivit rezultatelor obținute anterior, în concentrațiile din diapazonul 0.5 – 15.0 mg/L s-a stabilit că nanoparticulele oxidului de fier cu dimensiunile de 10 și 30 nm diminuează conținutul de carotenoide și activitatea catalazei la tulpina de levuri *Rhodotorula gracilis* CNMN-30. Nanoparticulele  $Fe_3O_4$  cu dimensiuni de 30 nm stimulează procesul de biosinteză a proteinelor, conținutul cărora sporește cu 23% la concentrația de 0.5 mg/L. La suplimentarea mediului nutritiv cu 10 mg/L nanoparticulele  $Fe_3O_4$  cu dimensiuni de 30 nm sporește de asemenea și biosinteza carbohidraților totali cu 34% [3]. Despre efectele de stimulare a proceselor biosintetice la alte microorganisme se comunică și în publicațiile lui Kiran G. și coautorii, care menționează că utilizarea nanoparticulelor de fier în concentrație de 10 mg/L sporește cu 80 % producția glicolipidelor biosurfactante la cultura marină *Nocardiopsis sp. MSA13A* [5].

Un factor important în biotehnologia cultivării levurilor este cunoașterea influenței nanoparticulelor asupra caracterelor morfo-culturale ale tulpinii cu statut de producător. Din aceste considerente apare necesitatea de a determina influența nanoparticulelor asupra caracterelor morfologice ale

tulpinii de levuri *Rhodotorula gracilis* CNMN-Y-30, pentru a utiliza nanoparticulele anorganice drept factor de reglare la cultivarea levurilor, în calitate de stimulatori sau inhibitori ai proceselor de biosinteză a principiilor bioactive de interes biotehnologic.

*Scopul* cercetărilor curente constau în evaluarea influenței nanoparticulelor oxidului de fier asupra caracterelor morfologice a tulpinii de levuri *Rhodotorula gracilis* CNMN-Y-30, producătoare de proteine și pigmenți carotenoidici.

*Obiect de studiu.* În cadrul cercetărilor s-a utilizat levura pigmentată *Rhodotorula gracilis* CNMN-Y-30, selectată ca producător de proteine și carotenoide. Tulpina este depozitată în colecția Laboratorului Biotehnologia Levurilor și în Colecția de Microorganisme Neputogene a IMB al AȘM.

*Nanomateriale:* În cercetări s-au utilizat nanoparticule Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> (10 nm) suspensia a fost preparată conform metodei specificate [6] și au fost puse la dispoziția noastră cu multă amabilitate de către cercetătorii Institutului de Inginerie Electronică și Nanotehnologii „D. Ghițu” al AȘM. Concentrațiile nanoparticulelor utilizate în experiențe la cultivarea levurii au constituit 0.5; 1.0; 5.0; 10; 15; 50, 100 și 1000 mg/L. În calitate de martor s-a cercetat varianta fără aplicarea nanoparticulelor.

*Medii nutritive.* Pentru inoculare și cultivarea submersă a levurii s-au utilizat mediile de fermentație specifice tulpinii în studiu YPD și must de malț [1]. Cultivarea submersă s-a efectuat în baloane Erlenmeyer cu capacitate de 1,0 L, pe agitator cu viteza de rotație 200 rot./min, la temperatura de +25<sup>0</sup>C, gradul de aerare 80.0...83.0 mg/L, durata de cultivare submersă 120 ore. Mediul lichid de fermentare s-a însămânțat în volum de 5% cu inocul 2x10<sup>6</sup> celule/ml.

*Metode de realizare a cercetărilor.* Numărul de celule dezvoltate pe mediul lichid s-a determinat spectrofotometric conform metodelor cunoscute [7]. Numărul de colonii formate sau zona de inhibiție pe plăcile cu YPD agarizat a fost determinată conform [10].

Conținutul de oxigen s-a măsurat cu Oximetrul portabil – Oxi-315i/SET 2B10-0011. Valorile pH-ului mediului de cultivare s-au determinat cu pH-316i MeBketten WTW, Germania. Prelucrarea statistică a rezultatelor s-a realizat cu ajutorul setului de programe Statistica 7, veridicitatea în comparație cu martorul - p≤ 0,05.

*Rezultate și discuții.*

În acest context pentru aprecierea gradului de influență a nanoparticulelor asupra dezvoltării levurii s-a recurs la studiul caracterelor morfologice. Au fost examinate modificările caracterelor morfologice a celulelor și coloniilor levurii *Rhodotorula gracilis* CNMN-Y-30 la

cultivare în prezența diferitor concentrații a nanoparticulelor oxidului de fier cu dimensiunea de 10 nm. Este cunoscut că tehnicile de microscopie sunt metode complementare indispensabile pentru analiza corectă a rezultatelor de investigare colorimetrică folosite. În cercetările anterioare s-a stabilit că nanoparticulele  $Fe_3O_4$  nu modifică semnificativ procesul de reproducere al celulelor, dar induc transformări în procesele de sinteză a componentelor intracelulare la tulpina *Rhodotorula gracilis* CNMN-Y-30. În urma studiului influenței nanoparticulelor asupra proprietăților morfologice ale tulpinii *Rhodotorula gracilis* CNMN-Y-30 la cultivare pe mediul YPD s-au evidențiat celule alungite și ovale, care înmuguresc, solitare, cu dimensiuni între 5 și 20  $\mu m$ . Devieri esențiale de la diapazonul dimensiunilor menționate ale celulelor levuriene din variantele experimentale nu s-au semnalat. Aspectul celulelor la cultivare în profunzime pe mediul YPD cu aplicarea nanoparticulelor  $Fe_3O_4$  este prezentat în figura 1

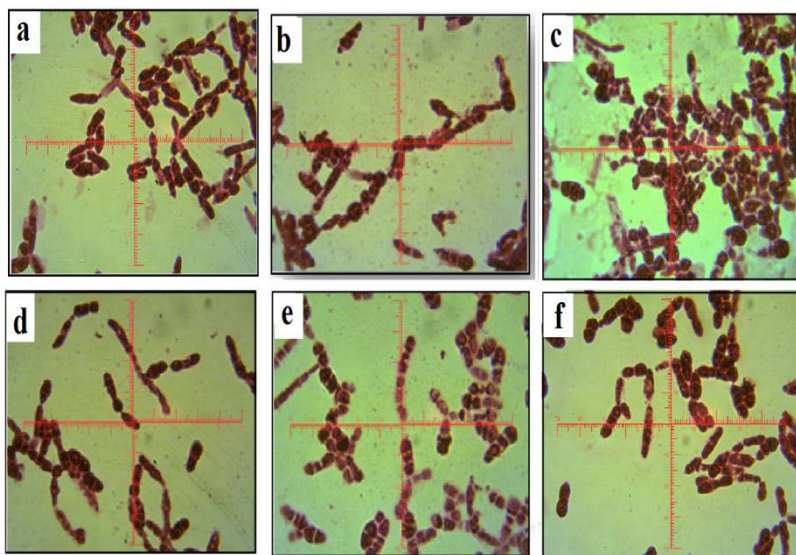


Figura 1. Aspectul celulelor tulpinii de levuri *Rhodotorula gracilis* CNMN-Y-30 la cultivare pe mediul YPD cu aplicarea nanoparticulelor  $Fe_3O_4$  (10 nm). Legenda: a) Martor- 0 mg/L; b) Nps  $Fe_3O_4$ – 0.5mg/L; c) Nps  $Fe_3O_4$ – 1.0 mg/L; d) Nps  $Fe_3O_4$ – 5.0 mg/L; e) Nps  $Fe_3O_4$ - 10 mg/L; f) Nps  $Fe_3O_4$ - 15 mg/L

Analiza aspectului coloniilor formate în rezultatul cultivării levurii sub influența nanoparticulelor  $Fe_3O_4$  a permis de a evidenția colonii cu profil neted sau reticulat, cu diametrul de 6 - 9 mm, consistență păstoasă, caracteristici specifice atât matorului, cât și variantelor experimentale (fig.2). Din observațiile asupra intensității pigmentației coloniilor, menționăm o micșorare a acesteia în dependența de concentrațiile utilizate. De aici rezultă, că nanoparticulele oxidului de fier induc inhibarea procesului de biosinteză a pigmentilor carotenoizi.

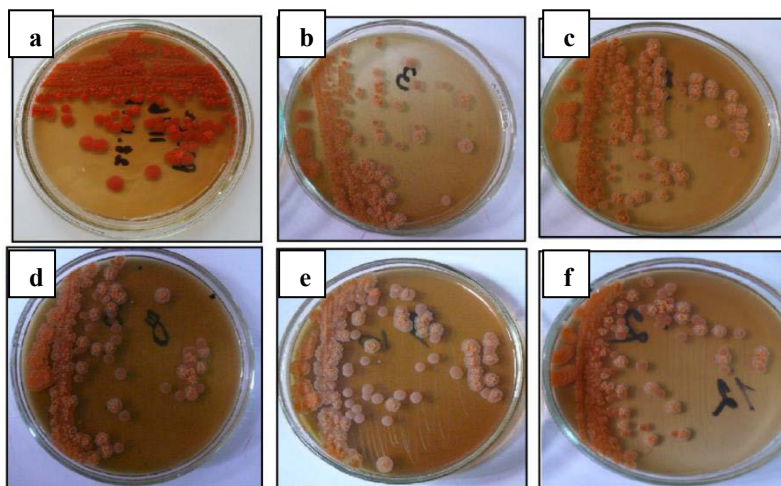


Figura 2. Aspectul coloniilor levurii *Rhodotorula gracilis* CNMN-Y-30 sub influența nanoparticulelor  $Fe_3O_4$  (10 nm), pe mediul YPD agarizat.  
 Legenda: a) Martor-0 mg/L; b) Nps  $Fe_3O_4$ -0.5mg/L; c) Nps  $Fe_3O_4$ - 1.0 mg/L; d) Nps  $Fe_3O_4$ -5.0 mg/L; e) Nps  $Fe_3O_4$ - 10 mg/L; f) Nps  $Fe_3O_4$ - 15 mg/L.

Astfel, rezultatele obținute au demonstrat ca nanoparticulele oxidului de fier nu induc modificări esențiale a caracterelor morfologice ale tulpinii de levuri *Rhodotorula gracilis* CNMN-Y-30, însă influențează semnificativ biosinteza pigmentilor carotenoizi, prin afectarea activităților fiziologice și biochimice. Rezultatele studiului sunt importante pentru cercetările ulterioare efectuate în scopul utilizării nanoparticulelor oxidului de fier ca obiecte de valoare industrială.

**Concluzii.** Studiul influenței nanoparticulelor Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> (10 nm) asupra proprietăților morfologice ale tulpinii pigmentate *Rhodotorula gracilis* CNMN-Y-30 la cultivare pe mediul YPD nu a evidențiat dereglări esențiale față de diapazonul concentrațiilor menționate.

Intensitatea pigmentației coloniilor se micșorează în prezența nanoparticulelor Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> utilizate în concentrație de 0.5-15.0mg/L.

**Bibliografie:**

1. Aguilar-Uscanga B., Francois, J. A study of the yeast cell wall composition and structure in response to growth conditions and mode of cultivation. Letters in Applied Microbiology, 2003, p. 268-274.

2. Ban D., Subhankar P. Zinc Oxide Nanoparticles Modulates the Production of β-Glucosidase and Protects its Functional State Under Alcoholic Condition in *Saccharomyces cerevisiae*. Biochem Biotechnol, 2014, 173:155–166 DOI 10.1007/s12010-014-0825-2.

3. Beșliu A., Chirița E., Usatii A. Influența nanoparticulelor TiO<sub>2</sub> și Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> asupra creșterii și compoziției biochimice a tulpinii de levuri *Rhodotorula gracilis* CNMN-Y-30. Studia Universitatis Moldaviae, 2016, 1 (91), p. 72-75. ISSN 1814-3237.

4. Espita P., Nilda F., Jane S., Nélio J., Renato S., Eber A. Zinc Oxide Nanoparticles: Synthesis, Antimicrobial Activity and Food Packaging Applications. Food Bioprocess Technol, 2012, 5:1447–1464 DOI 10.1007/s11947-012-0797-6.

5. Kiran G., Lipton A., Sethu P., Kumar A., Joseph S. Effect of Fe nanoparticle on growth and glycolipid biosurfactant production under solid state culture by marine *Nocardopsis* sp. MSA13A. BMC Biotechnology, 2014, 14:48.

6. Otero-Gonzalez L., Garcia-Saucedo C., Field-Jamez A., Sierra-Alvarez R. Toxicity of TiO<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub>, Fe<sub>0</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanoparticles to the yeast, *Saccharomyces cerevisiae*. Chemosphere, 2013, 93, p. 1201-1206.

7. Pişkin S., Arzu P., Müge S. Antimicrobial Activity of Synthesized TiO<sub>2</sub> Nanoparticles. International Conference on Emerging Trends in Engineering and Technology. Dec.7-8, 2013. DOI:10.15242/IIE.E1213004.

8. Prabhu Y., Venkateswara R., Kumari B., Siva K., Vemula S., Tambur P. Synthesis of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles and its antibacterial application. Int Nano Lett, 2015, 5, p. 85–92. DOI:10.1007/s40089-015-0141-z.

9. Rai M., Duran N. Metal Nanoparticles in Microbiology. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2011, 305 p. doi:10.1007/978-3-642-18312-6\_1.

10. Rai R., Bai J. Nanoparticles and their potential application as antimicrobials. Science against microbial pathogens: communicating current research and technological advances. A. Méndez-Vilas, 2011, p. 1-13.

11. Sparrenberger K., Friedrich R., Schiffner M., Schuch I., Wagner M. Ultra-processed food consumption in children from a Basic Health Unit. *J Pediatr (Rio J)*, 2015 91 (6), p.535-532. DOI: 10.1016/j.jped.2015.01.007.

12. Yang Z. Review of nanoparticles functionality and toxicity on the central nervous system. *Journal of the Royal Society Interface*, 2010, 7(4), p.411-422. DOI:10.1098/rsif.2010.0158.focus.

## DISTRIBUȚIA FAUNEI BENTONICE ÎN GÂRLA „IAGORLÎC”

*BOGATÎI DINU*

*Institutul de Zoologie al Academiei de Științe a Moldovei*

Rezervația «Iagorlîc» a fost creată cu scopul de a păstra biodiversitatea ecosistemelor acestor teritorii și de a studia impactul antropic asupra lor [8]. În legătură cu acest fapt, un interes destul de mare prezintă studierea ecosistemelor acvatice, deoarece diferite aspecte ale dinamicii comunităților de hidobionți, în mare măsură reflectă starea generală a ecosistemului bazinului acvatic în întregime.

### **Materiale si metode**

Probele de zoobentos au fost colectate sezonier (primăvara, vara și toamna) de pe substratul gârlei Iagorlîc pe parcursul anilor – 2010-2016. Probele au fost prelevate din șapte puncte numite convențional: «Basa», «Starîi Most», «Doibani», «Pereșeec», «Ustie», «Țibuleuca», «Suhoi Iagorlîc» (Figura 1). În laborator probele au fost analizate cu ajutorul microscopului binocular. Biomasa a fost determinată prin cântărire directă a organismelor cu ajutorul balanței BT-500, iar masa moluștelor s-a calculat cu ajutorul programului «Benthos» elaborat la catedra de biologie a Universității de Stat Nistrene T.G. Șevcenko [9].



Figura 1. Harta gârlei Iagorlîc cu sectoarele convenționale respective

**Rezultate.** Zoobentosul gârlei "Iagorlic" a fost convențional împărțit în două grupe de bază: zoobentosul «moale», ce constă din organisme fără cochilie calcaroasă (anelide, chironomide, crusatacee, celenterate și larve de insecte heterotop) și moluște. În gârta Iagorlic zoobentosul «moale» constă în special din anelide și insecte amfibiotice. Numeric zoobentosul «moale» predomină, pe contul complexului oligocheto-chironomic (vermi oligocheti și chironomide).

Valorile maxime ale efectivului și biomasei oligochetelor au fost înregistrate în anul 2010, iar cele minime au fost atestate în anul 2013 și alcătuiau 587 ex./m<sup>2</sup> și 0,52 g/m<sup>2</sup> (Figura 2).

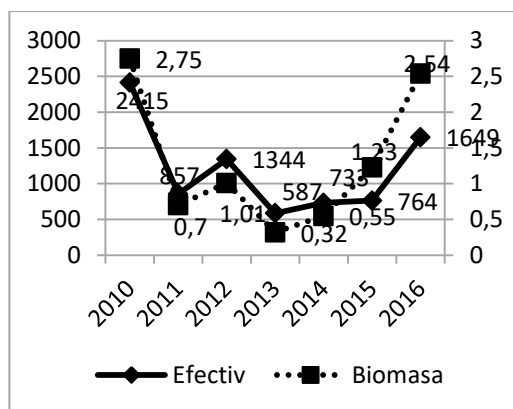


Figura 2. Dinamica efectivului (ex./m<sup>2</sup>) și a biomasei (g/m<sup>2</sup>) oligochetelor gârlei Iagorlic în perioada anilor 2010-2016

În rezervația «Iagorlic» în toate stațiunile de colectare a probelor bentonice, caracterul sedimentelor era neomogen [3, 5]. Acest fapt influența puternic asupra faunei bentonice, compoziția căreia se deosebea semnificativ pe ecvatorul bazinului acvatic. În stația «Ustie» sedimentele sunt reprezentate printr-un amestec de nămol, calcar și cochilii de moluște, sunt comparativ multe oligochete, aglomerații considerabile ale moluștei *Dreissena polymorpha Pallas* și este mai înaltă diversitatea generală a nevertebratelor.

În regiunea stației «Țibuleuca» caracterul sedimentelor era asemănător și, respectiv, cu aceeași componență a zoobentosului.

În regiunea stației «Starî Most» - sedimentele bentonice sunt constituite din argilă și nisip, ceia ce se răsfrânge negativ asupra faunei anelidelor. Indivizii găsiți aici sunt cu dimensiuni mici și cu masă individuală redusă. Diversitatea generală a zoobentosului, de asemenea, este săracă. Într-un număr relativ mic se întâlnesc chironomidele (*Chironomidae*), larve de haaboride (*Chaoborus*) și de ceratopogonide (*Ceratopogon*).

În stația «Baza» depunerile subacvatice constau în special din rămășițe de plante, ceia ce se datorește desigurilor de macrofite, care se află în apropierea acestei stații. Aici sunt puține oligochete, însă domină chironomidele, ceratopogonidele și haaboridele. În preajma stației «Pereșec» caracterul depunerilor subacvatice este același cu o componență a faunei bentonice asemănătoare.

În stațiunea «Doibani» substratul constă practic numai din excrementele păsărilor înotătoare. Probele au un miros puternic neplăcut de descompunere a substanțelor organice. Tot aici se observa o adâncime redusă (1-1,5 m) și o încălzire mai puternică a apei în perioada caldă a anului. În această stație este înregistrat un număr mare de oligochete. De asemenea în probe au fost găsite chironomide, tricoptere, haaboride, heteroptere și ceratopogonide. Moluștele nu au fost depistate în acest sector.

În regiunea stației «Suhoi Iagorlîc» substratul consta practic numai din calcar cu un amestec de detritus vegetal. Aici componența faunei bentonice este foarte săracă, iar în anul 2013 oligochetele nu au fost găsite în probele colectate în această stațiune.

Numărul maximal al oligochetelor a fost înregistrat în anul 2010 în stațiunea «Ustie» la nivelul de 5933 ex./m<sup>2</sup> cu biomasa de 12,30 g/m<sup>2</sup>.

Viermii policheți (*Polychaeta*) nu au fost găsiți în probe. Ei sunt puțin numeroși în lacul de acumulare Dubăsari unde au fost găsiți în anii 2011 și 2012 [3, 5].

În ceia ce privește populația chironomidelor, o dependență semnificativă a numărului lor de caracterul substratului nu a fost observată, cu excepția speciei *Chironomus plumosus*, care a fost identificată cu un efectiv majorat în stațiile cu substrat mai afânat. Din această cauză larvele acestei specii sunt mai numeroase în stațiile «Baza», «Pereșec» și «Doibani». Efectivul maximal al speciei *Chironomus plumosus* a fost înregistrat în anul 2011 în stațiunea «Baza» - 1080 ex./m<sup>2</sup> cu biomasa de 11,74 g/m<sup>2</sup>.

Crustaceele superioare au fost identificate în gârla "Iagorlîc" și în special la stațiile «Ustie» și «Țîbuleuca», probabil, din cauza influenței lacului de acumulare Dubăsari, unde crustaceele de asemenea se întâlnesc în cantități mari. Tot aici sunt multe moluște ceia ce confirmă legătura



simbiotică a crustaceelor și moluștelor bivalve[6]. În cantități mai mici crustaceele au fost găsite în stațiile «Baza» și «Pereșec». Crustaceele superioare sunt reprezentate prin cumacee (*Cumacea*), mizide (*Misidacea*) și amfipode (*Amphipoda*).

Larvele de efemeroptere (*Ephemeroptera*) au fost găsite în probe într-un număr foarte mic în anul 2010 în stația «Doibani» și «Ustie», iar în anul 2011 în stația «Țibuleuca».

Alte animale nevertebrate cum sunt larvele de haoboride și de ceratopogonide, se întâlnesc în gârla Iagorlic într-un număr mic, însă sunt repartizate uniform pe acvatoriul ecosistemului acvatic, deoarece ele au fost identificate în toate stațiile de prelevare a probelor. Iar în anul 2010 în stația «Ustie» a fost găsit în probe un exemplar de *Sialis lutaria*.



Figura 3. Caracterul sedimentelor în diferite sectoare ale gârlei Iagorlic

Moluștele erau prezentate în special de specia *Dreissena polymorpha*, și anume în stațiile «Țibuleuca» și «Ustie», deoarece anume aceste stații suportă o influență mai puternică din partea lacului de acumulare Dubăsari (Figura. 3).

Un număr mai mic de moluște a fost determinat în stația «Ustie» în anul 2014 (3373 ex./m<sup>2</sup> cu biomasa de 875,57 g/m<sup>2</sup>). În probe au fost identificate exemplare ale speciilor din genul *Anodonta* (la st. «Suhoi Iagorlic»), *Unio* (la st. «Suhoi Iagorlic», «Starîi Most») și *Viviparus* (la st. «Pereșec»).

Densitatea maximală a zoobentosului total a fost atestată în anul 2010 la stația «Ustie» (8866 ex./m<sup>2</sup>), iar biomasa maximală, a fost înregistrată la stația «Ustie» în anul 2015, care se explică prin majorarea ponderii moluștelor în probe (55% în anul 2015 față de 21 % în anul 2010).

În anul 2016 specimenii *Dreissena polymorpha*, de asemenea, au fost găsiți într-un număr mare în stațiile «Ustie» și «Țîbuleuca». Tot aici a fost înregistrat un număr mare de crustacee, iar oligochetele au fost mai numeroase și la stațiile «Baza», «Pereșec», «Doibani», «Țîbuleuca» și «Ustie», unde substratul constă din nămol și detritus.

### Concluzii

1. S-a stabilit că în gârla "Iagorlic", numeric predomină zoobentosul «moale». Oligochetele și larvele de chironomide formează așa numitul complex oligocheto-chironomic, care constituie partea principală a efectivului și a biomasei zoobentosului «moale».

2. În biomasa faunei bentonice predomină moluștele cea ce se explică prin masa individuală relativ înaltă a acestora.

3. Zoobentosul «moale» din rezervația «Iagorlic» este reprezentat de următoarele grupe bentonice: oligochete, larve de chironomide, crustacee superioare, larve de haoboride, larve de tricoptere, larve de ceratopogonide. Fauna moluștelor este alcătuită de reprezentanții genurilor *Dreissena*, *Anodonta*, *Unio*, *Viviparus*.

4. În rezervația «Iagorlic» caracterul sedimentelor este diferit, de aceea, componența faunei bentonice se deosebește considerabil în diferite sectoare.

5. Stațiile «Ustie» și «Țîbuleuca» sunt influențate semnificativ de lacul de acumulare Dubăsari, cea ce se manifestă prin dezvoltarea abundentă a populației de *Dreissena polymorpha* și amfipode. Oligochetele preferă substratul constituit din nămol și detritus unde sunt asigurate cu o bază nutritivă bogată.

### Bibliografie:

1. Богатый Д. П. Динамика развития зообентоса Ягорлыкской заводи в 2009-2012 гг. // Зообентос Кучурганского водохранилища – как один из факторов развития паразитарных сообществ в водоеме-охладителе Молдавской ГРЭС // Международная конференция «Управление бассейном трансграничного Днестра в рамках нового бассейнового Договора», Кишинев 20-21 сентября 2013 г. – Chișinău, 2013. – С. 31-34.

2. Богатый Д. П. Состояние зообентоса Дубоссарского водохранилища в 2010-2013 гг. // Геоэкологические и биоэкологические проблемы Северного Причерноморья. Материалы V Международной научно-практической конференции 14 ноября 2014 г. – Тирасполь: Изд-во ПГУ, 2014 – С. 32-33.

3. 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.

4. Богатый Дину. Характеристика донной фауны заповедника «ягорлык» в период 2009-2013 гг // Sustainable use and protection of animal world di-versity:

International Symposium dedicated to 75th anniversary of professor Andrei Munteanu. - Chișinău, 2014. – P. 188-190.

5. Богатый Д. П. Распределение макрозообентоса по акватории заводи заповедника «Ягорлык» в 2010-2015 гг // Академику Л. С. Бергу – 140 лет: Сборник научных статей = Academician Leo Berg – 140: Collection of Scientific Articles / Междунар. асоц. хранителей реки “Есо-TIRAS”, Образоват. фонд им. Л. С. Берга, Бендер. историко-краеведческий музей; подгот.: Илья Тромбицкий ; ред. совет: И. К. Тодераш [и др.]. – Бендеры: Есо-TIRAS, 2016 (Tipogr. “Elan Poligraf”). С. 310-3012.

6. Дедю И. И. Амфиподы пресных и солоноватых вод юго-западного СССР. Кишинев: Штиинца, 1980, - 224 с.

7. Жадин В. И. Методика гидробиологических исследований. М-Л: Изд-во АН СССР, 1960 – 190 с.

8. Заповедник «Ягорлык». План реконструкции и управления как путь сохранения биологического разнообразия / Международная экол. ассоциация хранителей реки „Есо-TIRAS”. ; науч. ред. Г. А. Шабанова. Дубоссары: Международная экол. ассоциация хранителей реки „Есо-TIRAS”. – Есо-TIRAS, 2011 („ELAN POLIGRAF” SRL). - 128 с.

9. Филипенко С. И., Цыкалюк Р.А. Программа расчета биомассы донных гидробионтов для персонального компьютера. // Вестник Приднестровского Университета. № 1 (10), 1999. - С. 82 - 84.

10. Шарапановская Т. Д. Заповедник «Ягорлык» - жемчужина природы Приднестровья / Т.Д. Шарапановская. Междунар. экол. асоц. Хранителей реки “Есо-TIRAS” SRL. 2011 (Tipogr. Elan Poligraf” SRL). 24 p.

## GOAT MILK – ACTUAL DIRECTION IN DAIRY INDUSTRY

*BOGDAN NINA*

*Institute of Microbiology and Biotechnology,*

### **Introduction**

In the recent years the sociological, economic and nutritional value factors have a significant impact on the food industry, as result new foods with required health-related properties are produced and marketed.

Goat milk and dairy products are characterized by excellent nutritional qualities, high biological value and assimilation degree and plays an important role in feeding the population, especially in developing countries. The great interest in goat milk in developed countries is related to the tendency to consume healthy food. Dairy goat production is well developed in Europe (France, Spain, Netherlands, and Norway). In most countries goat milk is processed on farms or in mini factory.

According many authors the value of the goat milk composition is higher than of cow milk due to its toning, anti-anemic and anti-infective effects. Goat milk is considered one of the most valuable dairy products due to its nutritional benefits. Goat milk differs from cow or human milk in having better digestibility, alkalinity and buffering capacity. The worldwide economic importance of goat milk is increasing due to the growing interest of consumers. The potential of goat milk as an alternative for cow milk in cow milk-free diet is important for people with cow milk allergy, for goat milk consumers, producers and the goat milk industry. The nutritional importance of milk in nutrition reinforces the role of its consumption in preventing several chronic conditions like cardiovascular diseases, some forms of cancer, obesity, and diabetes. The functional value of goat milk may be further exploited through its hypoallergenic and therapeutic properties in human nutrition and health.

The purpose of this paper was to review the important value of goat milk as a functional food in human nutrition and health.

#### **The importance of goat milk**

Nowadays, goat farming is gaining in importance in the world. The unique physiological and biochemical qualities of goat dietary products, that contribute to their increasing economic importance are determined by their content in high quality protein, fat, carbohydrates, vitamins, and several minerals, such as iron, calcium, and phosphorus [1].

The production of cheese from goat milk has a very long history and is an important source of protein for people in several countries [2, 3]. In the last decade, there has been an increased interest for goat milk production and its conversion to value added products as well as a renewed interest in goat milk as an alternative milk source for people with cow milk intolerance [4]. In some developing countries, goat milk provides a principal source of animal protein, calcium and phosphorus to human nutrition [5].

Goat milk has played a very important role in health and nutrition of young and elderly. Goat milk has also been known for its beneficial and therapeutic effects on the people who have cow milk allergy. Goat milk nutritional properties and lower allergenicity in comparison to cow milk, especially in non-sensitized children [1, 2, 3, 6, 7], has led to an increased interest in goat milk as a functional food, and it now forms a part of the current trend of health nutrition in developed countries [8]. Thus, the use of milk with particular nutritional properties alone or in combination with bacterial strains having probiotic properties and producing physiologically active metabolites, represents one of the technology options for manufacturing new dairy functional products [9, 10].

The quality milk should have the potential to tolerate technological treatment and be transformed into a product that satisfies the expectations of consumers, in terms of nutritional, hygienic and sensory attributes. Goat milk is renamed to generally contain less pesticide and to be close by its composition to mother's milk.

Goat dairy products have a strong consumer clientele in some developed countries due to their healthy benefits and functional properties [11].

In developed countries, after 100 years of lower production, the position of goat farming has turned positive again. During the last 20 years, the number of goats around the world has increased by about 60%, not only in the countries with low incomes (75%) but also in those with high (20%) and intermediate (25%) incomes.

Goat milk production is of significant importance to the economy and survival of large populations of many countries in the world: in developing countries (i.e. Asia, Africa, the Middle East and Mediterranean countries and South America) as well as in developed countries (i.e. Europe, North America and Oceania). This production increased by around 70% between 1991 and 2011 (FAOSTAT, 2013).

The Moldavian dairy industry is an important part of the agricultural sector. But goat dairy products are produced in small individual farmers. Milk production of goats is likely to be much greater, because of the large amounts of unreported home consumption. For our country it could be a good economic and ecological factor the possibility to make dairy production more profitable.

#### **Functional properties of goat milk**

Goat milk also exhibits significant nutritional and therapeutic functions in abnormal or disease conditions of human nutrition and health, due mainly to some of its biologically active compounds. Reports have shown that therapeutic and nutritional advantages of goat milk over cow milk come not from its protein or mineral content differences, but from the lipid, more specifically fatty acids composition. Goat milk fat contains significantly greater contents of short and medium chain length fatty acids (C4:0–C12:0) than the cow counterpart [12]. Goat milk has smaller fat globule size compared to cow and other types of milk [13]. The smaller fat globule size of goat milk would have better digestibility compared to cow milk [14]. Goat milk proteins are also considered to be more readily digestible, and their amino acids to be absorbed more efficiently than those of cow milk. Caprine milk forms a softer, more friable curd when acidified, which may be related to lower contents of  $\alpha$ 1-casein in the milk. It may be logical that

smaller, more friable curds of goat milk would be attacked more rapidly by stomach proteases, giving better digestibility [15].

The composition of basic nutrients in goat, sheep, cow, and human milk are given in Table 1.

Table 1.

*Average composition of basic nutrients in goat, sheep, cow, and human milk*

<b>Composition</b>	<b>Goat</b>	<b>Sheep</b>	<b>Cow</b>	<b>Human</b>
Fat (%)	3.8	7.9	3.6	4.0
Lactose (%)	4.1	4.9	4.7	6.0
Protein (%)	3.4	6.2	3.2	1.2
Casein (%)	2.4	4.2	2.6	0.4
Solids-non-fat (%)	8.9	12.0	9.0	8.9
Calcium (mg/100 g)	72	105	69	68
Phosphorus (mg/100 g)	134	193	122	33

Caprine milk also has a better buffering capacity than bovine milk, which is good for the treatment of ulcers [16]. In a comparative study of buffering capacity (BC) using Caprine milk, bovine milk, and commercial bovine milk infant formulae, is reported that Nubian goat milk had the highest BC among all tested milk and that the major buffering entities of milk were influenced by species and breeds within species [17]. Due to the compositional differences, milk of Nubian goat breed showed a higher BC compared with the milk of Alpine breed, Holstein cows, and Jersey cows.

Goat milk also showed a greater iron bioavailability than cow milk, indicating that the iron compounds in goat milk, such as lactoferrin, may be more bioactive than those in cow milk. In recent Spanish studies was concluded that the consumption of goat milk reduces total cholesterol levels and the LDL fraction because of the higher presence of medium-chain triglycerides (MCT) (36% in goat milk vs. 21% in cow milk), which decreases the synthesis of endogenous cholesterol [18, 19].

In an Algerian study, was found that in 64 infants with mal absorption syndromes, the substitution of cow milk with goat milk, resulted in significantly higher rates of intestinal fat absorption [20]. Thus goat milk was again recommended as a “useful alternative to cow milk for rehabilitating undernourished children.” Considering the results of these nutritional studies, Caprine milk apparently has certain growth factors and bioactive components, which may not be equally available in bovine milk.

Antimicrobial activity of goat milk can be explained by its high content in medium chain fatty acids, such as caprylic and capric acids (C8 & C10), with a high antimicrobial action. Capric and caprylic acids are used in dietary supplements to inhibit the growth of *Candida albicans* and other yeast species.

Goat milk proteins and other components are currently being used to produce nutraceuticals – extracted and purified food components. They are sold in medicinal forms to provide physiological benefits against diseases. Isolated peptides relax blood vessels in people suffering from high blood pressure. Lactotriptide is inactive in normal milk protein, but when isolated is very effective in preventing high blood pressure. Peptides from goat beta-casein have immune stimulating properties. Isolation and concentration of beta-casein from goat milk is more efficient than from cow milk using the same solvents and extraction conditions, making extraction more economical.

#### References:

1. Haenlein G. Goat milk in human nutrition. *Small Ruminant Research*, 51, 2004, 155-163. ISSN 0921-4488.
2. Queiroga R., et al. Nutritional, textural and sensory properties of Coalho cheese made of goats', cows' milk and their mixture. *LWT - Food Science and Technology*, 50, 2013, 538-544. ISSN 0023-6438.
3. Sheehan J. et al. Effect of partial or total substitution of bovine for caprine milk on the compositional, volatile, nonvolatile and sensory characteristics of semi-hard cheeses. *International Dairy Journal*, 19, 2009, 498-509. ISSN 0958-6946.
4. Park Y. and Haenlein G. Therapeutic and hypoallergenic values of goat milk and implication of food allergy. Handbook of milk of non-bovine mammals. *Oxford: Blackwell Publishing*, 2006. ISBN-10:0-8138-2051-0
5. Talpur F., et al. Milk fatty acid composition of indigenous goat and ewe breeds from Sindh, Pakistan. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22, 2009, 59-64. ISSN 0889-1575.
6. Albenzo M. and Santillo A. Biochemical characteristics of ewe and goat milk: Effect on the quality of dairy products. *Small Ruminant Research*, 101, 2011, 33-40. ISSN 0921-4488.
7. Bevilacqua C., et al. Goat's milk of defective as1-casein genotype decreases intestinal and systemic sensitisation to b-lactoglobulin in guinea pigs. *Journal of Dairy Research*, 68, 2001, 217-227. ISSN 1469-7629.
8. Minervini F., et al. Fermented goats' milk produced with selected multiple starters as a potentially functional food. *Food Microbiology*, 26, 2009, 559-564. ISSN 0740-0020.
9. Gomes A. and Malcata F. Development of probiotic cheese manufactured from goat milk: response surface analyses via technological manufacture. *Journal Dairy Science*, 81, 1998, 1492-1507. ISSN 0022-0302.

10. Albenzo M., et al. Characteristics of Garganica goat milk and Cacioricotta cheese. *Small Ruminant Research*, 64, 2006, 35-44. ISSN 0921-4488.
11. Morand-Fehr P., et al. Strategy for goat farming in the 21st century. *Small Ruminant Research*, 51, 2004, 175-183. ISSN 0921-4488.
12. Orman A., et al. Monitoring of somatic cell count variations during lactation in primiparous and multiparous Turkish Saanen goats (*Capra hircus*). *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 35 (3), 2011, 169-175. ISSN 1300-0128.
13. Chandan R.C. et al. 1992. Nutritional aspects of goat milk and its products. *Proc. V. Intl. Conf. on Goats*. New Delhi, India. II (I): 399-420.
14. Fahmi A. H. et al. 1956. The size of fat globules and the creaming power of cow, buffalo, sheep and goat milk. *Indian J. Dairy Sci.* 9: 80-86.
15. Jenness R. 1980. Composition and characteristics of goat milk: Review 1968-1979. *J. Dairy Sci.* 63:1605-1630.
16. Devendra C., and Burns M. 1970. Goat production in the tropics. Tech Comm. No. 19. Commonwealth Bur Ani Breeding and Genet.
17. Park Y. W. et al. 1986. Bioavailability of iron in goat milk compared with cow milk fed anemic rats. *J. Dairy Sci.* 69: 2608-2615.
18. Barrionuevo M., M. J. M. Alferéz I. Lopez-Aliaga, M. R. Sanz Sampelayo, and M.S.Campos. 2002.
19. Alferéz M. J. et al. 2001. Digestive utilization of goat and cow milk fat in malabsorption syndrome. *J. Dairy Res.* 68: 451-461.
20. Hachelaf W., et al. 1993. Comparative digestibility of goat's versus cow's milk fats in children with digestivemalnutrition. *Lait.* 73: 593-599.

## **EVALUAREA VIRULENȚEI *OROBANCHE CUMANA* LA STADIUL TIMPURIU POST-VASCULAR DE DEZVOLTARE**

*BOICU ADRIANA*

*Științe Biologice, Universitatea Academiei de Științe a Moldovei,  
Centrul Genetică Funcțională*

### **INTRODUCERE**

*Orobanche cumana* Wallr. (lupoia; nume alternative populare – floarea-focului, busuioc sălbatic sau verigel) este principalul parazit ce atacă floarea-soarelui la nivelul sistemului radicular, provocând pagube semnificative acestei culturi strategice oleaginoase în multe țări aferente regiunii Mării Negre (Garcia-Torres și colab., 1994; Kaya și colab., 2004; Shindrova și colab., 2006), inclusiv și Republica Moldova (Sharova, 1977; Duca și colab., 2011; 2013; Gîscă și colab., 2013).



Semințele de lupoaiă aflate în sol necesită o perioadă de condiționare de 1-2 săptămâni pentru a deveni îmbibate. Pe parcursul acestei fazei ontogenetice, în semințe se activează căile metabolice, și procese importante cum ar fi respirația și sinteza ADN-ului, proteinelor și a hormonilor (Joel și colab., 1995). Procesul fiziologic de germinare începe cu lărgirea zonei micropile a seminței, care este urmată de emergența unui filament subțire, incolor, apexul căruia este format din celule meristemate active. Acest tub germinal poate atinge lungimea de 3-4 mm și diametrul de 0,15 mm (Parker, 1993). La contactul cu rădăcina-gazdă, extremitatea radicală a filamentului germinal aderă la suprafața acesteia prin papilele adezive și penetrarea este facilitată de separarea celulelor-gazdă, cauzată de activitatea enzimatică, formând *apresoriul* (atașamentele) (Echevarria-Zomen Sirao, 2006). Se știe că după atașare, celulele conului de pătrundere a patogenului cresc printre celulele epidermale și cortexul plantei-gazdă. Producerea unor astfel de substanțe ca: pectine metilesterazice (PME), poligalacturonaze și endocelulaze facilitează aparent acest proces (Losner-Goshen, 1998). Atașamentele se dezvoltă și se îngroașă, luând forma unui bulb de culoare galbenă - *tuberculi*. Din tuberculi, în interiorul plantei-gazdă se formează o structură specializată, cunoscută drept *haustoriu*, care reprezintă un țesut conjunctiv prin intermediul căruia se realizează joncțiunea între gazdă și parazit (Stewart, 1990). Haustoriul pătrunde în țesuturile scoarței ajungând în fasciculele libero-lemnoase de unde își extrage hrana (Linke și colab., 1989). La exterior – se dezvoltă niște protuberanțe ce servesc drept rădăcini adventive și muguri acoperiți cu solzi, care se alungesc și străbat solul ieșind la suprafață, formând tulpina floriferă a parazitului – lăstari aeriени de culoarea violet-albăstrui, determinată în principal de acumularea de antociani, care sunt mult mai vizibili, din cauza lipsei pigmentilor de clorofilă (Wheldale, 1916). Astfel, întregul ciclu de viață al *O. cumana* din momentul pătrunderii filamentului rezultat din germinarea semințelor în tegumentul rădăcinii plantei-gazdă, până la producția de semințe se desfășoară aproximativ 3-5 luni (Kroschel, 2001).

Reieșind din aceste considerente, **scopul** prezentei lucrări a fost evaluarea virulenței fitopatogenului lupoaiă la stadiul timpuriu de dezvoltare ontogenetică în cadrul diferitor populații geografice.

#### **MATERIAL ȘI METODE**

În calitate de material biologic de cercetare au servit semințe de *O. cumana* din 41 regiuni geografice ale Republicii Moldova. Colectarea mostrelor de plante mature de *Orobanche cumana* W. s-a efectuat pe

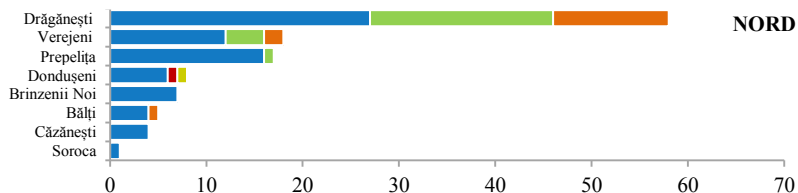
diferite suprafețe cultivate de floarea-soarelui din 24 de raioane ale Republicii Moldova, în luna august 2014.

Metodologia identificării virulenței populațiilor de lupoaie, condițiile de cultivare și caracteristicile setului diferențiator utilizat sunt descrise de Acciu, 2016. De menționat este că după ce sistemul radicular al plantelor de floarea-soarelui a fost înlăturat de la substrat și spălat, au fost cuantificate *atașamentele*, cât și *necrotizările* de lupoaie.

### REZULATE ȘI DISCUȚII

Rezistența plantelor de floarea-soarelui, ar putea fi caracterizată printr-un număr scăzut de atașamente sau printr-un număr mare de necroze ale parazitului. Analizând detaliat rădăcinile de floarea-soarelui, s-au evidențiat stadiile de dezvoltare timpurii a lupoaiei ca tuberculi și atașamente necrotizate, al căror număr este reprezentat în fig. 1 – 2.

Faza ontogenetică de formarea a turbeculilor reprezintă faza juvenilă de dezvoltare a parazitului. La această etapă se poate considera că lupoaia, din punct de vedere fiziologic, este parte integrantă a plantei-gazdă, care concurează pentru substanțe nutritive și apă, de parcă ar fi un organ din cadrul gazdei. Astfel, s-au constatat deosebiri esențiale în ceea ce privește patogenitatea populațiilor fitopatogenului colectate din diferite zone geografice. Generalizând datele obținute, s-a atestat faptul că dintre populațiilor colectate din **Nordul** republicii (figura 1), populația Drăgănești a prezentat cel mai mare număr de atașamente (58) pe sistemul radicular al genotipurilor LMD1, LMD2 și LC1093A, iar populația Soroca a prezentat cel mai redus număr (1).



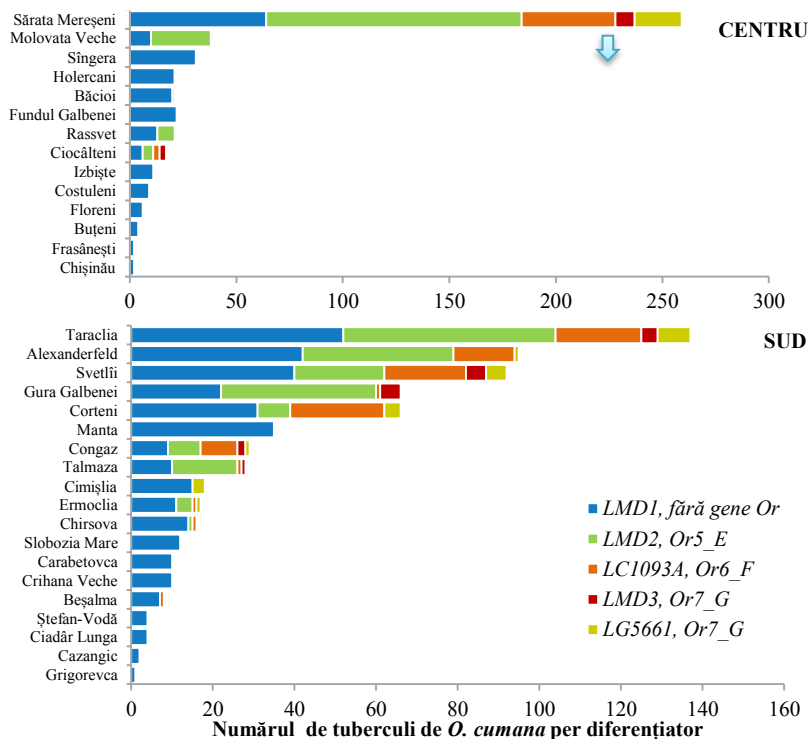


Figura 1. Situația evaluării numărului total de tuberculi de *O. cumana* al populațiilor din regiunile de Nord, Centru și Sud a RM în cadrul setului de diferențiatori de floarea-soarelui

Analizând populațiile de *O. cumana* din **Centrul** țării (fig. 1), s-a evidențiat populația Sărata Mereșeni – prin valori maxime ale numărului total de tuberculi atestați (259) pe sistemul radicular al întregului set de diferențiatori. Populația Chișinău a prezentat cel mai mic număr de tuberculi (2). În cadrul populațiilor colectate din regiunea de **Sud** a țării (fig. 1), numărul maximal (137) de tuberculi s-a atestat la populația Taraclia pe sistemul radicular al tuturor diferențiatorilor investigați, iar cel minim (1) – s-a evidențiat la populația Grigorievca. Rezultatele obținute de noi indică o tendință a legăturii între realizarea capacității de virulență a lupoaicei, prin numărul progresiv de atașamente pe sistemul radicular al florii-soarelui și regiunea geografică a populațiilor investigate.

Necrozele la lupoaie prezintă un haustoriu brunificat, indicând prezența compușilor fenolici în organ și se referă la moartea organului fitopatogenului, fiind determinat de sfârșitul raporturilor parazitare dintre patogen și planta-gază.

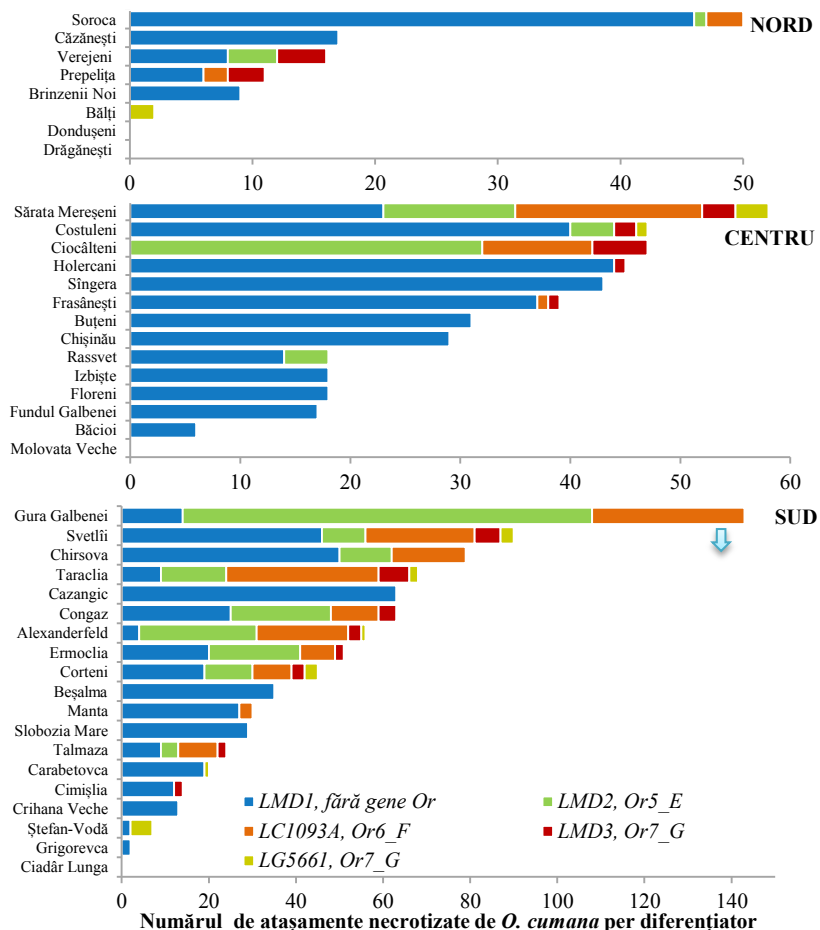


Figura 2. Situația evaluării numărului total de atașamente necrotizate de *O. cumana* al populațiilor din regiunea de Nord, Centru și Sud a RM în cadrul setului diferențiator

Astfel de fenomen a fost descris la interacțiunea dintre *Vicia* sp. și *O. aegyptica* și dintre floarea-soarelui și *O. cumana* (Dorr și colab., 1994). Acumularea acestor compuși (flavonoide) ca mecanism de rezistență duce la dereglarea transportului direct al auxinelor schimbând echilibrul hormonal al parazitului și provocând astfel necrotizarea.

Studiul rădăcinii genotipurilor diferențiatore infectate cu populațiile de lupoaie colectate din zona de **Nord** a țării (fig. 2), a arătat că populația Soroca a prezentat numărul maximal de atașamente necrotizate (50), iar populațiile Dondușeni și Dragănești nu au reflectat nici un simptom de necrotizare. Populațiile de lupoaie din zona de **Centru** a țării au demonstrat un număr ridicat de atașamente necrotizate pe rădăcinile diferențiatorului sensibil LMD1, cu excepția populațiilor Ciocâlteni și Molovata Veche. Ultima dintre ele, ca și populația Drăgănești (regiunea de Nord) – colectate inițial de la plantele de tutun, s-au manifestat prin aceeași reacție ca lipsa necrozelor, ceea ce ar putea sugera alte mecanisme post-vasculare de virulență sau specificitate față de planta-gazdă. În cazul regiunii **Sud** a republicii (fig. 2), populațiile de lupoaie au demonstrat o activitate parazită diferită față de celelalte regiuni, care se manifestă printr-un număr ridicat de atașamente necrotizate pe sistemul radicular al întregului set de diferențiatori. Astfel, s-au evidențiat populația Gura Galbenei printr-un număr maxim de necroze (143) și populația Ciadâr Lunga, prezentând lipsa tuberculilor necrotizați. În urma prelucrării datelor prin metoda corelației, ce reprezintă legătură strict liniară între variabilele investigate: numărul total de tuberculi și numărul total de necroze al populațiilor de lupoaie, s-a atestat o corelație rezonabilă ( $r=0,56$ ) între variabile.

Înțelegerea aspectelor fiziologice de devoltarea a acestui rizoparazit este esențială pentru orice efort de desfășurare și implementare a măsurilor de control care vor putea preveni specific daunele și pagubele produse pe câmpurile agricole.

#### **Bibliografie:**

1. Acciu A., Virulence pattern of *Orobanche cumana* populations from moldovan sunflower agroecosystems. Materialele Conferinței Științifice Internaționale a Doctoranzilor „Tendințe contemporane ale dezvoltării științei: viziuni ale tinerilor cercetători”, Ediția a V-a, Chișinău, 2016, pag. 115 – 120.
2. Dorr I., Staack A., Kollmann R., Resistance of *Helianthus* to *Orobanche*—histological and cytological studies. Biology and management of *Orobanche*. Amsterdam: Royal Tropical Institute, 1994, p. 276–289.
3. Duca M., Glijin A., Acciu A. The biological cycle of broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.). Journal of Plant Development, Iasi. 2013, nr. 20, p. 71-78.

4. Duca M., Manolache C., Chilari R. Cultura florii-soarelei (*Helianthus annuus* L.). Repere istorice. Akademos, Chișinău, 2011c, nr. 3(22), p. 68-76.
5. Echevarría-Zomen Sirao, Perrez-De-Luque A., Pre-haustorial resistance to broomrape (*Orobanche cumana*) in sunflower (*Helianthus annuus*): cytochemical studies, Journal of Experimental Botany, 2006, Vol. 57, No. 15, p. 4189–4200.
6. Garcia-Torres L., Progress in *Orobanche* control, an overview. In: Pieterse A.H., Verkleij J.A.C., Ter Borg S. J. (Eds.), Biology and Management of *Orobanche*, Amsterdam 1994, p. 390-399.
7. Gisca I., Acciu A., Glijin A., Duca M., Highly virulent races of sunflower broomrape in the Republic of Moldova. Proc. Biotech. Congress. Current Opinion in Biotech. 2013, v. 24(1). p. S132.
8. Joel D. M., Swapan K. Dehydrocostus lactone is exuded from sunflower roots and stimulates germination of the root parasite *Orobanche cumana* , Phytochemistry, vol. 72, 7, 2011, p. 624-634;
9. Kaya Y., Demerci M., Evcı G., Sunflower breeding in Turkey for broomrape and herbicide resistance. Helia. 2004, v. 27(40), p. 199-210.
10. Kroschel J., A technical manual of parasitic weed. University of Hohenheim, Germany, 2001, 256 p;
11. Linke K. H., Sauerborn J, Saxena MC., *Orobanche* field guide. Univ. Hohenheim, 1989, p. 42;
12. Losner-Goshen D., Portnoy V. H., Mayer, A. M., Joel, D. M., Pectolytic activity by the haustorium of the parasite plant *Orobanche* L (*Orobanchaceae*) in host roots. Ann. Bot, 1998, nr. 81, p. 319 – 326.
13. Parker C., Riches C. R., Parasitic weeds of the world: biology and control. Wallingford, UK: CAB International; 1993, 332 p.;
14. Sharova P.G., Zaraziha – opasnii parazit podsolnecinika. Chisinau. 1977, 42 p.
15. Shindrova P. Broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) in Bulgaria: Distribution and race composition. Helia. 2006, v. 29(44), p. 111-120.
16. Stewart G.R., Press M.C., The physiology and biochemistry of parasitic angiosperms. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 1990, 41, p. 127-151.
17. Wheldale M. The Anthocyanin Pigments of Plants. Cambridge University Press, London, 1916, 318 p.

## **DIVERSITATEA CHIROPTERELOR ÎN ECOSISTEMELE DE PĂDURE DIN ZONA CENTRALĂ A REPUBLICII MOLDOVA.**

*CALDARI VLADISLAV,  
Universitatea Academiei de Științe.*

În lume există aproximativ 1.100 de specii de lilieci, aproape jumătate din care sunt pe cale de dispariție. Aproape toate speciile europene sunt enumerate în Anexa II-a din Directiva habitatelor ca specii de interes comunitar care necesită conservarea și desemnarea unor zone de protecție speciale. Nu este surprinzător că liliecii au fost principalii actori din campania de informare pentru protecția și de studiu, organizate de Convenția Organizației Națiunilor Unite pentru conservarea speciilor migratoare de animale sălbatice (CMS) și Acordul privind conservarea liliecilor din Europa (EUROBATS).

În Moldova există 21 de specii de lilieci, iar cele mai multe dintre ele se găsesc în regiunile centrale ale țării, pentru că au condiții favorabile pentru viață, cum ar fi pădurile naturale, plantații forestiere și plantații în care speciile forestiere găsesc adăpost, resurse alimentare, scorburi pentru reproducere și hibernare. În secolul trecut în Moldova, sau studiat taxonomie, studiul caracteristicilor biologice și ecologice a chiropterelor (Averin, Lozan 1965 [1], Lozan, 1969 [5]; Doroseno 1975 [4]. Averin și colaboratorii, 1979) [2]. În prezent are loc monitorizarea pe tot parcursul ciclului anual asupra speciilor de lilieci, studiul caracteristicilor biologice și ecologice în ceea ce privește schimbările antropogene și climatice, distrugerea habitatelor de reproducere, migrațiile sezoniere pe teritoriul republicii și factorii limitativi, în principal în galerii (Nistreanu et al., 2013, 2016, Caldari 2016) [8]. Lucrări dedicate speciilor forestiere sunt foarte puține (Bondarenko, 2006) [3].

Scopul este de a identifica speciile forestiere de lilieci, statutul și rolul lor în funcționarea ecosistemelor forestiere și petrofiite.

*Materiale și metode.* Cercetarea a fost realizată în perioada anilor 2012-2016, în zona centrală a Republicii Moldova. A fost studiată fauna de lilieci de diferite tipuri de ecosisteme forestiere: păduri, perdele de protecție, plantații de copaci, precum și unele habitate stâncoase (galerie lângă satele Cricova și Zahăreuca), care servesc drept refugiu pentru speciile de vânătoare în habitatele forestiere. Galeriiile de lilieci au fost studiate în mod direct de observații vizuale, au fost identificate toate speciile observate. Traseurile în habitatele forestiere au fost efectuate în special seara (între 18.00 și 24.00, în funcție de sezon), cu lungimea de 1-3 km. Speciile au fost

detectate și determinate cu ajutorul ultrasonorului, detector de ultrasunete Pettersson Compania Elektronik D-230, Suedia.

### Rezultate și discuții.

Pe parcursul perioadei de studiu în ecosistemele din zona centrală a țării au fost identificate 14 specii de lilieci, dintre care 10 specii (*Rhinolophus hipposideros*, *Myotis bechsteinii*, *M. dasycneme*, *M. daubentonii*, *M. mystacinus*, *M. blythii*, *Plecotus auritus*, *P. austriacus*, *Vespertilio murinus* și *Barbastella barbastellus*) sunt incluse în cartea Roșie a Republicii Moldova [7] cu diferit statut de raritate (tab. 1).

Tabelul 1.  
*Speciile de lilieci întâlnite în diferite ecosisteme a Moldovei.*

Nr	Specii	Ecosistem				Statut
		Pădure	Stânci	Agrocenoze	Acvatic	
1	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	+	+	+	+	EN
2	<i>Myotis bechsteinii</i>	-	+	-	-	CR
3	<i>Myotis mystacinus</i>	+	+	-	-	VU
4	<i>Myotis dasycneme</i>	+	+	-	+	EN
5	<i>Myotis daubentonii</i>	+	+	-	+	VU
6	<i>Myotis blythii</i>	+	+	-	-	VU
7	<i>Nyctalus noctula</i>	+	-	+	-	O
8	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	-	-	+	-	O
9	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	+	-	-	-	O
10	<i>Eptesicus serotinus</i>	-	+	+	-	M
11	<i>Vespertilio murinus</i>	-	-	+	-	CR
12	<i>Plecotus auritus</i>	+	+	-	-	EN
13	<i>Plecotus austriacus</i>	+	+	-	-	VU
14	<i>Barbastella barbastellus</i>	-	+	-	-	CR

\* - datele după Cartea Roșie (2015): Cr- strict periclitate, En-pe cale de dispariție, Vu-vulnerabil; O – comun; M — răspândite pe larg.

În ecosistemele forestiere și cele de rocă sau constat cel mai mare număr de specii de lilieci având condiții trofice favorabile de adăpost și reproducere. Multe specii care hibernează în peșteri sau în mine, în timpul



verii migrează spre pădure, unde se găsesc un loc potrivit pentru reproducere și odihna, mai ales în scorburi de copaci bătrâni și printre copaci căzuți la baza copacilor. Resursele trofice prezentate prin diverse insecte (gândaci, molii, muște, țânțari, viespi, etc.) și alte nevertebrate care determină prezența și activitatea liliecilor în ecosistemele forestiere intense. În păduri există de obicei diferite bazine de apă (lacuri, râuri, fluxuri, bălți), în jurul cărora au fost înregistrate specii de lilieci de apă - *Myotis dasycneme* și *M. daubentonii*. Astfel, au fost identificate nouă specii de lilieci în rezervația Codrii, Plaiul Fagului, Trebujeni și pădurile din jurul municipiului Chișinău [6].

În ecosistemele acvatice a zonelor umede dispuse la distanțe mici din habitatele forestiere din speciile hidrofile a fost înregistrat - liliacul de apă. Aceste specii au fost observate și în preajma bazinelor, plantațiilor de copaci din mun. Chișinău (Valea Trandafirilor, Valea Morilor, La Izvor, Grădina Botanică).

În rezervația naturală "Plaiul Fagului" în a doua jumătate a lunii mai au fost identificați indivizi din 9 specii: *Rhinolophus hipposideros*, *Plecotus auritus*, *P. austriacus*, *Pipistrellus pipistrellus*, *P. pygmeus*, *Myotis daubentonii*, *M. nattereri*, *Eptesicus serotinus* și *Nyctalus noctula*. *E. serotinus* (34,62%) și *M. daubentonii* (19,23%) se întâlnesc pe o scară largă și sunt cele mai numeroase, prefera păduri, margini de pădure și de multe ori zboară aproape de apă (Figura 1).

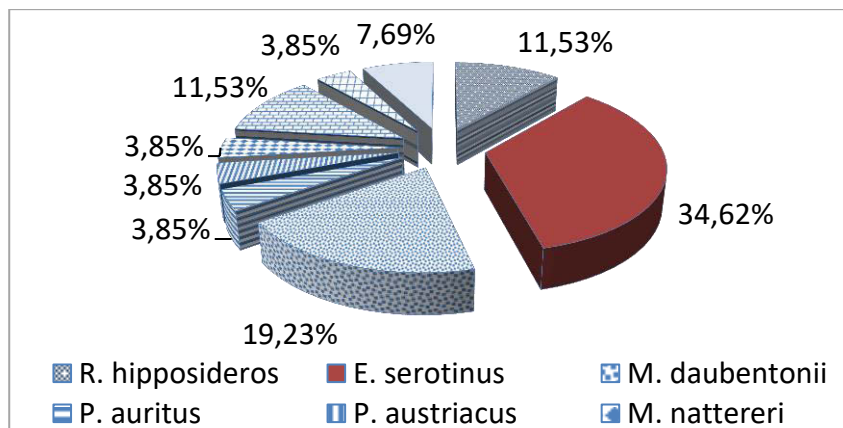


Figura 1. Corelarea speciilor identificate în zona forestieră din Ecoton în rezervația naturală „Plaiul Fagului”

Liliecii joacă un rol foarte important în reglarea numărului de nevertebrate nocive, vânând și mâncând specii crepusculare de diferite dimensiuni și cu activitate nocturnă, Șorțurile, copra lunar, coleoptere lungi cu coarne, carabidae, kozheedy, coropisnite, fluturi, frunze, muște, țânțari, etc. [2], aducând beneficii substanțiale pentru silvicultură. Prezența liliecilor în ecosistem este un indiciu al integrității sale și echilibrul normal al elementelor sale.

Din studiile efectuate am stabilit că populația de lilieci scade în mod constant. În cazul în care nu au fost luate măsuri corespunzătoare pentru protecția acestor animale în viitorul apropiat, multe dintre statutul de cel adaptat și vulnerabil, ar putea să dispară de pe teritoriul republicii noastre.

#### **Bibliografie:**

1. Аверин, Ю. В., Лозан М. Н. Рукокрылые Молдавии. Вопросы экологии и практического значения птиц и млекопитающих. – Кишинев, 1965, – № 2. – С.25-33.

2. Аверин, Ю. В. Лозан М. Н., Мунтяну А. И., Успенский Г. А. Животный Мир Молдавии. Млекопитающие. Кишинев: Штиинца, 1979. – 188с.

3. Бондаренко А. М. Фауна рукокрылых Кицканского леса (Молдова, Приднестровье). Plecotus et al. 2006, № 9, с. 18-24.

4. Дорошенко, А. В. Места обитания и численность летучих мышей Молдавии. Экология птиц и млекопитающих Молдавии. – Кишинев: Штиинца, 1975, с. 82-96.

5. Лозан, М. Н. Остроухая ночница (*Myotis blythi* Tom) в Молдавии. Вопросы экологии и практического значения птиц и млекопитающих. Кишинев, 1969, № 4, с. 69-84

6. Caldari V., Nistoreanu V., Larion A., Andreev S., Postolachi V. Dibolscaia N. Diversity of hibernating bat species in winter 2015-2016 in Saharna abandoned mines. IX-th International Conference of Zoologists "Sustainable use, protection of animal world and forest management in the context of climate change", Chișinău, 12-13 October 2016, 32-33.

7. Red Book of the Republic of Moldova. 3rd edition, Chisinau: Stiinta, 2015, c.239-254.

8. Nistoreanu V., Caldari V., Andreev S., Larion A., Postolachi V. Preliminary Data On Hibernation Peculiarities Of Bats (Mammalia, Chiroptera) In Abandoned Stone Quarries Near Cricova Village. VIII International Conference of Zoologists „Actual problems of protection and sustainable use of animal world diversity”, Chișinău 10-12 october 2013, P.72-73.

9. Нистрян, В., Андреев, С., Калдари, В., Ларион, А., Постолаки, В. Сравнительный анализ зимующих сообществ летучих мышей (Mammalia: Chiroptera) в искусственных подземельях Бычок и Сахарна долины Днестра, Республика Молдова. „Экологический мониторинг и биоразнообразие”. 2016, 2 (12), 34-37.

**STUDIUL PRIVIND PROCESUL DE RESTABILIRE A  
ECOSISTEMULUI DEGRADAT DIN CARIERA „LAFARGE  
CIMENT” (MOLDOVA) S.A. OR. REZINA**

*CERTAN CORINA, dr. hab. BULIMAGA CONSTANTIN,*

*dr. GRABCO NADEJDA*

*Institutul de Ecologie și Geografie al AȘM*

*Universitatea de Stat din Moldova*

Activitățile miniere manifestă un impact negativ asupra mediului prin modificări ale reliefului, scoaterea din circuitul productiv a suprafețelor din fondul forestier și cel agricol, ocuparea unor mari suprafețe de teren pentru activitatea de exploatare, haldare, depozitare a substanțelor minerale utile, etc. Pe lângă efectele negative menționate, terenurile degradate prezintă surse de poluare a aerului și apelor din regiunea dată, ca rezultat al antrenării de către vânt a prafului de pe halde și terenurile decopertate. Deci, refacerea acestor zone, pe lângă faptul că repune în valoare terenuri nereproductive, ameliorează calitatea mediului la nivel regional [1-4].

Reconstrucția ecologică, refacerea ecosistemelor degradate, reprezintă o problemă majoră a omenirii la începutul celui de al treilea mileniu, după cum este bine cunoscut și se evidențiază în numeroase documente la nivel mondial și european (*Millennium Ecosystem Assessment 2003, 2005; EU Biodiversity Strategy to 2020, 2011; IUCN-COP11, 2012* etc.). Astfel, în „*EU Biodiversity Strategy to 2020*” este prevăzută restaurarea (reconstrucția) ecologică până în 2020 a „cel puțin 15% din ecosistemele degradate” [4, 5].

La nivel mondial au fost efectuate cercetări științifice pe diferite tipuri de terenuri antropice degradate (exploatări miniere, haldare, depozitarea deșeurilor etc.) în urma cărora au fost înaintate unele măsuri de reconstrucție ecologică. Daniels și colab. (1995) arătau că multe probleme ale haldelor pot fi reduse semnificativ prin menținerea unui covor vegetal viabil. O comunitate de plante viguroase va reduce mișcarea apei și oxigenului în haldă, deci va limita producerea de scurgeri acide, va reduce pierderile prin eroziune și va stabili halda. Piha și colab. (1995) apreciau că fixarea rapidă cu ajutorul vegetației constituie un pas important în controlul eroziunii și al recultivării finale. După Dumitru (1999) principiile esențiale pentru o împădurire plină de succes și viabilă în timp a terenurilor degradate de exploatări miniere sunt următoarele: selectarea substratului de cultura, pregătirea haldei, compatibilitatea dintre arbori și covorul vegetal, alegerea speciilor de arbori, hidro-plantarea, mânuirea materialului

forestier de reproducere și tehnicii de plantare, stabilirea arborilor în covorul vegetal dens, costurile reîmpăduririi, importanța calității haldelor de steril pentru păduri (cit. [4]).

În Cehia și Slovacia reamenajarea acestor terenuri degradate se face în primul rând prin redarea în circuitul agricol și silvic și în a doilea rând prin amenajări de parcuri și spații verzi, piste auto, construcții, lacuri de agrement și piscicole. În cadrul recultivării silvice, rezultate bune s-au obținut prin plantarea speciilor: *Acer pseudoplatanus*, *Fraxinus excelsior*, *Populus nigra*, *Pinus sylvestris*, *Pinus strobus*, *Larix decidua*, *Eleagnus angustifolia*, *Ligustrum vulgare*, *Amorpha fruticosa* și *Rosa rugosa*.

Un alt exemplu este observat în Bulgaria, unde în recultivarea silvică rezultate bune s-au obținut cu următoarele specii: *Populus vernirubens*, *P. bachilieri*, *Quercus robur*, *Celtis australis*, *Ulmus campestre*, *Tilia argentea*, *Hippophae thamnoides*, *Fraxinus excelsior*, *Pinus corsicana*, *Betula verrucosa* și *Alnus glutinosa* [6].

În Polonia plantele de cultură testate au fost: ovăzul, grâul, cartoful, porumbul, rapița, sfecla, etc. În zonele cu condiții climatice mai puțin favorabile se practică recultivarea silvică. Au fost testate următoarele specii silvice: *Populus canadensis*, (*grandis*, *marilandica*, *robusta*), *Larix decidua*, *Larix polonica*, *Fraxinus americana*, *Fraxinus excelsior*, *Acer pseudoplatanus*, *Acer platanoides*, *Quercus rubra*, *Tilia cordata*, *Ulmus campestre*, *Alnus glutinosa*, *Fagus silvatica*, *Pinus strobus*, *Picea excelsa* [6].

În România, pe haldele din bazinul Olteniei au fost organizate experiențe pentru stabilirea speciilor de pomi fructiferi pretabile pe aceste halde. Speciile testate au fost: nuc, măr, prun, cireș, vișin, alun și coacăz negru. Cele mai bune rezultate au fost asigurate de prun, măr și alun [7, 8]. La fel, în România, pentru reconstrucția ecologică a terenurilor degradate au fost înființate plantații silvice cu rol multiplu: de protecție a mediului prin reglarea regimului hidrologic și climatic și prin realizarea de parcuri și locuri de agrement, crearea de habitate favorabile pentru animale sălbatice și rol de protecție. Rezultatele cele mai bune s-au obținut prin plantarea următoarelor specii silvice: *Quercus robur* L., *Quercus petraea* L., *Acer pseudoplatanus* L., *Fraxinus excelsior* L., *Populus tremula* L., *Fagus silvatica* L. (Becherițiu, 2003) [9, 10].

În Republica Moldova, anterior [11], au fost efectuate cercetări în cariera „Lafarge Ciment” (Moldova) S.A., privind restabilirea naturală a biodiversității vegetale pe haldele de steril. Haldă reprezintă locul unde se depozitează sterilul și deșeurile inutilizabile provenite din lucrările miniere. Aceste studii au fost efectuate în teren primăvara devreme, vara și toamna.

Pe teritoriul carierei sunt halde de steril cu vârste de 25, 20, 10 și 5 ani. Astfel în ecosistemul cercetat de noi a fost identificată prezența unui număr de 117 taxoni, inclusiv specii de arbori, arbuști, plante sigitale și ruderales. Halda de 25 ani se caracterizează prin diversitate floristică maximală unde vegetează 63 de specii, aportul cărora în formarea covorului vegetal este diferit. În primul rând, trebuie menționat, că o bună parte a suprafeței sitului este acoperită de plante lemnoase de diferită vârstă. Poziția dominantă printre acestea este ocupată de specia invazivă *măslinul sălbatic*, care pe alocuri crește atât de abundent, încât face imposibilă deplasarea pe aceste sectoare. Un grad înalt de abundență a învelișului erbaceu l-am depistat la baza pantei, unde solul este mult mai umed și covorul vegetal este format aici dintr-un număr mai mare de specii, inclusiv din familia Poaceae: *păiușul*, *pirul* etc. Destul de frecvente în acest sit sunt și speciile invazive erbacee, cum ar fi: *susaiul*, *brusturele*, *cornuții*, *mușcata dracului*, *capul călugărului*, *urzica*, *pălămida* etc. Unele specii de plante au fost depistate în exclusivitate doar pe acest sit, cum ar fi: *pintenoaga*, *iarba mare* și *lăsniciorul*.

Halda de 20 ani se caracterizează printr-o diversitate relativ înaltă, în total 52 specii de plante lemnoase și erbacee. Vegetația acestui sit de asemenea, este dominată de planta lemnoasă *măslinul sălbatic*, care este însoțit de *arțarul american*, *salcâmul alb* și specii de arbuști, mai frecvente fiind *păducelul* și *măcieșul*. Deși abundența speciilor erbacee pe pantele acestui sit este mai redusă comparativ cu cea a sitului precedent, totuși solul este acoperit de covorul vegetal la 60-70%, iar baza pantei este acoperită aproape în întregime de plantele erbacee, destul de abundente fiind speciile de plante invazive cum sunt: *grindelia*, *lăptucul*, dar și unele specii neagresive: *sulfina galbenă*, *imortele*, *lumânărica*, *iarba șarpelui*, *vetricea*.

Diversitatea floristică a haldei de 10 ani este mult mai redusă comparativ cu cea a siturilor precedente și este reprezentată de 28 specii de plante, inclusiv unica specie de plantă lemnoasă – *măslinul sălbatic*. Speciile de plante erbacee care vegetează în acest sit formează un covor compact, unde ponderea principală îi revine speciei invazive *grindelia*, dar destul de frecvente sunt și speciile *sulfina albă*, *iarba șarpelui*, *bătrânișul anual*, *pălămida* și *troscotul*.

Halda cu vârsta de 5 ani este reprezentată de 25 de specii de plante erbacee, puiți și copăcei tineri de plante lemnoase. Speciile de plante erbacee care vegetează în acest sit sunt *ghizdei*, *linărița*, *iarba șarpelui*, *măcriș*, *troscot*, *bătrâniș*, *gălbenuș*, *pălămidă*, *podbal* etc. Instalarea spontană pe halde a vegetației naturale destul de abundente are un rol

important în protecția haldei împotriva eroziunii și în începerea procesului de formare a solului.

Prezintă interes restabilirea biodiversității vegetale pe haldele de steril proaspăt depozitate. În legătură cu acest fapt, în prezent se efectuează cercetări de restabilire a haldelor de steril prin recultivare silvică și recultivare agricolă. S-a luat o haldă de steril nouă cu suprafața de 0,12 ha (fig. 1). În primăvara anului 2017 (23 martie) s-au plantat următoarele specii: *Robinia pseudacacia* L. (salcâm), *Elaeagnus argentea* Pursh. (sălcioară), *Hippophae rhamnoides* L. (cătina albă), *Ligustrum vulgare* L. (lemn-cânesc), *Pinus nigra* J.F.Arnold. (pin negru), *Cotinus coggygria* Scop. (scumpie), *Ulmus glabra* Huds. (ulm), *Fraxinus excelsior* L. (frasin), *Acer pseudoplatanus* L. (paltin), *Gleditsia triacanthos* L. (glădiță).



Figura 1. Haldă nouă de steril din carieră „Lafarge Ciment” (Moldova) S.A., or. Rezina (23.03.2017).

În total pe această haldă au fost sădiți 771 arbori și arbuști de diverse specii (fig. 2). De menționat că în perioada 23.03.2017 - 04.05.2017, pe această haldă s-au dezvoltat următoarele specii de plante erbacee: *Sonchus arvensis* L. (susai); *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. (meiul găinii); *Atriplex tatarica* L. (loboda tătarească); *Papaver rhoeas* L. (mac); *Senecio vernalis* Waldst. et Kit. (cruciuliță vernală); *Polygonum aviculare* L. (troscot); *Galium aparine* L. (turiță); *Lathyrus tuberosus* L. (oreșniță); *Fumaria officinalis* L. (fumăriță); *Medicago lupulina* L. (lucernă lupulină); *Tussilago farfara* L. (podbal); *Matricaria perforata* Merat (*Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip.) (matricarie perforată); *Rumex conglomeratus* Murr. (măcriș conglomerat).



Figura 2. *Privire a speciilor plantate pe halda nouă de steril (04.05.2017).*

Pe halda nouă în calitate de recultivare agricolă am plantat speciile de *Medicago sativa* L. (lucerna), *Trifolium pratense* L. (trifoi roșu) și *Trifolium fragiferum* L. (trifoi roz). În primăvara anului 2017 pe 04 mai, după inventarierea puieților s-a calculat procentul de prindere, care constituie 85%. Speciile de plante semănate erau răsărite, cu înălțimea aproximativ 10 mm.

Astfel, culturile forestiere contribuie la stabilizarea haldelor, la atenuarea procesului de eroziune în adâncime și la ameliorarea peisagistică a teritoriului.

În baza cercetărilor efectuate la nivel mondial [4, 5] și de către noi, a fost stabilit că reconstrucția ecologică este unul dintre procedeele tot mai des aplicate în situația terenurilor degradate antropic, deoarece are o sustenabilitate mare, este durabilă în timp, nu implică costuri foarte mari în comparație cu alte sisteme, permite ecosistemului să se autoregleze și reintegreze în mediul natural cu ușurință.

#### **Bibliografie:**

1. Fodor D., Baican G., 2001, Impactul industriei miniere asupra mediului, Ed. Infomin, Deva.
2. Lazăr M., I. Dumitrescu, 2006, Impactul antropic asupra mediului, Ed. Universitas, Petroșani.
3. Onica I., 2001, Impactul exploatărilor de substanțe minerale utile asupra mediului, Ed. Universitas, Petroșani.
4. Dinucă Nicolae Cătălin. TEZĂ DE DOCTORAT „Cercetări privind fundamentarea științifică a reconstrucției ecologice a haldelor de steril rezultate prin exploatare de suprafață din bazinul mijlociu al Jițului și Motrului”. BRAȘOV, 2015.
5. Burger A. James and Torbert L. John, 1992, „Restoring forests on surface mining land. Reclamation Guidelines for Surface Mined Land in Southwest” Virginia, Pub. 460-123.

6. Dincă, L., Șerbănescu, A., Darie, G., Ciobanu, V., Dincă, M., Stanca, A., Prisecaru, T., Pătruț, I., 2011, „Reconstrucția haldelor de steril prin utilizarea de specii cu potențial energetic”, Editura Silvică.

7. Popescu Gh. Lucian Dorel, 2003, „Cercetări privind poluarea solului prin exploatarea miniere la zi efectuate în bazinul carbonifer Rovinari – Gorj, și măsuri pentru redarea suprafețelor degradate în circuitul agricol”. Teză de doctorat, Universitatea din Craiova, Facultatea de Agricultură.

8. Tomescu I., 1984, „Tree species behavior on the degraded soils from Rovinari Carboniferous Site”. Al VIII-lea Simpozion de Știința Solului, Praga, Septembrie, p. 112-118.

9. Boyce Scott J., 1999, „OSM'S Reforestation initiative”. ASSMR Proceedings 16 th Annual National Meeting „Mining and reclamation for the next millennium” August 13-19 Scottsdale, Arizona.

10. Clapa Doina, 2003, „Cercetări privind protosolurile antropice din Transilvania”. Teză de doctorat, USAMV Cluj.

11. Certan, C., Bulimaga, C., Grabco, N., Mogîldea, V., Burghilea, A., Țugulea, A. Evaluarea biodiversității amplasamentului carierei de calcar a S.A. „Lafarge Moldova” la etapa de exploatare. Revista Mediul Ambiant, Nr. 4 (82), august 2015, p. 21-29.

## **REEVALUAREA PARTICULARITĂȚILOR ETOLOGICE A IMAGO HELIOTHIS ARMIGERA ÎN DEPENDENȚĂ DE FAZELE FENOLOGICE A DEZVOLTĂRII CULTURII DE SOIA**

*CHEPTINARI VALERIA*

*Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor al AȘM*

Impactul factorilor climatici - diferențele de temperatură, umiditate și precipitații, în special primăvara și toamna, creează devieri în dezvoltarea culturilor preferabile a buhei *Heliopsis armigera*. Aceste variații modifica și etologia dăunătorului corespunzător, a cărei dezvoltare este asociată cu alegerea unor habitate de nutriție a larvelor. Randamentul total a plantelor depinde de gradul de conformitate a factorilor de creștere și dezvoltării valorii optime care variază în funcție de faza fenologică. Efectele creșterii temperaturii (factor important care influențează dezvoltarea și reproducerea insectelor în natură) asupra insectelor: extinderea arealului unor specii, reducerea biodiversității, mărirea biodiversității, uniformizarea biodiversității la nivel global, reducerea duratei ciclurilor de viață, scurtarea perioadei sau eludarea diapauzei hibernale. Modificări mici ale temperaturii, precipitațiilor și evaporării pot determina diferențe regionale mari, inducând modificări în distribuția florei și faunei. Se estimează că o creștere cu 1°C a



temperaturii medii anuale în Europa va determina împingerea arealului unor specii către nord, cu sute de kilometri. Evaluarea toleranței la temperatură a demonstrat faptul că speciile de insecte din zonele temperate se adaptează mult mai ușor la schimbările climatice, în timp ce pentru cele din zonele tropicale, creșterile de temperatură afectează însăși supraviețuirea lor. La creșteri ne semnificative de temperatură, rata reproducerii la insectele din regiunile tropicale tinde să se mențină în limite normale; atunci când valorile termice cresc cu 2-4<sup>0</sup>C, rata de reproducere scade accentuat, punând în pericol existența speciilor respective.

#### **MATERIALE ȘI METODE**

Pentru reevaluarea particularităților etologice a imago speciei *H. armigera* pe lotul experimental cu soia de soiul „Nadejda” (S = 1,2 ha) a IGFPP au fost utilizate capcanele feromonale cu feromonul sexual a masculilor speciei *H. armigera*. Capcanele au fost plasate pe data de 28 aprilie în șase repetări (fig.1). Evidența masculilor capturați în capcane a fost efectuată săptămânal, cu aceeași frecvență au fost înlocuite capsulele feromonale și funduri cu clei. Pe parcursul desfășurării experienței a fost monitorizată fenologia dezvoltării a plantulelor de soia.



Figura 1. Monitorizarea dăunătorului *Heliothis armigera* cu ajutorul capcanelor feromonale la cultura de soia (S= 1,2 ha)

Parametrice climaterice au fost urmărite săptămânal, informația a fost luată de la Serviciu Hidrometeorologic de Stat - [http://www.meteo.md/newru/last\\_sezon.htm](http://www.meteo.md/newru/last_sezon.htm).

De asemenea, a fost urmărită dinamica sezonieră ale dăunătorului, s-a determinat începutul și vârful zborului a generațiilor buhei fructificațiilor în dependență de valori termice a timpului și de fazele fenologice de dezvoltare a culturilor.

### **REZULTATE ȘI DISCUȚII**

Factorii climatici ale sezonului de vegetație în anul 2016 în Republica Moldova au fost caracterizați printr-o varietate de precipitații și temperatura medie a sezonului. Vara a fost foarte caldă și cu deficit semnificativ de precipitații în lunile iulie și august. Temperatura medie a aerului a constituit în medie 20,8-23,0°C, fiind cu 1,5-2,4°C mai ridicată față de normă, ceea ce se semnalează o dată în 10 ani din toată perioada de observații. Temperatura maximă pe parcursul verii a atins cota de 37,0°C, fiind semnalată în medie o dată în 5 ani, iar temperatura minimă a fost fixată de până la 3,5°C.

Pe parcursul perioadei de vegetație s-au fixat fazele fenologice de dezvoltare a plantelor de soia: germinare (1-12 mai), formarea primei frunze adevărate (18 mai), ramificarea (5 iunie), butonizarea (20 iunie), înflorire (13 iulie), apariția păstăilor (26 iulie), coacerea boabelor (4-23 august).

Zborul primelor masculi a speciei dăunătorului *H. armigera* a fost marcat prin intermediul capcanelor feromonale pe 18 mai, când temperatura maximă în timpul acestei perioade a ajuns la 22,1<sup>0</sup>C, acesta este și pragul începutului activității populației dăunătorului dat. Din cauza precipitațiilor abundente (80% mai mare decât media), în primele zece zile ale lunii iunie, indicatorii de temperatură au scăzut semnificativ (până la 9,1<sup>0</sup>C), ceea ce a condus la o suprimare vremelnică a activității populației dăunătorului din prima generație (1-3 masculi/capcană feromonală). Cu toate acestea, lunile iulie și august au fost caracterizate printr-o semnificativă insuficiență de precipitații (fig.2). Temperatura medie pentru această perioadă a fost de 20,8-23,0°C, care este cu 1,5-2,4°C mai majoră de cât norma. Factorul dat a dus la majorarea activității populației buhei *H. armigera*, și a constituit până la 15 masculi/capcană feromonală.

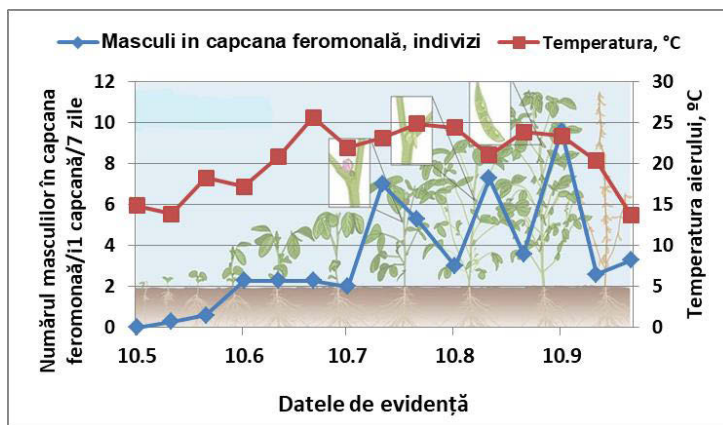


Figura 2. Dinamica zborului masculilor *H. armigera* la feromonul sexual în dependența de valorile temperaturii și fazelor fenologice a plantelor de soia.

A fost fixat, că activitatea cea mai înaltă, dăunătorul a manifestat în generația a treia, zborul cărui a durat până la finele lunii septembrie. Aceasta se datorează factorului prezenței în această perioadă a unei temperaturi ridicate.

Astfel, reevaluarea particularităților etologice a dăunătorului *H. armigera* în condițiile de schimbare a factorilor climatici a demonstrat, că are loc o extindere a perioadei de activitate - termenii de startare a activității primei generații cu aproximație de 15 zile mai devreme și a generației trei – s-a extins cu circa 30 zile.

#### Bibliografie:

1. Елисовецкая Д., Настас Т., Ковалев Б., Рошка Г. Экологическое безопасное средство для борьбы с хлопковой совкой. В: The international Conference Ecological Chemistry. Кишинев, 2005, с.442 – 445.
2. Косов В.В., Поляков И.Я. Прогноз появления и учет вредителей и болезней сельскохозяйственных культур. Москва: изд. мин. сельского
3. Сазонов А.П. Синтетические половые аттрактанты в защите растений. В: Феромоны насекомых и разраб. путей их практ. использ. Ленинград, 1988, с. 5.
4. Уткина, И.А., Рубцов, В.В. Изменение климата и его последствия для взаимоотношений фитофагов с растениями. Лесной весник 5/2009, с.165 – 176.

5. Informații cu privire la influența vremii asupra culturilor agricole pe parcursul săptămânii, decadei, lunii, perioadei de vegetație [online]. <http://www.meteo.md/mold/nsluna.htm> (cit.: 28.01.2017).

## **PROCEDEU DE STIMULARE A SINTEZEI $\beta$ -GLUCANILOR LA TULPINA DE LEVURI *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* CNMN-Y-20**

*CHISELIȚA NATALIA*

*Universitatea Academiei de Științe a Moldovei,  
Institutul de Microbiologie și Biotehnologie al AȘM*

Cercetările destinate evidențierii unor noi căi de sporire a productivității microorganismelor și obținere a biomasei cu un conținut înalt, prognozat de substanțe biologice active rămân a fi actuale și capătă o răspândire tot mai largă. Cercetătorii preocupați de investigarea proceselor de sinteză a substanțelor biologice active de către microorganisme și elaborarea tehnologiilor eficiente de obținere a acestora au marcat mai multe posibilități de a spori eficiența proceselor biotehnologice menționate. În calitate de stimulatori ai sintezei substanțelor de interes se propun compușii anorganici de nanodimensiuni. Efectul acțiunii diferitor nanoparticule depinde de structura, dimensiunea lor și de însăși obiectul biologic. Posibilitatea stimulării proceselor de sinteză la levuri prin aplicarea nanoparticulelor este puțin studiată. În acest context, prezintă interes studiul influenței nanooxizilor metalici asupra potențialului biosintetic la levuri.

Compușii anorganici de nanodimensiuni prezintă activitate înaltă în concentrații mici, datorită valorii mari a raportului suprafață:volum și proprietăților unice chimice și fizice [11]. Ei sunt, de asemenea, mult mai stabili în condiții extreme, cum ar fi temperatura și presiunea înaltă [13]. Unii nanocompuși sunt considerați non-toxici și chiar conțin elemente minerale esențiale pentru organismul uman [12]. Dintre cele preferențiale fac parte nanoparticulele oxidului de zinc (ZnO). Acestea au importanță deosebită datorită aplicațiilor diverse în diferite domenii [16]. În prezent, ZnO este unul dintre cei cinci compuși ai zincului, care sunt considerați ca materiale sigure (GRAS) în general, recunoscute de către U.S. Food and Drug Administration [4].

Informațiile recente oferă o nouă perspectivă cu privire la potențialul utilizării nanoparticulelor ZnO ca supliment pentru a spori producerea activă de  $\beta$ -glucosidază - enzimă industrială importantă a *S. cerevisiae*, precum și producerea drojdiei de panificație în cantități mai mari [2].

$\beta$ -glucanul este un polizaharid complex, care intră în structura stratului interior al peretelui celular al levurilor. Datorită proprietăților lor hidrocoloidale,  $\beta$ -glucanii au aplicații tehnologice [5]. Ei pot fi utilizați ca emulgatori, substanțe de gelifiere și substanțe de legare a uleiurilor cosmetice [8]. La fel au fost depistate proprietățile hipoholesterolemice, anticoagulante, antimutagene [10] și antioxidante [7,14] ale  $\beta$ -glucanilor, datorită cărora acestea devin substanțe promițătoare ca promotori de sănătate.

Luând în considerare inofensivitatea produselor levuriene pentru organismul uman și perspectiva utilizării nanomaterialelor în diverse domenii, **scopul** cercetărilor a fost studiul influenței nanooxizilor metalici, în special ZnO asupra biosintezei  $\beta$ -glucanilor la levuri.

**Materiale și metode.** Ca obiect de studiu a servit tulpina de levuri *Saccharomyces cerevisiae* CNMN-Y-20, selectată ca producător de  $\beta$ -glucani [3]. Tulpina este păstrată în colecția Laboratorului Biotehnologia Levurilor și în Colecția de Microorganisme Neputogene a IMB al AȘM.

În cercetări au fost utilizate nanoparticule (NPs) ZnO cu dimensiuni de 30 nm, stabilizate în polivinilpirolidon (Polyvinylpyrrolide, PVP), puse la dispoziția de către cercetătorii Institutului de Inginerie Electronică și Nanotehnologii al AȘM [6]. Concentrațiile nanoparticulelor utilizate la cultivarea levurilor au constituit 0.5; 1.0; 5.0; 10.0 și 15.0 mg/L. Alcoolul etilic s-a aplicat în mediul de cultivare în volum de 2%, 5% și 10%. În varianta martor nu s-au adăugat nanoparticule și alcool.

**Medii de cultură și condiții de cultivare.** Pentru inoculare și cultivarea submersă a levurilor au fost utilizate mediile de fermentație specifice tulpinii în studiu YPD: 1% extract de drojdie, 2% peptonă, 2% glucoză, apă potabilă 1 L, pH 5,5 și must de malț [1]. Cultivarea submersă s-a efectuat în baloane Erlenmeyer cu capacitate de 1.0 L, pe agitator cu viteza de rotație 200 rot./min, la temperatura de 25°C, gradul de aerare 81.3...83.3 mg/L, durata de cultivare submersă 120 ore. Mediul lichid de fermentare s-a înșămânțat în volum de 5% cu inocul  $2 \times 10^6$  celule/ml.

**Metode de realizare a cercetărilor.** Biomasa levuriană a fost cuantificată gravimetric [9].  $\beta$ -glucanii au fost cuantificați gravimetric conform procedurii [15]. Prelucrarea statistică a rezultatelor a fost efectuată utilizând setul de programe Statistica 7.

**Rezultate și discuții.** La prima etapă a cercetărilor s-a studiat influența nanoparticulelor ZnO în concentrații de 0.5; 1.0; 5.0; 10.0 și 15.0 mg/L asupra productivității de biomasă și sintezei  $\beta$ -glucanilor la tulpina în studiu. Biomasa levuriană a fost colectată după 120 ore de cultivare, prin centrifugare, și supusă analizelor biochimice. Rezultatele au demonstrat că

variații ale conținutului de biomasă s-au observat la administrarea a 5, 10 și 15 mg/L nanoparticule ZnO. În aceste probe cantitatea de biomasă s-a diminuat cu 11-16 %.

Analiza conținutului de  $\beta$ -glucani a demonstrat tendința de creștere a acestora în probele experimentale pe fundalul scăderii productivității de biomasă. Creșterea maximală a conținutului de  $\beta$ -glucani s-a înregistrat la utilizarea concentrațiilor de 5-15 mg/L nanoparticule, valorile fiind cu 11.5-15.2% mai mari comparative cu probele martor.

La a doua etapă a cercetărilor a fost studiată influența nanoparticulelor ZnO cu aceleași dimensiuni în combinație cu alcoolul etilic. Scopul cercetărilor a fost de a studia capacitățile nanoparticulelor ZnO de a înlătura efectele negative ale alcoolului, care în procesele de fermentație industrială se poate acumula în cantități mari și devia activitatea biosintetică a levurilor. Tulpina studiată a fost cultivată în prezența alcoolului în volum de 2%, 5% și 10% și în combinație alcool în volum 2%, 5% + 5-15 mg/L nanoparticule ZnO.

Rezultatele cercetărilor au demonstrat că, la cultivarea tulpinii *S. cerevisiae* CNMN-Y-20 pe mediul YPD cu 2%, 5% și 10% alcool, au loc modificări semnificative ale conținutului componentelor celulare. Alcoolul administrat în concentrațiile testate manifestă efecte pozitive asupra biosintezei  $\beta$ -glucanilor, conținutul căruia este superior martorului cu 10-13%. Totodată, s-a stabilit că reacția de răspuns a culturii levuriene la prezența alcoolului în concentrație de 10% se evidențiază prin scăderea semnificativă a cantității de biomasă celulară, care constituie 1.55 g/L, ceea ce este cu 71% mai jos comparativ cu proba martor.

În scopul determinării posibilităților de neutralizare a efectului toxic al alcoolului în concentrații mari asupra metabolismului levurilor, au fost efectuate experimente de monitorizare a răspunsului levurii în condiții de cultivare în prezența nanoparticulelor ZnO în combinație cu alcoolul etilic. Analizând rezultatele experiențelor efectuate putem menționa, că combinația 5% alcool cu 10 mg/L sau 15 mg/L nanoparticule ZnO induce încetinirea multiplicării celulelor, astfel că conținutul de biomasă după 120 ore de cultivare în profunzime pe mediul YPD scade cu 14-18 % comparativ cu proba martor.

Cu privire la cantitățile de  $\beta$ -glucani în biomasa levurii, observăm că combinația alcool - nanoparticulele ZnO provoacă activarea procesului de biosinteză. Rezultatele obținute indică efectul cumulativ pozitiv al acestui factor de cultivare. Conținutul  $\beta$ -glucanilor crește în funcție de condițiile experimentale cu 12.1-19.9%, comparativ cu varianta martor. Cele mai înalte valori ale conținutului de  $\beta$ -glucani (21.25% - 22.55% din S.U.) s-au

stabilit în mediul nutritiv suplimentat cu alcool în concentrație de 2% și nanoparticule ZnO, valorile matorului fiind de 18.8% din S.U. Efect stimulator maximal pentru conținutul de  $\beta$ -glucani a fost atins la utilizarea combinației 2% alcool+5 mg/L nanoparticule ZnO. Nivelul producției de  $\beta$ -glucani în variantele experimentale a variat de la 0.32 g/L până la 1.32 g/L, maximele fiind specifice prezenței în mediul nutritiv a 2% alcool și 5 mg/L nanoparticule ZnO.

Analizând rezultatele experiențelor efectuate putem recomanda un procedeu nou de sinteză orientată a  $\beta$ -glucanilor, care constă în suplینirea mediului de nutriție YPD cu 5 mg/L nanoparticule ZnO în combinație cu alcool etilic în volum de 2%. Aplicarea procedurii permite de a obține 1,32 g/L  $\beta$ -glucani, ceea ce constituie cu 30,7% mai mult față de mator.

Astfel, rezultatele cercetărilor ne permit să conchidem:

1. Nanoparticulele ZnO cu dimensiunile de 30 nm, în concentrație de 5, 10 și 15 mg/L, utilizate la cultivarea tulpinii *S. cerevisiae* CNMN-Y-20, prezintă un efect de stimulare a biosintezei  $\beta$ -glucanilor pe fonul micșorării acumulării biomasei după 120 ore de cultivare.

2. Alcoolul în concentrații de 2%, 5% și 10%, adăugat în mediul de cultivare a tulpinii, stimulează biosinteza  $\beta$ -glucanilor. Reacția de răspuns a culturii levuriene la prezența alcoolului în concentrație de 10% se manifestă prin micșorarea cu 71% a cantității de biomasă celulară comparativ cu proba mator.

3. Conținutul de  $\beta$ -glucani este maximal în cazul cultivării tulpinii în prezența a 5 mg/L nanoparticule ZnO și 2% alcool etilic, iar producerea de biomasă este superioară în variantele care conțin nanoparticule ZnO în concentrații de 5-15 mg/L mediu de cultură.

4. Se propune un procedeu nou de activare a procesului de biosinteză a  $\beta$ -glucanilor la tulpina *S. cerevisiae* CNMN-Y-20, care permite de a obține cu 30.7% mai mulți  $\beta$ -glucani față de mator.

#### **Bibliografie:**

1. Aguilar-Uscanga B.; Francois J. M. A study of the yeast cell wall composition and structure in response to growth conditions and mode of cultivation. Letters in Applied Microbiology, 2003, 37, 268-274.

2. Ban Deependra Kumar Subhankar Paul. Zinc Oxide Nanoparticles Modulates the Production of  $\beta$ -Glucosidase and Protects its Functional State Under Alcoholic Condition in *Saccharomyces cerevisiae*. Appl. Biochem Biotechnol, 2014, 173, 155–166. DOI 10.1007/s12010-014-0825-2.

3. Chiselița O., Usatii A., Taran N., Rudic V., Chiselița N., Adajuc, V. Tulpină de drojdie *Saccharomyces cerevisiae* – sursă de  $\beta$ -glucani. Brevet de invenție MD 4048. MD-BOPI, 6/2010.

4. Espitia Paula Judith Perez, Nilda de Fátima Ferreira Soares, Jane Sélia Dos Reis Coimbra, Nélio José de Andrade, Renato Souza Cruz, Eber Antonio Alves Medeiros. Zinc Oxide Nanoparticles: Synthesis, Antimicrobial Activity and Food Packaging Applications. *Food Bioprocess Technol* , 2012, 5, 1447–1464. DOI 10.1007/s11947-012-0797-6.
5. Ferreira I, Pinho O, Vieira E, Távarela JG. Brewer's *Saccharomyces* yeast biomass: characteristics and potential applications. *Trends in Food Science & Technology*, 2010, 21(2), 77–84.
6. Gutul T., Rusu E., Condur N., Ursaki V., Goncarenco E., Vlazan P. Preparation of poly(N-vinylpyrrolidone)-stabilized ZnO colloid nanoparticles. *Beilstein J. Nanotechnol*, 2014, 5, 402–406. doi:10.3762/bjnano.5.47.
7. Kogan G., et al. Antioxidant properties of yeast (1-3)- $\beta$ -d-glucan studied by electron paramagnetic resonance spectroscopy and its activity in the adjuvant arthritis. *Carbohydr. Polymers*, 2005, 61(1), 18–28.
8. Kuncheva M, Pavlova K, Panchev I, Dobрева S. Emulsifying power of mannan and glucomannan produced by yeasts. *Int J Cosmet Sci*. 2007, 29(5), 377–384.
9. Liu Hong-Zhi., Qiang Wang, Yuan-Yuan Liu, and Fang Fang. Statistical optimization of culture media and conditions for production of mannan by *S. cerevisiae*. *Biotech. and Bioprocess Engineering*, 2009, 14(5), 577–583.
10. Mantovani M. S., et al.  $\beta$ -Glucans in promoting health: Prevention against mutation and cancer. *Mut. Res./Rev. in Mut. Res.*, 2008, 658(3), 154–161.
11. Rai M., Yadav A., Gade A. Silver nanoparticles as a new generation of antimicrobials. *Biotechnology Advances*, 2009, 27(1), 76–83.
12. Roselli M., Finamore A., Garagus, I., Britti M. S., Mengheri E. Zinc oxide protects cultured enterocytes from the damage induced by *Escherichia coli*. *Journal of Nutrition*, 2003, 133(12), 4077–4082.
13. Sawai J. Quantitative evaluation of antibacterial activities of metallic oxide powders (ZnO, MgO and CaO) by conductimetric assay. *Journal of Microbiological Methods*, 2003, 54(2), 177–182.
14. Silke C. J. et al. Antioxidative activity of (1-3), (1-6)- $\beta$ -d-glucan from *S. cerevisiae* grown on different media. *LWT-Food Sci. and Technol.*, 2008, 41(5), 868–877.
15. Thammakiti S.; Suphantharika M.; Phaesuwan T.; Verduyn. Preparation of spent brewer's yeast  $\beta$ -glucans for potential applications in the food industry. *International Journal of Food Science & Technology*, 2004, 39(1), 21–29.
16. Vasce M., Umar A., Hahu Y.B. ZnO nanoparticles: Growth, properties, and application. *Metal oxide nanostructures and their applications. Metal Oxide Nanostructures and Their Applications*. Edited by Ahmad Umar and Yoon-Bong Hahn, 2010, 5(4), 1–36.



## **SUBSTANȚELE NOI CU PROPRIETĂȚI PSIHOACTIVE, O PROVOCARE PENTRU SPECIALIȘTII DIN REPUBLICA MOLDOVA**

*CIORCHINĂ MAXIM*

*Universitatea Academiei de Științe din Moldova IMSP  
Dispensarul Republican de Narcologie*

Situația creată la capitolul consumului de substanțe stupefiante printre conducătorii auto ne impune să ne adresăm și să informăm cetățenii și factorii de decizie din Republica Moldova, de a conștientiza care sunt consecințele nepăsării în identificarea de către laboratoarele de specialitate din țară a substanțelor noi cu efecte psihoactive.

De către IMSP Dispensarul Republican de Narcologie, în perioada 01.04.2017 - 01.05.2017 în rezultatul examenului medical pentru stabilirea stării de ebrietate și naturii ei, sau identific 37 conducători auto consumatori de substanțe stupefiante clasice, persoane consumatoare de THC (marihuana) - 18 + 3; morfină - 6; amfetemină -5 , metamfetamină – 1; benzodiazepine – 5+1; cocaină -1. Fiind conducători auto care sau prezentat la examenul medical pentru stabilirea stării de ebrietate și naturii ei, la cerere personală.

Starea de fapt a lucrurilor în Republica Moldova este mai gravă decât se prezintă la ora actuală, deoarece două treimi din substanțele stupefiante introduse în țară prin diferite căi ale traficului de droguri, nu pot fi depistate de laboratoarele medicale de specialitate din țară. Substanțele noi cu proprietăți psihoactive (**snp**) cu denumirea generică de etnobotanice sau „spice”, sunt o adevărată confruntare pentru specialiștii din laboratoarele medicale de specialitate din republică. Dotarea laboratorului IMSP Dispensarul Republican de Narcologie la depistarea substanțelor **snp** lasă de dorit, întreg spectrul de substanțe snpp - etnobotanice, terahidrocanabinoli sintetici, phenethylaminele, chetaminele, catinonele, metoxetaminele, opioizii sintetici, MDPV-cocaină sintetică, sunt substanțe nedetectabile de utilajul depășit din laborator, capacitatea de detectare a utilajului din laborator acoperă doar 10% din totalul substanțelor care sunt comercializate pe piața stupefiantelor.

Din Raportul Observatorului European de Droguri și Toxicomanii (EMCDDA) „Cea mai mare parte a noilor substanțe psihoactive **snp** raportate în 2014 este reprezentată de canabinoizi sintetici (39%); aceștia fiind urmați de phenethylamine (18%) și catinone sintetice(15%). Numărul

tot mai mare de substanțe noi cu proprietăți psihoactive disponibile la nivel mondial arată că piața drogurilor se diversifică tot mai mult”

SNPP sunt substanțe noi care au o viteză de răspândire ne mi cunoscută până în prezent. Costul relativ mic, internetul, faptul că producătorii, furnizorii, distribuitorii, serviciile de găzduire a site-urilor de internet și de procesare a plăților pot avea sediul în țări diferite îngreunează controlul în mod deosebit. La aceste dificultăți se mai adaugă utilizarea tot mai intensă a metodelor și mijloacelor performante de producere a substanțelor.

Conform Rapoartelor din anul 2013 a UNDOC și a Comitetului Internațional de Control asupra Drogurilor, în anul 2012 doar în Statele Unite ale Americii, a fost identificat 158 de substanțe psihotrope noi, întrebuințate în consum. Observatorul European pentru Droguri și Toxicomanie relatează în Raportul său din anul 2014 că statele Uniunii Europene au raportat pentru prima dată 81 de substanțe psihoactive noi prin intermediul sistemului de avertizare rapidă al UE. Din punct de vedere tehnic, numărul potențial de derivați este nelimitat, din care cauză depistarea snpp prin metode clasice este ineficientă.

Pentru depistarea snpp și derivaților este necesar de înzestrat laboratoarele de profil cu cromatografie, LC și GC cuplat cu spectrometru de masă, doar cu ajutorul echipamentului performant vom putea depista substanțe produse prin metode moderne.

Toate aceste aspecte indică necesitatea unor intervenții rapide de către structurile responsabile ale statului și elaborarea politicilor concrete de descurajare a producerii, comercializării și consumului de droguri. Acest obiectiv poate fi atins prin, informarea populației, ajustarea legislației, înzestrarea laboratoarelor de specialitate cu echipament de depistare a substanțelor noi cu proprietăți psihoactive. Numai o parte din **snpp** au fost revizuite de către mecanismul stabilit în conformitate cu convențiile internaționale privind drogurile. Răspunsurile în acest domeniu pot fi mai eficiente dacă sunt coordonate la nivel de țări și regiuni. **Snpp** reprezintă, de asemenea, o provocare și pentru prevenire și tratament. Sunt necesare informații obiective și credibile, este deosebit de important să se crească nivelul de sensibilizare și de conștientizare a riscurilor asociate consumului de substanțe noi cu proprietăți psihoactive.

**MACROELEMENTELE ȘI MICROELEMENTELE  
DETERMINATE ÎN MASA USCATĂ DE *POLYGONUM  
SACHALINENSE* F. SCHMIDT**

*CÎRLIG NATALIA, TELEUȚĂ ALEXANDRU*  
*Grădina Botanică (Institut) Academia de Științe a Moldovei*

**Introducere.** Pentru dezvoltarea și creșterea normală a plantelor, ele au nevoie de nutriție minerală corespunzătoare, de elemente chimice ce ajută la desfășurarea recomandabilă a acestor procese vitale. Fiecare specie are o compoziție chimică caracteristică în dependență de specie, organ, vârsta plantei, din acest motiv cunoașterea compoziției chimice elementară este importantă. Plantele absorb elementele nutritive din sol, iar viteza de asimilare este influențată de factorii de mediu (temperatura, apa, lumina) [5]. În plantă elementele dominante sunt în număr de 17: C, H, O, N, P, K, Na, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Cu, Zn, Mo, B, Cl și reprezintă 99,95% din totalul elementelor minerale, iar frecvența acestora în scoarța terestră este de 87%. În rezultatul mai multor cercetări a fost demonstrat ca în plante C, H, O sunt în proporție de 90%. N, P, K, S pe care plantele le iau din sol intră în proporție de 4,4%. Na, Ca, Mg, Cl, Si reprezintă 2,7%, iar microelementele (Mn, Cu, Zn, Mo, B) 0,2-0,3% [3].

Elementele minerale ce fac parte din nutriția minerală a plantelor, se clasifică în macroelemente, microelemente și ultramicroelemente. În caz de insuficiență sau lipsa unor elemente chimice necesare, la plante apar boli fiziologice, însoțite de creștere lentă sau chiar oprirea creșterii organelor plantei. Rolul și funcția fiecărui macro- și microelement este specific pentru fiecare specie și plantă. Nici un element nu poate fi înlocuit cu altul. Lipsa oricărui din elemente duce la tulburări metabolice și dereglări ale proceselor fiziologice la plante, scade randamentul și calitatea recoltei [7].

Pe parcursul ciclului anual de vegetația, importanța elementelor nutritive pentru dezvoltarea normală a plantelor este diferit, dar și raportul elementelor diferă în dependență de faza de dezvoltare a plantelor. De exemplu în perioada creșterii vegetativă, în care se formează țesuturi noi, prezența azotului duce la prelungirea vegetației, perioada de fructificare necesită fosfor, zinc, cupru, mangan, iar perioada acumulării substanțelor de rezervă, necesită fosfor, potasiu [4].

Macro-, și microelementele formează combinații grupate în substanțe organice (glucide, lipide, proteine, vitamine etc.) și substanțe anorganice (apa și substanțe minerale), ambele necesare pentru dezvoltarea normală a organismelor vii [1]. *P. sachalinense* fiind o sursă de aceste elemente

chimice importante, poate servi cu ușurință în calitate de nutreț pentru animale, în alimentația omului în faze timpurii de dezvoltare, precum și în medicină.

### **Materiale și metode**

Pentru cercetare au fost utilizate plantele de *Polygonum sachalinense* F. Schmidt, soiul Gigant, crescute pe sectorul experimental al Grădinii Botanice. Mostrele colectate în faza butonizare, au fost uscate în încăperi bine aerisite, pentru a elimina apa din organele plantei și a obține masa uscată, formată din compuși minerali și organici. Masa uscată obținută, tulpini și frunze în proporție de 50/50%, a fost testată pentru determinarea metalelor și fosfaților din componența ei, în cadrul Laboratorului de încercări de spectroscopie atomică al Institutului de Chimie al Academiei de Științe a Moldovei. Metodele utilizate în cadrul laboratorului, pentru depistarea macroelementelor și microelementelor sunt: absorbția atomică, metoda fotocolorimetrică, gravimetrică și emisia în flacără. Cantitatea de macroelemente este reprezentată în g/kg, iar microelementele mg/kg. Rezultatele obținute sunt reprezentate în tabelul 1.

*P. sachalinense*, pentru Republica Moldova poate fi considerată ca specie cu perspectivă, cu utilizare multiplă, ca sursă bogată de proteine, aminoacizi, substanțe biologic active, macro-, și microelemente. Specia originară din flora spontană a Asiei de Est, introdusă în Republica Moldova, în cadrul Grădinii Botanice (Institut) AȘM în anul 1982. Pe parcursul creșterii și dezvoltării pe sectoarele experimentale ale Grădinii Botanice, plantele s-au aclimatizat la condițiile ecologice, pedoclimatice ale țării, dând dovadă de creștere intensivă. Pe parcursul unei perioade de vegetație, plantele trec prin toate fazele de dezvoltare, vegetative și generative, formează fructe și semințe viabile.

Scopul cercetărilor efectuate este de a stabili cantitatea unor macro-, și microelemente importante atât pentru dezvoltarea plantelor cât și ca sursă de elemente chimice în furajul obținut din plantele de *P. sachalinense*.

### **Rezultatele cercetărilor**

Au fost evidențiate pentru analize 10 elemente chimice, care după rolul lor în metabolismul organismelor vii sunt considerate esențiale, prezența lor în organism fiind obligatorie [6]. Din acest grup de elemente fac parte două metale alcaline (Na, K<sup>+</sup>), 3 metale alcalino – pământoase (Sr, Mg<sup>2+</sup>, Ca), 4 metale de tranziție (Mn, Fe, Cu, Zn) și un nemetal – fosforul (P).

Pentru depistarea și determinarea cantității de macroelemente în masa uscată de *P. sachalinense* au fost înaintate pentru studiu următoarele elemente chimice: magneziu (Mg<sup>2+</sup>), sodiu (Na), calciu (Ca<sup>2+</sup>), potasiu (K<sup>+</sup>), și fosforul (P), ele fiind absolut necesare pentru creșterea și

dezvoltarea normală a plantelor. Cantitatea totală de macroelemente analizate, constituie 35,13 g/kg. Valorile cele mai înalte au avut elementele: calciu – 14,1 g/kg și potasiu. 12,2 g/kg. Deficiența de calciu în organismul plantelor poate provoca încrețirea și necroza frunzelor. Calciu este prezent în membranele celulare și participă la diviziunea celulară. Potasiul, ca abundentă, este al doilea element nutritiv după azot, cu funcția importantă în reglarea regimului hidric al celulelor, sinteza și depunerea glucidelor [5].

Tabelul 1  
Cantitatea de macroelemente și microelemente determinate în masa uscată de *Polygonum sachalinense*.

Macroelemente				
Nr.	Denumirea elementelor	Unitatea de măsură	Cantitatea depistată	Metoda utilizată
1	Magneziu (Mg <sup>2+</sup> )	g/kg	5,60	Absorbția atomică
2	Sodiu (Na)	g/kg	1,10	Emisie în flacără
3	Calciu (Ca <sup>2+</sup> )	g/kg	14,1	Absorbția atomică
4	Potasiu (K <sup>+</sup> )	g/kg	12,2	Emisie în flacără
5	Fosfați (P)	g/kg	2,13	Fotocolorimetrie
<i>Total</i>			<i>35,13</i>	
Microelemente				
1	Fier (Fe)	mg/kg	84,6	Absorbția atomică
2	Mangan (Mn)	mg/kg	183,4	Absorbția atomică
3	Zinc (Zn)	mg/kg	11,4	Absorbția atomică
4	Cupru (Cu)	mg/kg	6,53	Absorbția atomică
5	Stronțiu (Sr)	mg/kg	15,0	Emisia în flacără
<i>Total</i>			<i>300,93</i>	

Magneziu (Mg<sup>2+</sup>) joacă un rol de bază în procesul de fotosinteză, ocupând mijlocul moleculei de clorofilă. În masa uscată de *P. sachalinense*, cantitatea de magneziu depistată constituie 5,60 g/kg. Sodiu și fosforul au avut valori mai mici (1,10g/kg și 2,13 g/kg) însă importanța lor nu scade. Fosforul este esențial pentru creșterea plantelor, diviziunea celulară, dezvoltarea sistemului radicular, fructificarea și formarea semințelor. Deficiența lui, duce la încetinirea acestor procese. Sodiu menține echilibrul acido-bazic ale organismelor vii [7].

Din grupul microelementelor analizate în masa uscată de *P. sachalinense* fac parte: fier (Fe), mangan (Mn), zinc (Zn), cupru (Cu),

stronțiu (Sr), cu o cantitate totală de 300,93 mg/kg. Microelementele sunt necesare pentru sporirea recoltei, îmbunătățirea calității produselor vegetale precum și protecția lor împotriva bolilor și agenților patogeni [2]. Cantitatea microelementelor variază de la 183,4 mg/kg mangan (Mn) până la 6,53 mg/kg cupru (Cu). Zincul, necesar pentru activarea unor procese enzimatică este în cantitate de 11,4 mg/kg, fiind implicat în sinteza proteinelor, în formarea și maturizarea semințelor. Cuprul participă la formarea clorofilei, fiind și component al metaloproteinelor [5]. Conținutul de fier în masa uscată de *P. sachalinense*, în faza formării butonilor florali este de 84,6 mg/kg, iar stronțiu are valori de 15 mg/kg.

Conținutul de reziduu (cenușă) al plantelor variază în dependență specie, organ, vârstă și condițiile de mediu. În mostrele analizate cantitatea de cenușă constituie 6,29%, fiind determinată prin metoda gravimetrică.

#### **Bibliografie:**

1. Bădulescu L. Biochimie horticolă. București. 2010.
2. Bumbu I. Microelementele în viața plantelor, animalelor și a omului. Chișinău. 1970.
3. Davidescu D., Velicica Davidescu. 1992. Agrochimia horticolă. Ed. Academiei Române. București.
4. Iovi A. Tehnologia îngrășămintelor minerale. Ed. Didactică și Pedagogică, București. 1977.
5. Madjar R., Davidescu V. Agrochimie. București. 2009.
6. Neamțu G. Biochimie alimentară, Ed. CERES. București. 1997.
7. Негряцэ Н., Мелентьева Е., Панасюк П. Методические указания для студентов к изучению темы: Биогенные элементы и периодическая система Д. И. Менделеева. Кишинев, Гос. Мед. Инст. 1986, 43с.

## ORIGINEA, PARTICULARITĂȚILE BIOLOGICE ALE SPECIEI *LINUM USITATISSIMUM* L. ȘI POTENȚIALUL EI DE UTILIZARE ÎN CONDIȚIILE REPUBLICII MOLDOVA

CUȚITARU DOINA,

*Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor al AȘM*

Inul de ulei, precum și inul de fibre aparține speciei *Linum usitatissimum* L. și face parte din familia *Linaceae* DC, genul *Linum* L. Pentru flora spontană a Republicii Moldova T. Гейдеман (1986), citată de V. Cantemir și A. Negru (2008), indică 8 specii de in (*Linum* L.): *L. flavum* L., *L. basarabicum* (*Săvul. et Rayss*) Klok. ex Juz., *L. linearifolium* Jav., *L. nervosum* Waldst. Et Kit., *L. hirsutum* L., *L. austriacum* L., *L. perenne* L. și *L. tenuifolium* L. [2]. Formele de in aflate în cultură au fost clasificate de diferiți cercetători după caracterele lor morfologice și însușirile fiziologice. În prezent se utilizează clasificarea după Vavilov și Elladi conform căreia specia *Linum usitatissimum* L. este împărțită în trei subspecii: *Linum usitatissimum* L. ssp. *eurasiaticum* Vav. et. Ell., *L. usitatissimum* L. ssp. *transitorium* Ell., *L. usitatissimum* L. ssp. *Vav. et mediterraneum*. Ell. [3, 4].

Centrul și vestul Asiei (India, Afganistan, Turkestan) sunt considerate zonele de origine ale inului, de unde el s-a răspândit spre vest și nord. Formele adaptate la climatul cald și secetos al regiunilor sudice au rămas mai scunde și mai ramificate, fiind utilizate pentru producția de semințe (ulei), iar cele evolute în nord, cu climat umed și răcoros, au tulpini înalte și neramificate, potrivite pentru producerea fibrelor. După unii autori se consideră, că majoritatea formelor de cultură actuale provin de la specia *Linum angustifolium* L., specie polimorfă, cu forme anuale, bienale și perene ce se atestă în flora spontană a unor țări europene din zona Mării Mediterane [4].

Inul este considerat a fi una din cele mai vechi plante cultivate de om. Semințele de in găsite în locuințele lacustre și în piramidele din Egipt confirmă cunoașterea acestei plante din cele mai vechi timpuri în așezările omenești. Pe teritoriul românesc au fost găsite resturi de tulpini și semințe de in ce se referă la perioada începutului formării orânduirii feudale, adică de prin secolele X-XI ale erei noastre [3]. Mai întâii inul era cunoscut ca formă sălbatică (spontană), apoi s-a început cultivarea lui atât pentru tulpinile din care se obțin fibre, cât și pentru semințele bogate în ulei. În Mesopotamia și Egipt această plantă era cunoscută deja circa 4000 de ani î.e.n., în Orientul Mijlociu se cultiva din epoca prebabiloniană, iar în Europa - din epoca de piatră. În locuințele lacustre din Elveția s-au găsit resturi de

plante din epoca bronzului [4]. În Rusia inul este cultivat începând cu secolul al XII-lea, deoarece clima umedă și țeptoasă a avantajat această preocupare. Rusia, astfel, a ajuns o mare exportatoare de articole de in, datorită fineții și rezistenței țesăturilor.

Pe parcursul multor sute de ani și până în prezent inul reprezintă un element important pentru economia diferitelor țări. Este o plantă medicinală, eterooleaginoasă și textilă, însă poate fi utilizată și în scopuri decorative. Importanța inului de ulei rezidă în faptul că de la el provin o serie de produse. În primul rând, uleiul care este depozitat în semințe în proporție de 40%. Uleiul de in este sicativ, din care cauză se folosește la fabricarea vopselelor, laurilor, linoleumului, cernelii etc., precum și în pictură [5]. Acest ulei este unul dintre cele mai vechi uleiuri comerciale care a fost utilizat de secole la vopsire și vernisaj. Nici un produs chimic artificial nu a înlocuit produsele de in [7]. În al doilea rând, turtele care rămân după extragerea uleiului și care constituie un excelent nutreț concentrat, în special, pentru vacile de lapte și pentru animalele în creștere, deoarece conțin 35% de proteină și 6% grăsimi. În hrana animalelor poate fi folosită și pleava, deoarece conține circa 7% de substanțe proteice. De remarcat, însă, că acest lucru este permis doar dacă pleava provine de la culturi fără cuscută, altfel ea trebuie distrusă prin ardere. Al patrulea produs sunt paiele din care se obțin fibre folosite ca materie primă pentru țesăturile grosiere (pânza pentru confecționarea sacilor, prelatelor etc.). Inul de ulei este un bun premergător pentru cerealele de toamnă. În afară de cele enumerate mai sus, de la inul pentru fuior se mai folosesc fibrele, pe care tulpinile lui le conține în proporție de 20%. Fibrele de in sunt foarte rezistente (de trei ori mai rezistente decât cele de bumbac), de calitate (fiind fine și posedând un luciu mătășos foarte apreciat) și răcoroase (fiind mai bune conducătoare de căldură decât cele de bumbac). Din fibrele de in se pot obține tot felul de produse textile. Fuiorul de in este o fibră naturală și ocupă primul loc în ierarhia fibrelor liberiene. Sunt utilizate și puzderiile (lemnul zdrobit), rezultat de la prelucrarea primară în topitoriile de in, care servește la fabricarea celulozei etc. [5].

Pentru Republica Moldova inul este o cultură cunoscută, dar rar întâlnită. Condițiile pedo-climatice ale țării, însă, permit cultivarea ei pe o bună parte a teritoriului. La începutul secolului trecut din materia primă autohtonă se confecționa cu succes pânză ce se folosea atât în interiorul țării, cât și se exporta. În prezent micile gospodării agricole au reușit să o readucă în cultură, cultivând-o pe suprafețe restrânse. Unul din motive ar fi dispariția sau incapacitatea industriei de prelucrare din Moldova de a prelua materia primă de la agricultori.



Inul este o plantă erbacee, anuală, având o perioadă de vegetație scurtă, între 80-100 de zile și un ritm de creștere foarte lent în primele 5 săptămâni [1, 5]. Rădăcina inului pentru ulei este pivotantă, pătrunde mai adânc în sol și e mai ramificată decât a inului pentru fibre. Tulpina inului pentru ulei este mai scundă și mai ramificată decât al celui de fuior, caracterul fiind mai pronunțat la inul mediteranean și mai puțin la cel mixt. Lungimea totală a tulpinii la inul mixt este de 55-70 cm (din care 20-30 cm lungimea tehnică), iar a inului mediteranean 40-50 cm [4]. Frunzele au formă liniar-lanceolată (inul mixt), oval-lanceolată (in mediteranean) [3, 4] și sunt mai numeroase (uneori peste 100) și mai mari la inul pentru fibră. Indicele foliar este de circa 4-5. Florile sunt dispuse în inflorescențe cimoase neregulate [4], cu 10-15 axe secundare, formate de-a lungul axei principale, însă uneori numărul ramificațiilor poate fi influențat de condițiile mediului, ajungând până la 20-25 (inul mixt) și 20-40 (in mediteranean). Floarea este de tipul 5. Sepalele sunt de aceeași culoare cu frunzele, ele persistând pe fruct și după maturitatea deplină. La majoritatea soiurilor culoarea petalelor este albastră, dar la unele genotipuri persistă culoarea albă sau violacee a petalelor [3]. Polenizarea este în general autogamă, alogamia apare în proporție mai mare în perioadele de secetă [4]. Fructul este o capsulă cu 5 loje. Fiecare lojă este împărțită în două printr-un perete fals și în fiecare despărțitură se găsește câte o sămânță. De regulă într-o capsulă sunt 7-9 semințe, dar nu 10 după cum ar trebui să fie. Sămânța la cele mai multe soiuri este de culoare castanie-roșiatică și mai rar poate fi colorată în galben-fildeșiu, galben-pai sau galben-verzui. Are formă ovală, alungită, turtită, cu un vârf mai mult sau mai puțin recurbat. De obicei, ar trebui să fie lucioasă, colorată uniform și nepătăată [3].

Inul este atacat de peste 40 de specii de dăunători, dintre care mai periculos este *puricele inului* (*Apbtona euphorbia* Serank.). Cele mai mari pagube le provoacă puricii în prima generație care apar uneori concomitent cu răsăritul inului. Cele mai eficace măsuri de luptă împotriva puricilor sunt: arătura adâncă de bază, semănatul timpuriu și combaterea directă cu insecticide. Odată cu puricii sunt combătuți și alți dăunători care pot ataca inul: buha semănăturilor, molia sfeclei, molia verzie etc.

Dintre bolile ce atacă inul merită a fi menționate următoarele: *fuzarioza*, *antracnoza*, *ascochitoza*, *rugina inului* și *pătarea brună a inului*. De regulă, împotriva tuturor acestor boli se luptă prin respectarea următoarelor măsuri preventive: necultivarea inului după in, (decât după 6-7 ani, din cauza așa-numitei „oboseli a solului” [5]); executarea arăturii de bază; însămânțarea timpurie a inului – folosirea numai a semințelor sănătoase; cultivarea de soiuri rezistente [3, 4, 6, 8]. Fuzarioza este una din cele mai

periculoase boli criptogamice pentru cultura inului. Boala este provocată de *Fusarium lini* Boll care pătrunde din sol în plantă prin rădăcină. În tulpină fuzarioza pătrunde în vasele conducătoare, împiedicând pătrunderea apei și a substanțelor nutritive. Din cauza secrețiilor ciupercii, plantele se ofilesc, tulpina se brunifică, iar rădăcina se distruge. Antracnoza este cauzată de agentul fungic *Colletotricbum linicola* Boll și poate ataca inul în tot cursul vegetației. Pe cotiledoane apar pete rotunde, transparente care devin apoi brune sau roșii-portocalii. Boala se răspândește prin sol și sămânță. Rugina inului (*Melampsora lini* Desm.) conduce la apariția unor pete de uredospori galbeni-ruginii care acoperă frunzele, tulpinile verzi, ramificațiile și sepelele. Atacul începe din faza de brădișor și se poate continua până la maturitate.

În afară de aceste boli, inul mai poate fi atacat și de alte ciuperci specifice inului și de paraziți comuni ai altor plante de cultură care provoacă pătarea brună a inului, putrezirea plăntuțelor de in, mucegaiul cenușiu și înnegrirea plantelor [3, 8].

#### **Bibliografie:**

1. Bîlteanu Gh. Din istoricul și viața plantelor tehnice. Editura Tineretului. București. 1964. 173 p.
2. Cantemir V.; Negru A. Familia Linaceae DC. ex S. F. Gray în flora Basarabiei. Mediul Ambient. 2008, nr. 6(42), 18-22. ISSN 1810-9551.
3. Doucet M.; Doucet I. Cultura inului de ulei. Editura Agro-Silvică. București. 1964. 50 p.
4. Muntean L. S. Mic tratat de fitotehnie – plante oleaginoase, textile, tuberculifere și rădăcinoase, Vol. II. Editura Ceres. București. 1997. 290 p. ISBN 973-40-0338-0. ISBN 973-40-0399-2.
5. Săulescu N.; Ștefan N.; Neumann C. Agrofitehnie și horticultură. Editura Didactică și Pedagogică. București. 1968. 510 p.
6. Stănescu Z.; Berindei M.; Popovici I.; Doucet M. 100 întrebări și răspunsuri privind cultura plantelor tehnice. Editura Agro-Silvică. București. 1964. 110 p.
7. Karg S. New research on the cultural history of the useful plant *Linum usitatissimum* L. (flax), a resource for food and textiles for 8,000 years. *Vegetation History and Archaeobotany*. 2011, 20(6), 507–508. ISSN1617-6278. DOI: 10.1007/s00334-011-0326-y
8. Попова Г. М.; Абрамова З. В. Семеноводство полевых культур. Лениздат. Ленинград. 1971. 335 с.

## **SPECTRUL AMINOACIZILOR LIBERI DIN PLASMA SEMINALĂ DE COCOȘ SUB INFLUENȚA REMEDIILOR BIOLOGICE ACTIVE**

*DIDILICĂ INA*

*Institutul de Fiziologie și Sanocreatologie al AȘM*

Instituțiile științifice continuă să activeze în domeniul menținerii sanogenității funcționării sistemului reproductiv și stopării degradării precoce funcționale și morfologice a acestuia. Menținerea intensității spermatogenezei ca proces fiziologic, care cuprinde totalitatea transformărilor prin care trec spermatogoniile, reprezintă una din sarcinile prioritare ale sanocreatologiei și se realizează prin formarea dirijată și reglementarea statusului fiziologic în condițiile variabile ale mediului [Balan, 2013].

Eficiența activității de reproducere a cocoșilor se reduce semnificativ la deficiențe de micronutrienți (seleniu sau zinc), care apare prin medierea dezvoltării testiculelor și prin scăderea calității materialului seminal [Balan, 2013]. Dintre oligoelementele esențiale, zincul și seleniul au un rol prioritar determinant în funcționarea normală a sistemului reproductiv și rațiile alimentare trebuie suplinite în mod obligatoriu cu aceste microelemente. De obicei, rațiile alimentare tradiționale cotidiene conțin sau sunt suplimentate cu aceste substanțe sub formă de compuși anorganici, iar problema constă în asimilarea inefficientă a zincului și seleniului, deoarece formele anorganice ale lor în mediul acid al tractului gastro-intestinal formează compuși insolubili, care nu se asimilează. În acest sens un interes deosebit reprezintă formele organice sintetizate, ce conțin zinc și seleniu și care s-au dovedit a fi esențiale pentru dezvoltarea normală a testiculelor și în derularea spermatogenezei [Underwood and Somer, 1977].

Performanța de reproducere la masculi este iminent legată de utilizarea și metabolismul aminoacizilor. Analiza spectrului aminoacidic al materialului seminal are o semnificație deosebită, deoarece aminoacizii formează moleculele proteinilor specifice, care participă la inițierea procesului de fecundare.

Deci, aminoacizii sunt elemente structurale, care joacă un rol esențial în metabolismul proteic, iar conținutul lor poate fi influențat de diverși constituenți organici, inclusiv de Zn cu un rol important în reproducere.

Este important de menționat, că aminoacizii și derivații lor participă în reglarea metabolismului, funcției organelor și țesuturilor organismului.

Funcțiile reglatoare ale aminoacizilor și derivaților lor sunt determinate de polifuncționalitatea lor chimică [Balan, 2013].

#### **Materiale și metode**

Materialul biologic a fost reprezentat de cocoși reproducători selectați după principiul de analogie conform rasei, vârstei, masei corporale, indicilor spermatoamei. Toate păsările au fost întreținute în condiții similare, hrănite cu furaj combinat, echilibrat după calitățile nutritive conform standardelor în vigoare. În loturile experimentale, în componența rației alimentare au fost incluși compuși coordinați ce conține zinc organic (LAZ) și seleniu organic (TAS).

Determinarea conținutului aminoacizilor liberi în plasma seminală de cocoș s-a realizat prin metoda cromatografiei lichide la analizatorul de aminoacizi „AAA-339M” (Producător „Microtehnă”, Cehia).

Datele obținute au fost prelucrate statistic și determinată veridicitatea lor în conformitate cu criteriul Student.

#### **Rezultate și discuții**

Cercetările efectuate au vizat determinarea conținutului aminoacizilor în plasma seminală de cocoș sub influența compusului coordinați ce conține zinc și seleniul organic și efectele acestuia asupra funcției de reproducere.

Determinarea aminoacizilor a fost realizată la cocoș la nivelul plamei seminale cu scopul de a cunoaște conținutul total de aminoacizi și în special conținutul de metionină. Deoarece, seleniul organic are posibilitatea de a se lega de acesta pentru a fi mai ușor asimilat în organism. Datele experimentale sunt prezentate în tabelul ce urmează.

Analizând conținutul aminoacizilor luați în studiu se constată faptul că, dintre aminoacizii liberi esențiali în plasma seminală prelevă arginina de 1,69 ori pentru lotul experimental, diferență ce atestă influența pozitivă a Zn și Se organic asupra conținutului aminoacizilor liberi. Din literatura de specialitate se cunosc funcțiile unice ale argininei, dintre care, reglarea celulară, sprijinirea sistemului imunitar, reglarea hormonală și metabolismul proteinelor. Rezultate în creștere se mai întâlnesc și la alte surse de cercetare [Balan, 2013]. De asemenea, un conținut ridicat al nivelului de aminoacizi în plasma sangvină de crap la administrarea seleniului organic se manifestă și în cazul cercetărilor Ani (2010), având efect pozitiv asupra valorificării proteinelor.

Conținutul de metionină din plasma seminală de cocoș prezintă valori mai ridicate în lotul experimental (de 1,11 ori mai mare) comparativ cu lotul martor. Creșterea conținutului de metionină la nivelul plamei seminale de cocoș confirmă faptul că seleniul organic influențează pozitiv absorbția

acestui aminoacid [Surai, 2006; Ani, 2010]. Metionina are, de asemenea, un puternic efect antioxidant și este activ în combaterea radicalilor liberi.

Tabelul 1.

*Conținutul aminoacizilor liberi în plasma seminală de cocoș la administrarea compusului coordinativ cu Se+Zn (mg/100 ml).*

Nr. d/o	Lotul Denumirea aminoacidului	Martor mg/100 ml	Experimental mg/100 ml
<b>Aminoacizii proteinojeni</b>			
<b><i>I. Aminoacizii esențiali</i></b>			
1.	Arginina	2,86 ± 0,2633	4,40 ± 0,8110
2.	Treonina	0,93 ± 0,0236	1,16 ± 0,1760
3.	Valina	0,76 ± 0,3745	0,64 ± 0,0976
4.	Metionina	1,06 ± 0,8518	1,18 ± 0,5670
5.	Izoleucina	0,74 ± 0,3159	0,75 ± 0,0617
6.	Leucina	1,22 ± 0,3076	1,07 ± 0,0844
7.	Fenilalanina	0,88 ± 0,1757	0,68 ± 0,0802
8.	Lizina	1,00 ± 0,2355	0,80 ± 0,2051
9.	Histidina	1,43 ± 0,5557	1,19 ± 0,0274
<i>Σ am. Esențiali</i>		10,89 ± 2,6427	11,86 ± 0,7302
<b><i>II. Aminoacizii neesențiali</i></b>			
10.	Serina	4,07 ± 0,4196	3,20 ± 0,8923
11.	Prolina	0,9 ± 0,1189	0,63 ± 0,0529
12.	Glicina	4,88 ± 1,2972	2,64 ± 0,2887
13.	Alanina	3,72 ± 1,1616	2,97 ± 0,2053
14.	Asparagina	17,87 ± 4,4264	19,74 ± 0,1638
15.	Ac. aspartic	3,78 ± 1,0737	3,82 ± 1,0736
16.	Glutamina	31,30 ± 8,0429	28,92 ± 1,2817
17.	Ac. glutamic	68,22 ± 21,0949	65,83 ± 3,6860
18.	Tirozina	1,49 ± 0,5721	1,78 ± 0,4486
19.	Cisteina	0,93 ± 0,2242	0,78 ± 0,1857
<i>Σ am. neesențiali</i>		137,17 ± 36,6558	130,29 ± 2,9192
<i>Σ am. proteinojeni</i>		148,06 ± 35,8151	142,15 ± 2,1966
<b>Aminoacizii neproteinojeni sau derivați ai aminoacizilor</b>			
20.	Taurina	7,57 ± 1,2840	6,60 ± 1,1451
21.	Hidroxiprolina	34,76 ± 10,0555	34,36 ± 11,1718
22.	Ac. cisteinic	0,86 ± 0,1254	0,98 ± 0,3766

23.	Ac. $\gamma$ -aminobutiric	0,04 $\pm$ 0,0103	0,07 $\pm$ 0,0227
24.	Ureea	0,08 $\pm$ 0,0559	0,08 $\pm$ 0,0559
25.	Amoniac	2,55 $\pm$ 0,4964	2,03 $\pm$ 0,5450
$\Sigma$ am. liberi		191,29 $\pm$ 45,7951	184,17 $\pm$ 12,9310

Conținutul de treonină din plasma seminală de cocoș prezintă valori ridicate la lotul experimental (1,16 mg/100 ml) comparativ cu lotul martor (0,93 mg/100 ml).

Din datele experimentale se constată o creștere esențială în cazul asparaginei – de 1,10 ori pentru lotul experimental. În același timp, sesizăm o majorare a conținutului acidului aspartic de 1,01 ori pentru lotul experimental. De asemenea, crește concentrația tirozinei de 1,19 ori în cazul lotului experimental comparativ cu lotul martor. De rând cu acidul glutamic, acidul aspartic este implicat în eliminarea amoniacului [Balazs, 2005], contribuind la transformarea amoniacului în uree nontoxică, care este apoi eliminată din organism.

Urmărind în dinamică modificările conținutului aminoacizilor liberi în plasma seminală în prezența compusului coordonativ se constată că conținutul sumar al aminoacizilor liberi constituie 184,17 mg/100 ml pentru lotul experimental.

Din grupele funcționale cantitatea de bază o constituie aminoacizii liberi proteinogeni – 142,15 mg/100 ml, dintre care, aminoacizii liberi esențiali constituie 11,86 mg/100 ml și aminoacizii neesențiali 130,29 mg/100 ml.

### Concluzii

Se constată că adaosul de zinc și seleniul organic a determinat majorarea cantității de aminoacizi în plasma seminală de cocoș.

Din analiza conținutului total de aminoacizi liberi din plasma seminală de cocoș se constată o cantitate mai crescută a aminoacizilor, în special a celor cu rol semnificativ în reproducere. Din conținutul total de aminoacizi, arginina este de 1,69 ori mai ridicată la lotul experimental.

Utilizarea compușilor coordonativi cu zinc și seleniu, determină sporirea conținutului de aminoacizi în plasma seminală de cocoș.

### Bibliografia:

1. Anî A. R., Șara. A., Barbu A. Și Bentea M. Organic Selenium (Sel-plex) and its impact on the indice of growth. consumption and meat quality of carp the Galitian Variety. USAMV Timișoara. 2010, Vol 43;
2. Balan I. Teoria și practica crioconservării spermei de cocoș în tehnologia reproducerii descendenților sănătoși. Teza dr. hab. biol. Chișinău. 2013, 253 p.
3. Balazs R. Excitatory amino acid transmission in Health and Disease. Binding, Hardback Book Condition. 2005. 369 p.

4. Surai P. F. Selenium in nutrition and health. University Press. Nottingham. 2006.

5. Underwood E. J. and Somer M. Zinc: Trace Elements in Human and Animal Nutrition. 4th edn. In: Academic Press, New York, 1977, p. 196-242.

## **DERULAREA SPERMATOGENEZEI ÎN FUNCȚIE DE PROPRIETĂȚILE BARIEREI HEMATOTESTICULARE**

*DUBALARI ALEXANDRU*

*Institutul de Fiziologie și Sanocreatologie al AȘM*

În organismul uman există bariere fiziologice care sunt prezentate ca un complex de mecanisme care reglează procesele metabolice în sistemul sanguin și țesuturi. Dintre aceste bariere putem menționa bariera hematoencefalică, bariera hematooftalmică, bariera transplacentară, bariera hematolicvorială, bariera hematotesticulară și al. Procesele de formare și maturizare a spermatozoizilor au loc în tuburile seminifere. În procesul diferențierii pe parcursul etapelor spermatogenezei celulele (spermatocitele), migrează tot mai aproape și mai aproape de lumenul tubului. La sfârșitul procesului spermatozoizii formați se mișcă ulterior prin lumen [2, 15].

Celulele sexuale în această perioadă nu sunt singure, dar se află în vecinătatea celulelor, care mențin, alimentează și protejează celulele, adică a celulelor Sertoli. În perioada migrării celulelor sexuale, acestea neapărat trebuie să treacă prin continuitatea liniei celulelor Sertoli. În această ordine de idei există bariera hematotesticulară (BHT), care este formată din substanțe intercelulare foarte durabile și care se află anume acolo unde celulele definitiv nu mai sunt totipotente și pleacă „în călătoria ireversibilă”, sunt înaintate pe calea diferențierii terminale [3]. BHT este necesară pentru: (1) Separarea celulelor stem totipotente de cele diferențiate. Totodată, ține de menționat că pentru păstrarea proprietăților celulelor totipotente este necesar un micromediu special [3, 9]. Însă, dacă în acest mediu nimeresc celule în stadiul de diferențiere, diferențierea lor se stopează, acestea încep să revină în starea totipotentă și nici odată nu vor iniția începutul formării spermatozoizilor. Este neadecvată și prezența celulelor totipotente, care nimeresc în micromediul necesar pentru diferențiere, acestea pentru totdeauna pierd proprietățile sale, diferențiază în spermatozide, dar care nu se transformă în spermatozoizi. (2).

BHT este necesară pentru neadmiterea pătrunderii celulelor în stare de transformare (s-au a celulelor mature în sânge s-au limfă). Acest proces constă în faptul, că pe parcursul diferențierii pe suprafața acestor celule apar tot mai mulți și mai mulți antigeni, care interacționând cu anticorpii (care în mare număr se află în limfă și sânge) provoacă reacții imunodepresive, ceea ce constituie un eveniment distrugător atât pentru celulele sexuale cât și pentru organism în ansamblu [3].

Reieșind din faptul, că BHT este destul de rezistentă, apare problema în ce mod celulele aflate la etapele de transformare pot pătrunde prin barieră, o pot penetra evitând distrugerea acesteia? S-a dovedit, că la pătrunderea celulelor prin barieră, ultima poate să se reînnoiască. Acest fenomen are loc sub evoluția undulată a procesului de spermatogeneză. Adică, atunci când o undă nouă se începe, unda precedentă, cea veche, încă nu s-a terminat. Celulele aflându-se la delimitarea, la marginea de trecere a barierei sunt acoperite. Ulterior celulele penetrează bariera, iar bariera la rândul ei se autoreînnoiește [2]. Această barieră servește pentru migrarea celulelor aflate la etapa diferențierii, iar funcția de protecție a genomului celulelor epiteliului germinativ se atribuie complexului integral și al diferitor structuri tisulare componente. Din componența acestei bariere face parte endoteliul capilarelor cu membranele lui, pericitele care au proprietate de fagocitoză, țesutul interstițial, învelișul tubului seminifer, membrana bazală a stratului epiteliiospermatic, interacțiunile dintre celulele Sertoli [7].

În prezent interacțiunile menționate (contactele) dintre celulele Sertoli sunt apreciate ca cele mai eficiente componente ale BHT [6, 7] (contactele sunt cele mai durabile dintre toate barierele). După aceiași autori substanțele care pot penetra bariera conform vitezei de permeabilitate se clasifică în trei grupe: 1) Substanțele care liber trec prin BHT (apa tritiată, alcool, ureea și soda). 2) Substanțele care pătrund prin BHT destul de lent (serotonina, actinomicina - D, L-DOFA). 3) Substanțele care pătrund numai în limfa testiculelor (albuminele și inulina). BHT caracterizată prin durabilitatea înaltă, permeabilitatea selectivă și completivitatea structurilor morfologice, coordonează procesul de spermatogeneză îndeplinind un șir de deosebite funcții [14].

Funcția principală a BHT este protectoare, deoarece nu permite celulelor imune să pătrundă în tuburile seminifere preîntâmpinând reacțiile autoimune. Această barieră de asemenea posedă proprietate de permeabilitate selectivă pentru diferite substanțe protejând celulele sexuale de influența factorilor biologici și chimici. BHT de asemenea protejează cele mai vulnerabile spermatoците și spermatoide în faza condensării cromatinei de substanțele care pot provoca mutațiile genetice nedorite.



Structura BHT formează în tuburile seminifere un mediu special hormonal necesar pentru derularea spermatogenezei. S-a dovedit că, testosteronul trece prin barieră mai liber decât alți steroizi, cum ar fi estrogenii și dehidrosteronul [7, 13].

În același timp, BHT îndeplinește funcția protecției genetice a celulelor sexuale aflate la etapa de diferențiere fiindcă BHT nu este permeabilă pentru substanțele capabile liber să pătrundă în nucleul celulei și a provoca diverse mutații [15]. Modificarea permeabilității BHT poate avea loc sub influența diferitor factori, care pot fi clasificați după cum urmează: 1) Factorii care provoacă orhita autoimună, imunizarea cu extractul testiculelor provoacă dereglarea BHT, ca rezultat antigenii capătă acces la celulele reproductive ceea ce pornește mecanismul reacțiilor imune. Traumatizarea testiculelor provoacă orhita și dereglarea BHT. Clorura de cadmiu provoacă procesele autoimune în testicule atunci când alte organe nu sunt atacate. Criptorhismul, hipoxia, vazectomia. Factorii numiți dereglează componentele structurale ale BHT, modifică permeabilitatea barierei și perturbază protecția imună a epiteliului spermatogen. 2) Factorii de natură hormonală, spermatogeneza este un proces hormonodependent. Pentru realizarea spermatogenezei sunt necesari hormonii gonadotropi ai hipofizei - foliculostimulator și luteinizant. Așa dar permeabilitatea BHT și ultrastructura componentelor se supun reglării hormonale a spermatogenezei. 3) Factorii care afectează testiculele sub influența agenților chimici, fizici s-au farmaceutici. Temperatura avansată provoacă inhibarea s-au stoparea spermatogenezei, însă asupra permeabilității BHT influențează neesențial. Aminele biologice (epifedrina) dereglează spermatogeneza dar nu permeabilitatea BHT [11].

Pentru stabilirea modificării permeabilității BHT în fiecare caz concret sunt necesare studieri speciale [15]. Prin BHT nu pătrund coloranții speciali, L-DOFA, anticorpii de clasa C, dar trec albuminele, alfa- și betaglobulinele, hormonii gonadotropi (HFS, HL, estrogenii) [1, 15].

Filtrarea biologică prin BHT se realizează din contul proceselor osmotice, dializei, modificării proprietăților electrice, afinității tisulare și activității metabolice a elementelor celulare [11, 13]. Permeabilitatea BHT se modifică sub influența sistemului nervos vegetativ și factorilor umorali. Paralel cu hormonii care circulă în sânge asupra permeabilității în mare măsură influențează substanțele tisulare biologice active și enzimele sintetizate de celulele endoteliului și elementele celulare ale spațiului interstițial [10]. Unele dintre aceste substanțe sunt hialuronidaza – enzima care provoacă depolarizarea acidului hialuronic, substanței principale a spațiului intercelular, care brusc sporește permeabilitatea barierei, aminele

biologice – serotonina (scade permeabilitatea) și histamina (sporește permeabilitatea), heparina – inhibă hialuronidaza și provoacă diminuarea citochinazei, care activează plasmogenul și permeabilitatea barierei. Sporesc permeabilitatea BHT și metaboliții, care modifică valoarea pH, de exemplu acidul lactic [10, 11]. Factorii care pot influența asupra permeabilității și care parțial distrug bariera sunt – suprarăcirea, supraîncălzirea, ischemia, unele infecții, traume etc. Deteriorarea BHT provoacă formarea în sânge a autoanticorpilor celulelor spermatogene, are loc aspermatogeneza autoimună ce duce la pierderea proprietăților fecundative ale spermatozoizilor [10, 15].

Așadar, starea BHT și gradul de permeabilitate a ei pentru diferite substanțe prezintă o semnificație deosebită atât fundamentală, cât și aplicativă. La reglarea permeabilității BHT este posibilă crearea condițiilor pătrunderii substanțelor nutritive în sistemul reproductiv și prin aceasta de a influența dirijat asupra stării funcționale a stratului germinativ al testiculelor și intensității spermatogenezei la bărbați.

Menținerea dezvoltării celulelor sexuale pot realiza numai celulele Sertoli complet diferențiate [1, 3]. Diferențierea acestora se termină la vârsta prepubertată, înainte de maturarea sexuală a bărbaților [8]. De asemenea trebuie de menționat că diferențierea celulelor Sertoli poate fi un proces reversibil, adică după întreruperea influenței factorului nefavorabil, diferențierea celulelor se restabilește [4]. Stratul epiteliiospermatogen constă din două varietăți principale de celule: 1) celulele spermatogene, care se află la diferite stadii de diferențiere (celulele totipotente, spermatogoniile, spermatocitele, spermatidele și spermatozoizii). 2) celulele susținătoare s-au sustenocitele, care se mai numesc celulele Sertoli. Ambele varietăți de celule se află în strânsă legătură morfofuncțională. Celulele susținătoare se află pe suprafața membranei bazale, au o formă piramidală și ajung cu vârful lor lumenul canaliculelor seminifere. Pe suprafața laterală a sustenocitelor se formează aprofundări sub formă burulete, unde se situează spermatogoniile, spermatocitele și spermatidele aflate la stadiul de diferențiere. Dintre celulele Sertoli învecinate se formează contactul durabil, care împarte epiteliul spermatogen în două secții exterioară s-au bazală și interioară s-au aluminală [1, 12].

În latura bazală se află spermatogoniile care au acces liber la substanțele nutritive din capilarele sanguine. În partea aliuminală se găsesc spermatocitele la stadiul meiozei, spermatidele și spermatozoizii care nu au acces la lichidul tisular dar acumulează substanțele nutritive nemijlocit de la celulele Sertoli. Epiteliocitele susținătoare (Sertoli) formează microînconjurarea necesară pentru celulele sexuale aflate la etapa de

diferențiere, izolează celulele sexuale aflate la etapele de formare, de substanțele toxice și diferiți antigeni și inhibă dezvoltarea reacțiilor imune [14]. Astfel sustenocitele prezintă componentul principal al BHT. Paralel, sustenocitele au proprietate de fagocitoză a celulelor sexuale degenerate și produc liza lor prin intermediul aparatului lizozomal propriu.

Celulele Sertoli sintetizează proteina androgen fixatoare (PAF), care transportă hormonul sexual masculin la spermatozoizi. Secretarea PAF intensifică HFS (hormonul foliculo-stimulator) al adenohipofizei. Epiteliocitele susținătoare conțin receptorii HFS, testosteronului și derivaților lui. Există două tipuri de celule Sertoli – luminoase și întunecate. Cele luminoase sintetizează inhibina – factorul care inhibă secretarea HFS, iar cele întunecate secretează factorul, care stimulează divizarea celulelor spermatogene. Celulele Sertoli îndeplinesc funcțiile trofice și de sinteză, fiind component structural al BHT. Ele mențin componența stabilă a spermoplasmei. Citoplasma celulelor Sertoli conține un număr mare de lizozomi, cu participarea căror are loc digestia rămășițelor spermatogenezei și a spermatozoizilor degenerați [13, 15]. Informația expusă despre celulele Sertoli prezintă interes fiind-că, anume de acestea depinde sporirea numărului de spermatogonii [6]. Până la sfârșitul perioadei de pubertate, care are loc la vârsta de 12-14 ani, celulele Sertoli activ proliferază. În perioada de maturizare sexuală ele de acum nu se mai multiplică. Între ele apar contacte (interacțiuni) dure, care prezintă BHT. La cultivarea artificială celulele Sertoli proliferază fără formarea contactelor dure, între ele [1, 6, 7]. În cercetările contemporane s-a demonstrat că celulele Sertoli obținute prin cultivarea lor, fiind transplantate sunt apte de a forma noi canalicule seminifere și de a menține dezvoltarea celulelor sexuale [12, 14]. Aceste rezultate pot fi folosite în transplantologie și sanocreatologie la menținerea dirijată a spermatogenezei.

#### **Bibliografie:**

1. Chui K. et al. Characterization and functionality of proliferative human Sertoli cells. *Cell. Transplantation*. 2011, 20 (5), 619-635.
2. Dirc G. et al. All you wanted to know about spermatogonia but were afraid to ask. *J. of Andrology*. 2000, 21, 776-799.
3. Geijsen N. et al. Derivation of embryonic germ cells and male gametes from embryonic stem cells. *Nature*. 2004, 427(6970), 148-54.
4. Liu R. Z. et al. Molecular genetic mechanisms of teratozoospermia. *Zhonghua Nan Ke Xue*. 2013, 19, 12, 1059-1067.
5. Nagano M. et al. Retrovirus-mediated gene delivery into male germ line stem cells. *FEBS Lett.*, 2000, 475(1), 7-10.

6. Pitetti J. L. et al. An essential role for insulin and Igf1 receptors in regulating Sertoli cell proliferation, testis size, and FSH action in mice. *Mol. Endocrinol.*, 2013, 27(5), 814-827.
7. Sato Y. et al. Establishment of adult mouse Sertoli cell lines by using the starvation method. *Reproduction*, 2013, 145(5), 505-516.
8. Skinner M., Cristofold M. Sertoli cell biology. London, Elsevier Academic Press, 2005, 235 p.
9. Van Pelt A.M. et al. Establishment of cell lines with rat spermatogonial stem cell characteristics. *Endocrinology*, 2002, 143(5), 1845-50.
10. Борончук Г. В., Балан И. В. Структурно-функциональные и биохимические изменения в биологических системах при криоконсервации. Chișinău: Tipogr. AȘM, 2008, 632 p.
11. Виноградов С. Ю. и др. Основы морфогенеза внутриутробного развития человека, Иваново, 2011, 35 с.
12. Кулибин А. Ю., Малолина Е. А. Характеристика культуры клеток Сертоли в условиях повышенной температуры и гипоксии. *Цитология*, 2013, 55, 11, 788-797.
13. Малолина Е. А., Колибин А. Ю. Повышение регенеративного потенциала клеток Сертоли в следствие теплового воздействия. *Мол. Мед.*, 2012, 4, 17-26.
14. Саяпина И. Ю. Морфофункциональная характеристика органов репродуктивной системы крыс при адаптации к низким температурам и на фоне коррекции. Автореф: дисс. доктора биол. наук, Благовеншиск, 2013, 32 с.
15. Тиквинский О. Л. Руководство по андрологии. Л.: Медицина, 1990, 416 с.

**PARTICULARITĂȚI ALE EVOLUȚIEI  
SPERMATOCITOGENEZEI ÎN DIVERSE PERIOADE DE  
DEVOLTARE A ORGANISMULUI**

*FIODOROV NICOLAI*

*Școala doctorală științe biologice*

*Institutul de Fiziologie și Sanocreatologie al AȘM*

Transformarea succesivă prin care trec celulele sexuale de la spermatogonii până la spermatozoide constituie spermatocitogeneza, care evoluează prin perioadele de multiplicare, creștere și maturare și sub influența inhibinei, secretată din sistemul endocrin al embrionului [2]. După migrarea celulelor sexuale primare (CSP) în gonade, ele se supun diviziunilor cu formarea spermatogoniilor neidentificate, care la rândul lor se

diferențiază în spermatogonii de tipul  $A_1$ , adică se inițiază perioada de multiplicare.

Aceste celule sunt caracterizate printr-un nucleu oval și dimensiuni mai mici decât ce ale CSP. Fiecare spermatogonie de tipul  $A_1$  reprezintă o celulă totipotentă, care are proprietăți de a se autoreproduce, precum și proprietăți de a forma celule de tip nou, precum și produce spermatogonia de tipul  $A_2$ . La divizarea acesteia se formează spermatogonia de tipul  $A_3$ , care la rândul său prin divizare se transformă în spermatogonie de tipul  $A_4$ . Din ultima se formează spermatogoniile intermediare, iar spermatogoniile intermediare divizează cu formarea spermatogoniilor de tipul B. Divizarea consecutivă menționată poartă denumirea de spermatogonială. Divizarea spermatogonială are loc permanent până la vârsta de maturizare sexuală a organismului. Numărul de divizări a unei spermatogonii se află în limitele 1-4 și este strict determinată genetic, iar numărul mare de spermatozoizi se formează datorită celulelor totipotente. După divizare spermatogonia de tipul B trece prin perioada creștere.

Procesul de evoluție a spermacitogenezei și de formare ulterioară a spermatozoizilor se blochează până la vârsta de pubertate la săptămâna a șasea de dezvoltare embrionară sub influenței inhibinei, care deja se secretă din sistemul endocrin al embrionului [2]. La atingerea vârstei de pubertate spermatogeneza continuă prin perioada de creștere a spermacitogenezei [11]. În această perioadă are loc diferențierea celulelor prin meioză, ca rezultat se formează spermatocitele de gradul I. Acestea se deosebesc de spermatogonii prin amplasarea lor în epiteliu germinativ mai aproape de lumenul canaliculelor.

Ulterior spermacitogeneza continuă prin perioada de maturizare. Sensul acestei perioade constă din două divizări meiotice. Spermatocitul de gradul I se divizează dând naștere în două celule - spermatocite de gradul al II. În acest stadiu se desfășoară fenomene complexe nucleare. În particular, cromozomii situați pe ecuatorul fusului de diviziune nu se mai divizează longitudinal, pentru a-și dubla numărul, cum acest proces se produce la divizarea obișnuită a celulelor somatice. La această fază toți cromozomii se repartizează în două grupuri (două jumătăți): una migrează spre un pol al celulei, iar cealaltă spre polul opus. După scindarea protoplasmei celulare, celulele nou-formate vor avea numai jumătate din numărul de cromozomi (haploid) pe care îl aveau celulele mamă.

Astfel, în nucleele celulelor sexuale (spermatocitul de gradul al II) există o jumătate din numărul de cromozomi caracteristic spermatocitului de gradul I. Această diviziune este reduțională, deoarece cromozomii au fost reduși la jumătate, atât numeric, cât și în volumul masei celulare, astfel

întrucât masa cromatică a spermatoцитului de gradul II reprezintă numai jumătate din masa cromatică a spermatoцитului de gradul I. Un mare număr de celule ale liniei seminale degenerază în diferite stadii de evoluție; unele dispar prin citoliză; altele rămân în tubii seminiferi; unde formează mase voluminoase protoplasmatic. Aceste celule au unul s-au mai mulți nuclei hiper cromatici, asemănători celulelor gigantice. În perioada pubertății spermatogoniile, spermatoцитele și spermatoidele sunt așezate în straturi suprapuse în succesivitate progresivă, pe toată lungimea tubului seminifer, de la bază spre lumenul tubului [6, 11]. Continuarea maturizării spermatozoizilor are loc în epididim, care se împarte în trei sectoare funcționale importante: capul, corpul și coada. Funcțiile acestora constau în sporirea concentrației, maturizarea și păstrarea spermatozoizilor. Majoritatea lichidului, în care spermatozoizii se transportă din canaliculele seminifere a testiculelor, se supune absorbției în capul epididimului, iar rezultatul acestui fenomen sporește corespunzător concentrația spermatozoizilor. Epiteliul epididimal secretă plasmă, în care spermatozoizii se află în stare flotantă.

Spermatozoizii nou formați trecând prin zonele respective ale epididimului se supun diverselor modificări. De exemplu, aici are loc modificarea sarcinii superficiale, componenței proteinelor membranare, imunoreactivității, conținutului fosfolipidelor și acizilor grași, activității adenilciclazei etc. întru stabilizarea integrității structurale a membranelor spermatoide și proprietăților fecundative ale spermatozoizilor [12], care deseori suportă anumite devieri de la norma fiziologică.

Cele mai frecvente sunt migrarea spermatozoizilor în canalul epididimal, influența ocitocinei, capsula lipoproteică, sarcină electrică a spermatozoidului, reacția mediului, produsele metabolice, temperatura scrotului, excitabilitatea centrului nervos al ejaculării și al., semnificația căror nu este definitiv clară [1, 4, 10]. În același timp, formarea radicalilor liberi poate provoca distrugerea oxidativă a lipidelor și proteinelor deregând funcția acestora [8, 9, 14].

La etapa spermiogenezei continuă diferențierea succesivă a celulelor sexuale care fac posibilă proprietatea de mobilitate a spermatozoidului [11], unde pot exista devieri în vederea formării și condensării nucleului, acrozomului, flagelului, inelului mitocondrial și lichidării picăturii plasmatic [10]. Ulterior, după formarea spermatozoizilor în tuburile seminifere, aceștia migrează în canalul epididimal. Migrarea spermatozoizilor se realizează în urma contracției căilor de eliminare sub influența ocitocinei, continuă procesul de maturizare. În canalul epididimal,

spermatozoizii continuă procesul de maturizare, care durează 6-8 zile. Spermatozoizii maturi se concentrează în coada epididimului.

Procesul de maturizare constă în formarea unui înveliș protector în jurul spermatozoidului. Acest strat, bogat în lipide, poartă denumirea de capsulă lipoproteică și se organizează din contul secreției coloidale a mucoasei canalului epididimal, Capsula lipoproteică mărește rezistența spermatozoidului față de factorii mediului extern și în special față de aciditate. De asemenea, în epididim spermatozoizii capătă o sarcină negativă, care previne aglutinarea acestora.

Prin urmare, spermatozoidul devine complet matur și este apt de fecundare numai după ce ajunge în epididim și, mai exact, în canalele deferente ale acestuia. Paralel cu rolul de maturare, epididimul are și un rol specific de rezervor pentru spermatozoizi. S-a constatat că în zona cea mai lărgită a epididimului (coada), spermatozoizii se concentrează într-un număr cel mai mare. În epididim spermatozoizii își păstrează proprietatea de fecundare în decurs de 1-2 luni. Această proprietate se explică prin următoarele fapte: 1) În epididim se organizează o reacție ușor acidă (pH-6,5), care determină trecerea spermatozoizilor în stare de anabioză. 2) Vascularizația abundentă a canalului epididimal asigură metabolismul elementelor tisulare și eliminarea produselor metabolice. 3) Temperatura scrotului fiind cu 3-4 °C mai scăzută comparativ cu cea a corpului favorizează supraviețuirea spermatozoizilor. În cazul pauzelor sexuale prelungite, spermatozoizii neejaculați se supun procesului de îmbătrânire, își pierd viabilitatea și mor. Spermatozoizii morți sunt supuși fagocitozei în spermatofagi, celule mari după dimensiuni, care sunt prezente în lumenul canalului epididimal. Atât spermatozoizii supuși fagocitozei, cât și cei îmbătrâniți se acumulează în coada epididimului și dacă actul sexual (ejacularea) întârzie, aceștia prin volumul lor exercită compresiuni asupra mecanoreceptorilor epididimului și, în așa fel, sporesc excitabilitatea centrului nervos al ejaculării amplasat în regiunea lombară a encefalului.

Așa dar, în anumite condiții, pragul de excitație a centrului de ejaculare se depășește și organismul omului ejaculează spontan. Uneori spermatozoizii sunt eliminați în amestec cu urina [6]. La migrare prin canalele epididimului spermatozoizii se modifică suportând un șir de schimbări morfologice, biochimice, biofizice și metabolice [3]. Rezultatul acestor modificări provoacă sporirea potențialului mobilității și obținerea proprietății de capacitate. Toate acestea modificări sunt condiționate atât de activitatea funcțională a epitelului epididimului, care se deosebește prin activitatea secreto-resorbțională înaltă, cât și prin realizarea programei de maturizare a gameților [12]. Pentru maturizarea spermatozoizilor este

deosebit de importantă fosforilarea resturilor proteice [10]. Un rol important în activarea acestui proces revine proteinchinazei A. La spermatozoizii maturi fosforilarea are loc, iar în prezența ionilor de calciu ea în oarecare măsură se inhibă, ceea ce denotă sensibilitatea înaltă a acestei enzime la prezența ionilor de calciu [3, 4]. La spermatozoizii nematuri, care participă la reglarea nivelului de calciu ATP-azele înlătură acești ioni din citoplasmă [3]. În aceste condiții se formează carență de ATP, care inhibă fosforilarea resturilor tirozinei din componența proteinelor [4]. La maturizarea spermatozoizilor în epididim are loc fosforilarea intensivă a proteinelor mitocondriale [1] și acest proces provoacă generarea radicalilor liberi. Ca sursă a prezenței acestora pot fi mitocondriile și membranele citoplasmaticice ale spermatozoizilor [1, 5].

În același timp, formarea radicalilor liberi poate provoca distrugerea oxidativă a lipidelor și proteinelor dereglând funcția acestora [9, 13].

Investigarea modificărilor spațiale ale proteinelor spermatozoizilor demonstrează, că cauza principală a deficitului de ATP, sunt mitocondriile nematurizate [4]. Totodată, cercetarea proteinelor spermatozoizilor din cap și coadă a epididimului demonstrează, că în procesul maturizării se dublează conținutul resturilor fosforilate ale serinei, care reprezintă beta-subunitate a FI-ATP-azei mitocondriale. Semnificația acestui proces nu este clară [4]. Concomitent s-a stabilit că maturizarea spermatozoizilor în epididim se asociază cu fosforilarea resturilor tironinei în următoarele proteine: proteinaglucozoreglătoare (GRP 78), proteina șocului termic de proveniență testiculară (HSP 70), actina, beta-tubulina, lactatdehidrogenaza, precum și a două proteine mitocondriale - aconitaza și beta-subunitatea FI-ATP-azei. De asemenea este observată o cantitate sporită de fosfotreonina în corpul spermatozoizilor și, anume, aici este prezentă o aglomerare majoră de mitocondrii.

Este stabilit că în procesul maturizării spermatozoizilor în epididim se observă majorarea de cinci și mai multe ori a conținutului proteinei fosfatidiletanolaminei fixatoare, care inhibă capacitatea prematură în coada epididimului [4, 7]. Este necesar de menționat, că maturizarea spermatozoizilor asociată cu fosforilarea resturilor aminoacizilor din structura proteinelor provoacă la spermatozoizi o mobilitate hiperactivă. Momentul principal al acestui proces este expresia fosfotirozinei a proteinelor gâtului spermatozoizilor. Maturizarea funcțională a mitocondriilor spermatici în corpul și coada epididimului are un rol important în capacitație, iar glicoliza este necesară pentru inițierea mobilității progresive a spermatozoizilor.



La om este stabilită proteina epitelială P34 din grupa dehidrogenazelor, reductazelor, care poate servi ca marker al maturizării spermatozoizilor în epididim și participă la conexiunea lor cu membrana lucitoare a ovulului, iar hiperosmolaritatea lichidului din canalul epididimului contribuie la sporirea rezistenței spermatozoizilor contra influenței nefavorabile a mediului înconjurător.

**Bibliografie:**

1. Aitken R. J. et al. Proteomic changes in mammalian spermatozoa during epididymal maturation. *Assia J. Androl.*, 2007, 9, 4, 554-564.
2. Allenby G. et al. Evidence that secretion of immuno-inactive inhibin by seminiferous tubules from the adult rat testis is regulated by specific germ cell types: correlation between in vivo and in vitro studies. *Endocrinology*, 1991, 128(1), 467-76.
3. Balan I. Modificări ale funcției de barieră a membranei spermatozoizilor de cocoș în procesul de crioconservare. *Revista Română de Medicină Veterinară*, 2013, Serie nouă, 23, 1, 97-106.
4. Baker M. et al. Identification of post-translational modifications that occur during sperm maturation using difference in two-dimensional gel electrophoresis. *Proteomics*, 2005, 5, 1003-1012.
5. De Iulius G. N. et al. Definitive evidence for the non-mitochondrial production of superoxide anion by human spermatozoa. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, 2006, 91, 1968-1975.
6. Lunca N. și al. Reproducția animalelor domestice. București, 1964, vol.1, ed. II, 482 p.
7. Nixon B. et al. The identification of mouse sperm-surface-associated proteins and characterization of their ability to act as decapacitation factors. *Biol. Reprod.*, 2006, 74, 275-287.
8. Pitetti J. L. et al. An essential role for insulin and Igf1 receptors in regulating Sertoli cell proliferation, testis size, and FSH action in mice. *Mol. Endocrinol.*, 2013, 27(5), 814-827.
9. Valko M. et al. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *Inter. J. Biochem. & Cell. Biol.*, 2007, 39, 45-56.
10. Борончук Г.В., Балан И.В. Структурно-функциональные и биохимические изменения в биологических системах при криоконсервации. Chișinău: Tipogr. AȘM, 2008, 632 p.
11. Гилберт С. Биология развития. М: Мир, 1995, 3, 352 с.
12. Жабин С.Г. и др. Современное представление о созревании сперматозоидов в придатке яичка. *Пробл. Репродукции*, 2010, 66-73.
13. Унанян Л.С. и др. Окислительная модификация белков сыворотки крови белых крыс под влиянием шума и адrenoблокаторов. *Биол. Журн. Армении*, 2010, 1(62), 79-83.

14. Фурдуй Ф.И., Чокинэ В.К., Фурдуй В.Ф. Три важнейшие проблемы физиологии и санокреатологии, детерминирующие состояние здоровья общества. Пути их решения. Buletinul AȘM. Științele vieții, 2015, 1(325), 4-16.

## **METODE DE ASEPSIZARE A MATERIALULUI VEGETAL A UNOR SPECII DIN *FAMILIA AMARYLLIDACEAE***

*GHEREG MELANIA*

*Grădina Botanică (Institut) al AȘM*

Conservarea biodiversității plantelor este o problemă importantă în ceea ce privește populația umană la nivel mondial. Presiunea antropică, introducerea unor specii străine, au efecte dramatice asupra diversității plantelor, care se reflectă în creșterea numărului de specii amenințate, printre care și familia *Amaryllidaceae*. Aceste specii îndeplinesc un rol decorativ în ecosistemele naturale și reprezintă o sursă naturală de produse în industria medicală. Biodiversitatea oferă diferite materii prime de bază și contribuie la furnizarea de noi informații genetice utile pentru programele de reproducere și pentru dezvoltarea de culturi mai productive și mai multe plante rezistente la solicitări biologice și de mediu [4].

Progresele în domeniul biotehnologiei plantelor oferă noi opțiuni pentru îmbogățirea și protecția prin multiplicare și obținând conservarea pe termen lung a biodiversității plantelor, folosind tehnicile de cultură *in vitro*. S-au înregistrat progrese semnificative pentru conservarea speciilor rare, pe cale de dispariție, culturilor ornamentale, specii medicinale și forestiere, în special înmulțirea vegetativă la plante de origine cu climă temperată și tropicală. Tehnicile culturii de celule și țesuturi asigură multiplicarea rapidă și producerea materialului vegetal în conformitate cu condițiile aseptice de conservare pe termen mediu prin intermediul culturii *in vitro*, de stocare, de creștere lentă permite extinderea subculturii de la câteva luni la câțiva ani, în funcție de specie.

Progresele în domeniul biotehnologiei plantelor, în special cele asociate cu cultura *in vitro* și biologiei moleculare, au oferit, de asemenea, instrumente puternice pentru a sprijini și de a îmbunătăți conservarea și gestionarea diversității plantelor. În prezent, metode biotehnologice au fost folosite pentru a conserva speciile periclitare, rare, culturile ornamentale, specii medicinale și forestiere, ce permit conservarea materialului fără agenți patogeni, și a diversității genetice pe termen scurt, mediu și lung.

Conservarea *in vitro* este deosebit de importantă pentru înmulțirea vegetativă [3].

În stabilirea și elaborarea tehnologiilor de micropropagare *in vitro*, colectarea materialului vegetal este primul pas pentru obținerea germoplasmei speciilor interesate. Tehnicile *in vitro* sporesc în mod semnificativ eficiența procesului prin utilizarea de colecții *in vitro*, pentru a iniția vitroculturi din diferite țesuturi și organe ale plantei. Pentru conservarea *ex situ*, colectarea de butași de plante și semințe este, în general, procedura cea mai rentabilă. Dar la unele specii, semințele sunt sterile și nu germinează sau au o longevitate scurtă de viabilitate, inflorescențele sunt colectate în faza înfloririi.

Introducerea și transplantarea plantelor mature din alte ecotipuri deseori suportă eșec. De aceea, multiplicarea *in vitro* a țesuturilor ar fi mai puțin dăunătoare decât îndepărtarea plantei întregi și va rezulta într-o metodă mai eficientă pentru prelevarea unui număr mare de plante când semințele sunt în număr insuficient.

Unele specii nu pot fi protejate prin mijloace tradiționale, ca urmare a unui model sezonier de dezvoltare.

Deteriorarea materialului vegetal, din cauza proceselor naturale și atacul microorganismelor, este un alt factor care limitează integritatea materialului. Volumul excesiv și greutatea anumitor fructe poate fi o problemă semnificativă în timpul inoculării materialul colectat. Din cauza factorilor limitativi menționați mai sus, prelevarea explantelor *in vitro* lărgeste posibilitățile de colectare a țesuturilor vii. Materialul folosit în cultura *in vitro* poate fi expediat la nivel internațional, cu mai puține restricții, chiar dacă încă nu sunt eliberate permise de import și certificatele fitosanitare.

Materialul ce urmează a fi prelevat este specific pentru fiecare specie în parte. În majoritatea cazurilor, aproape orice secțiune a plantei are capacitatea pentru de a regenera un organism întreg în condiții de creștere corespunzătoare.

Pentru speciile producătoare de semințe, cel mai comun mod de a obține materialul săditor este colectarea semințelor. Cu toate acestea, în circumstanțe diferite, cum ar fi lipsa de semințe sau de dezvoltare a semințelor necorespunzătoare, pot împiedica procesul de înmulțire. În asemenea cazuri, embrionii zigotici sau țesuturile vegetale, cum ar fi: muguri, apexuri sau frunze, pot fi utilizate în calitate de material inițial. Pentru speciile cu înmulțire vegetativă, (de ex. pentru Familia *Amarillidaceae*) este rezonabil prelevarea bulbilor și a tuberculilor în calitate de explante.

Factorii ce trebuie luați în considerare în timpul prelevării explantelor la speciile din *Familia Amarillidaceae* pentru inocularea *in vitro* a țesuturilor de plante sunt:

- țesut adecvat pentru inocularea *in vitro*, mărimea țesutului, înlăturarea rezidurilor de sol și alte impurități, precum și țesuturile bolnave, sterilizarea țesutului vegetal, utilizarea dezinfectantului, mediul nutritiv și condițiile de depozitare, inclusiv lumina, temperatura și umiditatea. Din moment ce metodele de prelevare *in vitro* se bazează pe țesuturi, tehnicile de cultură sunt bazate pe proprietatea unor specii de a regenera și a se dezvolta *in vitro*. Mai mult decât atât, inocularea *in vitro* ar putea reprezenta mai multe provocări în afară de cele ale culturii țesutului, așa ca dezvoltarea plantulelor prin caulogeneză sau obținerea plantelor în mod direct și în mod indirect prin calusogeneză.

- Înlăturarea microorganismelor este un factor critic care trebuie să fie strict controlat în timpul inoculării *in vitro* a materialului vegetal. Bacteriile și ciupercile se dezvoltă rapid ca organisme saprofite în medii de cultură, și din momentul în care cerințele nutriționale sunt aceleași ca și la plante, acestea concurează cu planta pentru nutrienți;

- În plus, microorganismele pot produce metaboliți fitotoxici care afectează creșterea plantelor [2].

Diferiți factori influențează nivelul de contaminare a explantelor, cum ar fi vârsta țesuturilor (țesuturile mature sunt în general, mai infectate decât cele tinere), localizarea țesuturilor (aeriană sau subterană) și mediul. Sterilizarea de suprafață este primul pas în stabilirea culturilor aseptice, care se poate face la locul colectării sau în laborator, după care proba de țesut este plasată pe un mediu de transportare. Agenții antimicrobieni sistemici sunt necesari în aseptizarea explantelor pentru a distruge bacteriile sau fungii localizați sub epidermă sau în spațiile intercelulare, de aceea este necesar ca aceștia să fie selectați corespunzător, în funcție de microorganismul țintă, solubilitatea la antibiotice, stabilitatea față de lumină, interacțiunile sale cu alte substanțe. Mai multe tipuri de antibiotice și fungicide folosite pentru cultura *in vitro* a plantelor au fost descrise și enumerate de Pence și Sandoval [3].

Introducerea *in vitro* reprezintă o alternativă pentru speciile rare și pe cale de dispariție, dat fiind faptul că de obicei materialul este limitat. Prelevarea unor cantități mici de țesut adecvat din plantă nu ar trebui să dăuneze populațiilor *in situ*. Va fi necesară elaborarea protocolului adecvat de colectare *in vitro* în funcție de specie. Un start bun va fi pentru ghidare

din literatura de specialitate privind speciile înrudite, și, uneori, trebuie să fie luate soluții pentru a elabora procedeul de aseptizare pentru o specie cu cantități de material limitate [1].

Momente deosebite pentru introducerea speciilor de plante din *Familia Amaryllidaceae* în cultura *in vitro* reprezintă sterilizarea materialului vegetal. Acestea diferă de la o cultură la alta, și trebuie realizate în dependență de caracteristicile plantei. Îngrijirea prealabilă a plantelor stocate poate reduce cantitatea de agenți patogeni în explante.

Plantele cultivate în teren deschis sunt în mod obișnuit mai "murdare" decât cele cultivate în teren protejat. Împrăștierea solului pe plantă în timpul udării va duce la creșterea contaminării inițiale. Tratatamentul plantelor cu fungicide sau bactericide este utilă, însă uneori nu este posibilă prelevarea bulbilor în condiții sterile. Bulbii pot fi sterilizați prin metode clasice pentru a furniza material devirusat. Semințele, explantele sau plantele din care se va prelua materialul în apă cu detergent și apoi plasate sub un jet de apă curgătoare timp de câteva ore.

Reagenții cel mai des utilizați pentru sterilizarea materialului biologic sunt:

**Hipocloritul de sodiu** - achiziționat în mod obișnuit ca înălbitor de rufe, este alegerea cea mai frecventă pentru sterilizarea suprafețelor. Este disponibil și poate fi diluat la concentrații adecvate. Soluția comercială de spălare este de 5,25% concentrație hipoclorit de sodiu. Acesta este de obicei diluat la 10% - 20% din concentrația inițială, rezultând o concentrație finală de 0,5 - 1,0% hipoclorit de sodiu. Materialul vegetal este scufundat în această soluție timp de 10 - 20 de minute. Un echilibru între concentrație și timp trebuie determinat empiric pentru fiecare tip de explant, datorită fitotoxicității.

**Etanol (alcool etilic)** - este un agent puternic de sterilizare, dar și extrem de fitotoxic. Prin urmare, materialul vegetal este expus în mod obișnuit doar câteva secunde sau minute. Țesuturile, cum ar fi mugurii, semințele pot fi tratate pentru perioade mai lungi de timp. În general, etanolul este utilizat pentru sterilizare cu concentrația de 70%.

**Hipocloritul de calciu** - este utilizat mai mult în Europa decât în S.U.A. Se obține sub formă de pulbere și trebuie să fie dizolvat în apă. Concentrația utilizată în general este de 3,25%. Soluția trebuie să fie filtrată înainte de utilizare, deoarece nu tot compusul intră în soluție. Hipoclorit de calciu poate fi mai puțin dăunător țesuturilor decât hipocloritul de sodiu.

**Clorura de mercur** - utilizată doar ca o ultimă soluție. Extrem de toxică atât pentru plante cât și pentru oameni și trebuie utilizată cu precauție. Din cauză că mercurul este fitotoxic, este esențial ca materialul vegetal să fie

supus mai multor clătiri pentru a îndepărta toate urmele mineralelor din acesta.

**Peroxidul de hidrogen** - concentrația de peroxid de hidrogen utilizată pentru sterilizarea de suprafață a materialului vegetal este de 30% , de zece ori mai puternică decât cea obținută într-o farmacie. Unii cercetători au descoperit că peroxidul de hidrogen este util pentru sterilizarea materialului ce intră în contact direct cu solul.

**Antibiotice și fungicide** - utilizarea acestora *in vitro* nu este eficientă, pentru eliminarea microorganismelor, acești compuși sunt adesea destul de fitotoxici.

Creșterea eficacității procedurii de sterilizare se realizează cu detergentul cum ar fi *Tween 20*, ce este adesea utilizat în procesul de sterilizare. Soluția în care sunt expuse explantele sunt adesea agitate timp de câteva minute. După ce materialul vegetal este sterilizat cu unul dintre compușii de mai sus, acesta trebuie clătit bine cu apă distilată. De obicei, se efectuează trei sau patru repetări.

Această reexaminare prezintă pe scurt etapa de sterilizare și reagenții utilizați, care poate fi utilizată în mod eficient pentru a îmbunătăți procesul de conservare a biodiversității plantelor prin intermediul culturii *in vitro*.

Una din metodele de sterilizare a materialului vegetal din Familia *Amaryllidaceae* a fost utilizată în *Laboratorul Embriologie și Biotehnologie* al Grădinii Botanice (I) AȘM.

În prima etapă a sterilizării, după îndepărtarea solului, materialul vegetal a fost plasat sub un jet de apă curgătoare timp de câteva ore. Apoi s-au adăugat 2-3 picături de *Tween-20*. După ce materialul vegetal a fost clătit bine, și plasat în soluție slabă de  $\text{KMnO}_4$ , urmată de 3-4 clătiri cu apă distilată autoclavată.

A doua etapă a sterilizării s-a desfășurat în condiții sterile, fiind utilizat diacid de 0,1 %, timp de 7 minute prin agitare continuă. După care au fost efectuate 3 spălări repetate pentru îndepărtarea sterilizantului cu apă distilată autoclavată timp de 10 minute prin agitare continuă. Apoi, materialul vegetal a fost plasat în soluție de  $\text{H}_2\text{O}_2$  de 5 % pentru 5 minute, după care s-a clătit de 3-4 ori cu apă distilată autoclavată.

Rezultatele experimentului urmează a fi analizate și publicate ulterior.

#### **Bibliografie:**

1. Arzu Cig, Gulcinay Başdogan, International Journal of Secondary Metabolite: *In vitro* propagation techniques for geophyte ornamental plants with high economic value, Vol. 2, Issue 1, January 2015;

2. Căchiță-Cozma D., Deliu C., Rakosy-Tican L., Ardelean A. Tratat de Biotehnologie Vegetală, Vol.I., Ed. Dacia, Cluj-Napoca, 2004, 433p. ;

3. Carlos Alberto, Cruz-Cruz. Maria, Teresa Gonzalez-Amo and Florent Engemann. *Biotechnology and Conservation of Plant Biodiversity*, Published: 4 June, 2013;

4. Negru A. Problemele ocrotirii și utilizării lumii vegetale a Basarabiei. Congr. Tal. Botaniștilor din Moldova. Chișinău: Știința, 1994, p.3-7.

## **COREALȚIA DINTRE EXAMENUL ORGANOLEPTIC ȘI PROPRIETĂȚILE DE TEXTURĂ ALE PRODUSELOR TRADIȚIONALE**

*LUCA LOREDANA-MARIANA*

*Universitatea Transilvania din Brașov, Facultatea de Alimentație și Turism*

### **Introducere**

Textura produselor alimentare reprezintă unul din factorii importanți care contribuie la percepția mai mult subconștientă a proprietăților calitativ-senzoriale.[1] Plecând de la acest fapt putem considera educația consumatorului un factor deosebit de important în acceptarea sau refuzul unui aliment. Astfel, dacă educația prealabilă determină consumatorul să anticipeze senzația transmisă de senzori, aceasta va fi acceptată de către consumator trecând aproape neobservată însă, dacă, dimpotrivă senzația nu este aceeași ca cea indusă de subconștient, aceasta nu va trece neobservată putând chiar conduce la un refuz al alimentului respectiv. [2]

Activitatea creierului uman, cel care decodifică acțiunea stimulilor este interpretată de unii psihologii, Keith Stanovich și Richard West ca fiind corespunzătoare a două moduri de gândire și anume:

Sistemul 1 de gândire, care operează automat și rapid, cu efort redus sau nul și fără senzația de control voluntar; Sistemul 2 de gândire, care acordă atenția necesară activităților mintale solicitante fiind caracterizat de atribuții de alegere și concentrare.[3]

Putem afirma că cele două sisteme de gândire prezentate mai sus corespund cu doua modalități de a percepe și a aprecia produsul alimentar, și anume:

Sistemul 1 este folosit mai mult în cazul analizei organoleptice, unde, cu ajutorul organelor de simț precum văz, auz, miros, pipăit analizăm calitatea produselor alimentare în timp ce cu ajutorul sistemului 2 de gândire realizăm o analiză a proprietăților de textură care implică concentrare, asupra produsului alimentar în procesul de masticăție.

### Material și Metodă

Materialul utilizat în cazul analizei senzoriale este reprezentat de 30 de produse tradiționale din diferite zone geografice ale României corespunzând celor trei categorii de produse ca importanță a proprietăților de textură, și anume[6] :

- Produse la care textura este foarte importantă-produse din carne;
- Produse la care textura este importantă-preparate pe bază de legume și fructe produse de panificație și patiserie, produse lactate și brânzeturi;
- Produse la care textura este mai puțin importantă-băuturi alcoolice și nealcoolice.

Metodele utilizate în cadrul cercetării:

- Analiza organoleptică în care pe baza organelor de simț: văz, auz, miros s-au apreciat aspectul și forma, culoarea și mirosul [2] ;
- Analiza proprietăților de textură în care s-a folosit ca organ de analiză cavitatea bucală.

Produsele au fost analizate de un eșantion de 60 de persoane, studenți ai Facultății de Alimentație și Turism în condiții de laborator.

În cazul celor două metode de analiză s-a luat în considerare ca factor dominant educația prealabilă a consumatorului. S-a specificat zona de proveniență a fiecărei persoane în parte: mediul urban sau mediul rural.

Tabelul 1.

#### *Caracteristicile proprietăților de textură*

Caracteristica analizată	Indicator	Criterii de diferențiere
<b>Rigiditatea</b>	Comprimarea produsului între dinții molari.	Număr repetat de încercări de a comprima produsul între dinții molari
		Număr relativ mic de încercări de a comprima produsul între dinții molari
		Produsul este comprimat ușor între dinții molari.
<b>Aderență</b>	Grad de aderență a produsului pe dinți sau bolta palatină	Grad mare de aderență a produsului pe dinți
		Grad relativ mic de aderență a produsului pe dinți
		Produsul nu aderă pe dinți sau bolta palatină.



<b>Masticabilitate</b>	Mișcări ciclice de masticție pentru a forma bolul alimentar.	Număr mare de mișcări ciclice de masticție pentru a forma bolul alimentar.
		Număr relativ mic de mișcări ciclice de masticție pentru a forma bolul alimentar.
		Masticția se realizează foarte ușor.
<b>Gumozitatea</b>	Masticții necesare dezintegrării produsului pentru a fi înghițit.	Produsul se dezintegrează printr-un număr mare de masticții.
		Produsul se dezintegrează printr-un proces relativ mic de masticții
		Produsul se dezintegrează ușor.

Calificativele care s-au propus au fost aceleași și în cazul analizei organoleptice.

Cele două probe de analiză au fost separate între ele ca timp, mai întâi s-a realizat analiza organoleptică urmând apoi analiza proprietăților de textură a probelor supuse analizei.

Tabelul 2.

*Corelația calificativelor privind proprietățile de textură și caracteristicile organoleptice ale produselor tradiționale*

<i>Număr de puncte care se acordă</i>	<i>Calificativ</i>	<i>Caracteristicile produsului care constituie bazele de apreciere a proprietăților de textură ale produsului analizat</i>
5	BUN	Caracteristica produsului conformă cu așteptările degustătorului-nu prezintă nici o abatere.
3	SATISFĂCĂTOR	Caracteristica produsului conform cu așteptările degustătorului-prezintă mici abateri.
1	NESATISFĂCĂTOR	Caracteristica produsului neconformă cu așteptările degustătorului-prezintă abateri mari.

### **Rezultate și discuții**

În cadrul celor două analize care au vizat proprietățile organoleptice și proprietățile de textură ale produselor alimentare tradiționale s-a luat în considerare educația prealabilă a consumatorilor. Rezultatele au arătat că studenții care provin din mediul rural au corelat mai bine calificativele

produselor în cazul examenului organoleptic și în cazul examenului care avea în vedere proprietățile de textură față de studenții din mediul urban.

În cazul produselor tradiționale din carne s-a constatat o strânsă legătură între caracteristicile organoleptice precum: aspect, formă, colorare, miros, gust și caracteristicile proprietăților de textură: rigiditate, aderență, masticabilitate, gumozitate. Acestea din urmă fiind mai bine definite în cazul produselor tradiționale spre deosebire de aceleași categorii de produse convenționale.

În cazul produselor tradiționale din lapte aparținând difereritelor specii de animale: vacă, oaie, capră, bivoliță. Proprietățile de textură se pare că au un rol secundar cu excepția masticabilității și a gumozității în cazul brânzeturilor. Caracteristicile organoleptice reprezintă elementul decisiv în aprecierea calității produselor.

Produsele tradiționale obținute din legume sau fructe, cum ar fi: zacuscă, tocană de legume, pastă de legume, ghiveci, compoturi, dulceață, gem, proprietățile de textură sunt deosebit de importante, aceste caracteristici ale produselor sunt urmărite expres de către consumator, de aceea produsele tradiționale prelucrate prin tehnologii tradiționale beneficiază de o reală apreciere în cazul proprietăților de textură dar și a celor organoleptice.

Băuturile tradiționale alcoolice sau nealcoolice, obținute din fructe sau plante medicinale precum: țuica de prune, pălincă, sirop de salcâm, păpădie, soc, mentă au fost foarte apreciate în cazul examenului organoleptic.

### **Concluzii**

Educația prealabilă a consumatorului este foarte importantă în cazul alegerii unui produs tradițional în detrimental unui alt produs, convențional. De aici și interesul scăzut al consumatorilor din mediu urban asupra produselor tradiționale.

Conceptul legat de alegerea unui produs alimentar pe criteriu de calitate trebuie să fie legat atât de proprietățile organoleptice cât și de proprietățile de textură ale produsului alimentar .

### **Bibliografie:**

1. Valentin Necula, Mihaela Babii. Analiza senzorială a alimentelor și produselor alimentare. Editura Universității "Transilvania" din Brașov, 2012
2. Valentin Necula, Mihaela Babii, Aneta Marina. Analiză senzorială. Editura Universității "Transilvania" din Brașov, 2013
3. Daniel Kahnman. Thinking fast and slow. Editura Penguin Books Ltd, 2012
4. ISO 9000/2001
5. Angela Mărculescu. Managementul calității produselor agro-alimentare. Editura Universității „ Transilvania” din Brașov, 2001

6. Florean Rus. Bazele operațiilor din industria alimentară. Editura Universității „Transilvania” din Brașov, 2001

7. <http://www.ifoam-eu.org/en/romania>;

8. <http://www.madr.ro>

9. <http://biocerttraditional.ro>

## **ANALIZA SENZORIALA A PROPRIETAȚILOR DE TEXTURA LA PRODUSELE ALIMENTARE ECOLOGICE DIN ROMANIA**

*LUCA LOREDANA-MARIANA*

*Universitatea Transilvania din Brașov, Facultatea de Alimentație și Turism*

### **Introducere**

Prin analiza senzorială a produselor alimentare se înțelege examinarea făcută cu ajutorul rganelor de simț (văz, auz, miros, gust, pipăit) în urma unui control al capacității reale de apreciere a analistului și al preciziei raționamentului acestuia, urmată de o aprecierea a impresiilor senzoriale înregistrate și de o prelucrare statistică a datelor.[1]

Textura reprezintă: „Totalitatea proprietăților reologice și structurale (geometrice și de suprafață ale unui produs alimentar), perceptibile cu ajutorul simțului mecanic, tactil și, unde este cazul, vizual sau auditiv”.

Proprietățile de textură pot fi percepute în analiza senzorială prin pipăit sau degustare.

Caracteristicile sesizabile prin pipăit:

- Fermitate care se percepe prin apăsare și se măsoară fizic prin compresie;
- Moliciune care se măsoară prin compresiune;
- Suculență care se percepe prin sfărâmare între degete a probei.

Caracteristicile sesizabile prin degustare pot fi grupate în următoarele tipuri

- Capacitatea de mestecare cunoscută ca fiind rezistența pe care o opune produsul la acțiunea mecanică de compresiune și forfecare a dinților;
- Lipiciozitatea senzația oferită de alimente cu proprietăți adezive;
- Făinozitatea senzația de acoperire a țesuturilor gurii cu amidon sau alte componente cu proprietăți similare;
- Textura uleioasă senzația creată de produsele uleioase sau unsuroase.

În procesul masticăției, în cavitatea bucală sunt sesizate un număr de proprietăți reologice [3] ca, deformarea sub acțiunea dinților, proprietăți de curgere a bolului alimentar, concomitent cu aceste proprietăți reologice are loc o apreciere senzorială a proprietăților de textură pe baza informațiilor introduse de proprietățile reologice.

Aspecte senzoriale ale texturii alimentelor luate în considerare în cazul analizei senzoriale realizate pe diferite categorii de produse ecologice [2]:

- Rigiditatea este forța necesară pentru a comprima un produs între dinții molari (pentru produse solide) sau între limbă și cerul gurii (pentru semisolide) pentru a prouce acestuia o deformație oarecare;
- Aderența este forța necesară pentru a îndepărta materialul care aderă în gură (în general pe dinți sau pe bolta palatină) în timpul procesului normal de masticăție;
- Masticabilitatea este mărimea timului sau a numărului de mișcări ciclice de masticăție necesare pentru a forma bolul alimentar;
- Gumozitatea este asimilată cu o compactitate care persistă în timpul masticăției, energia necesară pentru a dezintegra un produs semisolid în forma acceptabilă pentru a fi înghițit.

**Material :**

Eșantion de 150 persoane, studenți ai facultății de Alimentație și Turism din Brașov;

30 produse ecologice de pe piața din România Microscop digital Keyence VHX600

**Metode:**

Analiza senzorială concepută pentru aprecierea proprietăților de textură;

Analiză microscopică cu ajutorul microscopului digital Keyence VHX 600 în care s-a urmărit proprietățile de textură ale produselor ecologice.

Au fost luate în considerare produse alimentare ecologice la care importanța texturii ca factor principal în percepția senzorială variază foarte mult în funcție de natura produselor alimentare, cum ar fi:

- Produse la care textura este foarte importantă-, produse extrudate tip snack;
- Produse la care textura este importantă-fructe, legume, pâine și produse de panificație, produse zaharoase, miere de albine, produse lactate și brânzeturi;
- Produse la care textura este mai puțin importantă-băuturi alcoolice și nealcoolice.

Produsele ecologice supuse analizei senzoriale au fost reprezentative pentru diferite graduri de procesare:

- Produse materii- prime: fructe și legume;
- Produse finite ușor-procesate: iaurt, brânzeturi, miere de albine, compoturi, sucuri, gemuri, dulceață, zacuscă, etc.
- Produse finite ultra-procesate, extrudate sau expandate: snacks-urile, pufuleții, cereale.

### Rezultate și discuții

În urma analizei senzoriale s-a constatat în aprecierea proprietăților de textură a importanței complexității rețetei în procesul tehnologic determinând atribuirea în cazul produselor finite ușor-procesate și ultra-procesate în detrimentul produselor materii-prime a calificativelor preponderente, corespunzătoare punctajului :

**5- ”bun”**: caracteristica produsului conformă cu așteptările degustătorului-nu prezintă nici o abatere.

**3-”satisfăcător”**: caracteristica produsului conformă cu așteptările degustătorului-prezintă mici abateri.

În cadrul analizei senzoriale s-au realizat diferențe comparative ale proprietăților de textură în cazul produselor ecologice comparativ cu produsele convenționale pe eșantioane de produse din categoria produse materii-prime, în special legume și fructe și produse ultra –procesate: snacks-uri, cereale, pufuleți.

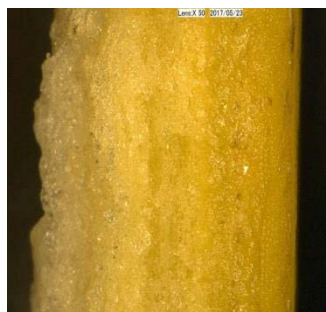
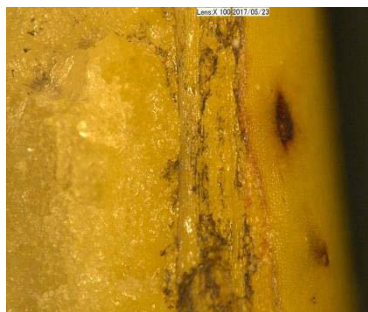


Figura 1 *Coajă de banană ecologică* Fig.2 *Coajă de banană convențională*

Pentru a scoate în evidență caracteristica de bază pe care se bazează consumatorul , în special cel din mediul urban și anume ușurința cu care un produs este masticat am supus analizei microscopice, cu ajutorul microscopului digital Keyence VHX600 aceleași produse analizate în cazul experimentului senzorial. Am ales să prezint câteva imagini legate de

produsele cele mai des consumate în cea mai simplă formă așa cum sunt: bananele, în figurile de mai sus; merele golden, în figura de mai jos.



Figura 3 *Măr golden ecologic*

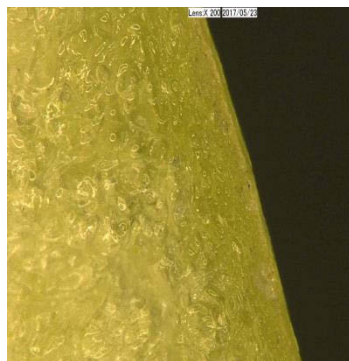


Figura 4 *Măr golden convențional*

În ceea ce privește legumele și fructele proprietățile de textură au fost mai apreciate în cazul legumelor și fructelor convenționale în detrimentul produselor ecologice cu excepția caracteristicilor organoleptice legate de gust și miros.



Figura 5 *Roșie ecologică*



Figura 6. *Roșie convențională*

Rezultatele centralizate în urma analizei senzoriale au demonstrat că produsele convenționale din categoriile menționate mai sus au fost mai apreciate pe motivul gustului și al proprietăților de textură corespunzând cu așteptările consumatorilor și anume: produse mai crocante și mai gustoase în cazul produselor extrudate și expandate.



Figura7 *Pufuleți ecologici*



Figura 8 *Pufuleți convenționali*

### **Concluzii**

Pentru consumatorul neobișnuit cu textura produselor alimentare ecologice, proprietățile de textură pot să reprezinte un motiv de refuz al produsului ca și în cazul proprietăților organoleptice, mai ales când luăm în considerare consumatori fără o educație senzorială prealabilă care să vizeze aceste produse.

Proprietățile de textură reprezintă un cumul de indicatori care scot în evidență calitatea corelată a produsului alimentar cu proprietățile senzoriale organoleptice, nutriționale, fizico-chimice și chiar microbiologice.

### **Bibliografie:**

1. Valentin Necula, Mihaela Babii, Aneta Marina. Analiză senzorială. Editura Universității „Transilvania” din Brașov, 2013
2. Loredana L. Certificarea produselor ecologice, Universitatea Transilvania, Facultatea de Alimentație și Turism, 2014
3. Florean Rus. Bazele operațiilor din industria alimentară. Editura Universității „Transilvania” din Brașov, 2001
4. <http://www.ifoam-eu.org/en/romania>;
5. <http://www.madr.ro>

## ALIMENTE PENTRU BOLI DIGESTIVE CRONICE

MATRAN IRINA MIHAELA\*, ADRIAN CIOCA\*\*,  
DAN LUCIAN DUMITRAȘCU\*

\*Universitatea de Medicină și Farmacie "Iuliu Hațieganu" Cluj – Napoca,  
România

\*\* S.C. Expertarom Food Ingredients S.R.L., Sibiu, România

**Obiectivele** prezentei lucrări este de a analiza stadiul cunoașterii la nivel internațional, cadrul legislativ din țările Uniunii Europene, care reglementează fabricarea și punerea pe piață a acestui tip de produse alimentare, precum și stabilirea principiilor care stau la baza proiectării și dezvoltării produselor alimentare pentru boli digestive cronice.

**Materiale și metode:** Consultarea bazelor de date: ResearchGate, PubMed și Medbase, a programului legislativ Sintact.4.0 și a Oficiului de Stat pentru Invenții și Mărci (OSIM) din România, în ceea ce privește cererile pentru mărcile și cererile pentru brevetele de invenții depuse pentru alimente pentru boli digestive cronice.

**Rezultate:** Deși este un domeniu complex și necesită un capital de cunoștințe complex, alimentele pentru stări de nutriție specială este de perspectivă atât pentru agenții economici din industria alimentară, cât și pentru specialiștii din domeniu medical. În ultimii ani, a crescut numărul produselor alimentare pentru boli digestive cronice (stări de nutriție specială). Este imperios necesar a se reglementa legislativ principiile proiectării, verificării eficacității și punerea pe piață a acestor tipuri de produse, respectiv de introducere în terapia medicală.

### Introducere

Boala de reflux gastroesofagian, urmată de eroziunile dentare, constipația cronică, colita ulceroasă, sau boala Crohn, sunt câteva dintre bolile digestive cronice a căror prevalență este în continuă creștere, indiferent de vârstă, sex, stare socială, sau țară. Cauzele apariției bolilor digestive cronice sunt diverse, acestea putând fi inclusiv stilul de viață și alimentația necorespunzătoare, factori educaționali, complicațiile anumitor boli, sau reacții adverse la anumite tratamente farmacologice. Astfel, cauzele constipației pot fi medicale (anorexia nervoasă [1], alergii la proteinele din lapte [2], hipotiroidism [3], cancer colorectal [3], etc.), farmacologice (administrarea de medicamente opiacee [4]), stil de viață necorespunzător, inclusiv alimentația și consumul de apă [1,2,3], precum și factorii educaționali. De asemenea, apariția refluxului gastroesofagian poate



fi cauzată de administrarea anumitor medicamente, alimente, stil de viață necorespunzător și stres. Tratarea, sau prevenirea constipației și refluxului gastroesofagian poate fi realizată pe cale farmacologică, sau cu terapii alternative.

Până în prezent, în anul 2017, la OSIM au fost depuse două cereri de mărci pentru clasa NISA 5 – Produse farmaceutice și de uz veterinar; produse sanitare de uz medical; substanțe dietetice de uz medical, alimente pentru sugari; suplimente dietetice, plasturi, materiale de pansat; materiale pentru plombarea dinților și pentru amprente dentare; dezinfectanți; produse pentru distrugerea dăunătorilor; fungicide, erbicide. Astfel, au fost depuse cereri de mărci pentru marca "Gastinum", de către compania Walmark a.s. [5], pentru produse nutritive sau dietetice pentru scopuri medicale pentru completarea zilnică a alimentației ca hrană instant sau amestecuri independente. De asemenea, cererea pentru marca "Steablock" depusă de către compania Hillan Pharma România, pentru preparate farmaceutice și de uz medical, alimente și substanțe dietetice adaptate pentru uz medical, suplimente alimentare pentru oameni [6].

#### MATERIALE ȘI METODE

În prezenta cercetare documentară am avut în vedere alimentele pentru două boli digestive cronice: constipația și boala de reflux gastroesofagian. Astfel, în tabelul 1 pot fi urmărite cinci alimente recomandate în cazul constipației.

**Tabelul 1**

*Cinci alimente din cele recomandate pentru ameliorarea/prevenirea constipației*

<b>Alimentul recomandat</b>	<b>Studii prelicenice</b>	<b>Studii clinice</b>	<b>Acțiuni</b>	<b>Sursa bibliografică</b>
Hrișcă	-	X	Constipație ↓.	[7]
Spirulină	-	-	Constipație ↓.	[8]
Fibre	-	X	Constipație ↓.	[1]
Liriope	X	-	Constipație	[9]

platyphylla (Extract apos)			↓.	
Dieta oligo-antigenica	-	X	Constipație ↓.	[10]

O parte din alimentele recomandate în cazul bolii de reflux gastroesofagian sunt prezentate în tabelul 2.

**Tabelul 2**

*Alimentele recomandate în boala de reflux gastroesofagian – prezentare generală*

<b>Alimentul recomandat</b>	<b>Studii preclinice</b>	<b>Studii clinice</b>	<b>Acțiune</b>	<b>Sursa bibliografică</b>
Alimente cu conținut scăzut de lipide, ciocolată, alcool	-	X	Reflux gastroesofagian ↓	[11]
Hidrolizate proteice	-	X	Reflux gastroesofagian ↓	[12]

Având în vedere statisticile extrapolate privitoare la prevalența celor două boli digestive cronice, și respectiv a PIB-ului fiecărei țări și a indicelui Gini, se observă că veniturile financiare nu influențează apariția constipației și bolii de reflux gastroesofagian. Luând în considerare Regulamentul European 609/2013 și Directivele Europene 21/1999, 125/2006 și 141/2006, alimentele pentru stări de nutriție speciale sunt recomandate anumitor categorii de persoane ale căror procese digestive metabolice sunt perturbate și persoanelor care sunt într-o stare fiziologică specială și care, din acest motiv, pot obține beneficii speciale din consumul controlat al anumitor

substanțe din aceste alimente, proiectarea (cercetarea) unor astfel de alimente trebuie să aibă la bază următoarele date de intrare: cauzele psihosomatice și medicale, simptome și complicații posibile, stadiul cunoașterii, receptorii implicați, farmacognozia materiilor prime vegetale, în cazul în care se vor folosi, posibilele reacții adverse, precum și interacțiunea materii prime cu anumite medicamente. De asemenea, trebuie evaluate materiile prime în conformitate cu ultima ediție a Farmacopeei și realizarea analizelor în vitro și vivo, cu respectarea reglementărilor legislative aplicabile în vigoare, ca exemplu: avizul Comisiei de Etică, Aprobarea proiectului tehnic de către Direcția Sanitar Veterinară și altele, după caz. Pentru obținerea unor rezultate valide, la începerea cercetării medicale experimentale, recomandăm standardizarea loturilor din punct de vedere etologic și biochimic, pe o perioadă de minim 3 săptămâni, astfel încât la sfârșitul acesteia, rezultatele analizei morfo – patologice să poată fi comparate cu rezultatele biochimice. Scopul acestor analize morfo – patologice este verificarea dacă noul aliment pentru stări de nutriție specială cercetat și/ sau dezvoltat afectează sistemele renal, hepatic, sau alte organe interne. Pentru determinarea eficacității clinice a alimentelor pentru stări de nutriție specială, este strict necesar stabilirea termenului de valabilitate și condițiile de depozitare, prin păstrarea acestuia în diverse condiții de depozitare, atât în ambalaje originale și sigilate, cât și desigilate, precum și verificarea alimentului din punct de vedere fizico – chimic și microbiologic.

Verificarea eficacității clinice a alimentelor pentru stări de nutriție specială se desfășoară în baza legislației privitoare la studii clinice, respectiv după obținerea Avizului favorabil al Comisiei de Etică și în baza Formularelor pentru informarea pacienților și respectiv a celor de consimțământ al acestora și pot fi monocentrice, sau multicentrice. Criteriile de includere/ excludere ale pacienților, precum identificarea, monitorizarea și înregistrarea reacțiilor adverse sunt două criterii esențiale în corectitudinea realizării studiilor clinice.

## **DISCUȚII**

Cercetarea și dezvoltarea alimentelor pentru stări de nutriție specială necesită un capital de cunoștințe complex, atât din domeniul industriei alimentare, cât și din domeniile farmaceutic și medical. Dezvoltarea acestui tip de produse implică resurse umane, financiare, materiale și timp. În cazul în care una din materiile prime nu este reglementată legislativ, sunt necesare studii preclinice pentru determinarea eficacității într-o anumită patologie, precum și pentru stabilirea DL50 și a toxicității la oameni. Un exemplu îl reprezintă sericina, glycoproteina obținută la prelucrarea coconilor fluturilor

de mătase – *Bombix mori*, a cărei eficacitate în ameliorarea constipației a fost testată în cadrul Studiului preclinic în Biobaza Universității de Medicină și Farmacie "Iuliu Hațieganu" din Cluj – Napoca, cu Avizul Comisiei de Etică nr. 186/2016, urmând să mai fie realizate testele preclinice pentru stabilirea DL50 și analizele morfo - patologice, după o perioadă de 3 săptămâni în care hrana standard va fi suplimentată cu doza adaptată pentru șobolanii Wistar, echivalentă a 3 grame/ zi. Pentru ca sericina să fie aprobată ca ingredient alimentar nou, înainte de depunerea dosarului la EFSA – Autoritatea Europeană de Siguranță Alimentară, sunt necesare teste de toxicitate la oameni. Alte exemple de alimente pentru stări de nutriție specială, numite și "alimente nutriceutice", au fost dezvoltate de echipele multidisciplinare din cadrul Centrului de Cercetare Nutriceutică, Institutul de Cercetări pentru Instrumentație Analitică și Universitatea de Medicină și Farmacie "Iuliu - Hațieganu", toate din Cluj – Napoca. Astfel, acestea au realizat studii clinice privind "*efectul alimentelor nutriceutice din proteina vegetala in hipercolesterolemii și tulburări metabolice*", "*efectul alimentelor nutriceutice din proteină vegetală, bogate in izoflavone, în hipercolesterolemii și tulburări metabolice*" și respectiv "*evaluarea eficienței și posibilității introducerii suplimentelor alimentare, alături de alimente din proteine vegetale bogate în izoflavone, în protocoalele terapeutice ce vizează reducerea colesterolului plasmatic mai ales la persoanele cu risc cardio-vascular*", alimentele nutriceutice din proteină vegetală fiind prezentate și Comisiei Europene.

### **REZULTATE**

Excepțând medicamentele alopatate, și piața suplimentelor alimentare care este foarte dezvoltată în România, se observă o creștere a intersului cercetării și dezvoltării alimentelor pentru stări de nutriție special, inclusiv pentru boli digestive cronice. Considerăm oportună dezvoltarea reglementărilor legislative a proiectării (formulării), a procesului de marketing, a etichetării unor astfel de produse alimentare, precum și a introducerii acestora în protocoalele terapeutice.

### **BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ**

1. P.G.L. Speridião, S. Tahan, U. Fagundes-Neto, M.B. Morais, Dietary fiber, energy intake and nutritional status during the treatment of children with chronic constipation, *Brazilian Journal of Medical and Biological Research* 2003;36:753-759;
2. Silvia Daher, Soraia Tahan, Dirceu Sole, Charles K. Naspitz, Francly Reis Da Silva Patricio, Ulysses Fagundes Neto, Mauro

Batista De Morais, Cow's milk protein intolerance and chronic constipation in children, *Pediatr Allergy Immunol* 2001;12: 339–342;

3. Ji Eun Kim, Young Ju Lee, Moon Hwa Kwak, Jun Ko, Jin Tae Hong, Dae Youn Hwang, Kim et al. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 2013;13:333;

4. Sam H Ahmedzai, Jason Boland, Constipation in people prescribed opioids, *Clinical Evidence* 2010;04:2407 - 2419;

5. Oficiul de Stat pentru Inventii si Marci, Cereri depuse 13042017, BOPI 2017;

6. Oficiul de Stat pentru Inventii si Marci, Cereri depuse 27042017, BOPI 2017;

7. Satyam Prakash, Khushbu Yadav, Buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) as a Functional Food: A Nutraceutical Pseudocereal, *Int. J. Curr. Trend. Pharmacobiol. Med. Sci.* 2016;1(3): 1-15;

## **SESAMUM INDICUM – POTENȚIALUL BIOLOGIC ȘI DOMENIILE DE UTILIZARE**

### *MOGÎLDA ANATOLII*

*Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor al AȘM.*

Susanul (*Sesamum indicum* L.) este o plantă anuală erbacee din familia *Pedaliaceae*. Se cultivă pentru obținerea semințelor bogate în proteine și ulei alimentar. Susanul reprezintă o sursă importantă de hrană în multe părți ale lumii. Prin aceasta s-a îmbunătățit starea nutrițională a populației și s-au prevenit diverse boli în decursul a câtorva mii de ani. Semințele de susan sunt, de asemenea, o sursă importantă de fibre dietetice și micronutrienți, cum ar fi mineralele, lignanele, tocoferolii și fitosterolii. O cantitate substanțială din producția mondială de susan este utilizată și ca țigăi.

Susanul aparține genului *Sesamum*, care cuprinde aproximativ 20 de specii. Alte câteva specii din acest gen sunt ocazional cultivate pentru semințele și frunzele comestibile. Susanul crește, în special, în zonele tropicale, subtropicale ale lumii și este bine adaptat regiunilor semi-aride. Este o plantă anuală auto-polenizatoare cu tulpină viguroasă acoperită cu perișori, adesea foarte ramificată, care atinge înălțimea de 0,5-2,0 m. Florile sunt de formă tubulară cu lungimea de 2-2,5 cm de culoare albă, unele sunt

colorate în roz sau violet (Elleuch, M, Bedigian, D, Zitoun, 2011). Fiecare plantă poate purta 15-20 de fructe care conțin 70-100 de semințe și se maturizează în 80-180 de zile (Liu et al., 2016). Fructele sunt capsule ce se deschid în mod natural la maturarea semințelor. Semințele se disting printr-o varietate de culori, inclusiv nuanțe de maro, cărămiziu, negru, galben, bej, gri și alb, în funcție de soi (Elleuch, M, Bedigian, D, Zitoun, 2011). În general, soiurile de susan cu semințe de culoare deschisă par a fi mai apreciate în Occident și Orientul Mijlociu, iar acelea cu semințe negre sunt apreciate în Orientul Îndepărtat (Liu et al., 2016).

*Sesamum indicum* este una dintre cele mai vechi culturi cunoscute oamenilor. Există resturi arheologice de susan datând din anul 5.500 î.Hr. în Valea Harappa din subcontinentul indian. Într-un muzeu britanic se păstrează un document vechi în care se menționează că zeii, înainte de a purcede la luptă pentru restabilirea ordinii în univers, mâncau pâine și consumau împreună vinul de susan. Susanul a fost considerată ca o plantă oleaginoasă de o importanță majoră în lumea antică datorită ușurinței de extragere a uleiului, precum și a stabilității și rezistenței sale la secetă. (Grichar, Dotray, & Langham, 2012). Având semințe comestibile și ulei de calitate, era utilizat la prepararea prăjiturilor delicioase pentru sărbătorile de nuntă, cea ce se descrie în diverse surse grecești. În secolele trecute uleiul de susan a servit și ca ulei de lampă. (Elleuch, M, Bedigian, D, Zitoun, 2011).

În ultimele cinci decenii producția mondială de susan a sporit constant pe fundalul creșterii populației lumii, dar și a cererii de ulei. Conform statisticilor recente oferite de FAO producția de susan din lume este de 3 387 598 tone, din care 55% este utilizată pentru prepararea uleiului. Susanul se cultivă în diferite țări, principalii producători fiind America Latină, China, Etiopia, India, Myanmar, Nigeria, Sudan și Tanzania.

Susanul are numeroase aplicații interne și industriale. Europeanii îl folosesc ca înlocuitor al uleiului de măsline. Semințele servesc la decorarea pâinii, a biscuiților și a chiflelor de hamburger. Uleiul extras din semințe este folosit pentru salată și ca component în producerea margarinei. Din extractul de susan se produc creme pentru masaj corporal, săpun și lubrifianți, se utilizează ca solvent pentru injecții intramusculare și ca insecticid. Șrotul obținut după extracția din semințe a uleiului reprezintă o hrană nutritivă pentru animale și poate fi compostat.

Cultura sus-numită este bogată în aminoacizi, în special, arginină, acidul glutamic, glicină, acid aspartic, leucină etc. În același timp, conține cantități

semnificative de acizi oxalici (2,5-3,0%), însă decorticarea poate elimina cea mai mare parte din acestea. Semințele de susan decorticate au următoarea compoziție: 45-63% de ulei, 19-31% proteine, circa 20-25% carbohidrați și 3% cenușă. Spre deosebire de multe semințe oleaginoase, masa de susan este lipsită de compuși antiprot (Liu et al., 2016). Semințele de susan sunt de obicei dezolate și prăjite înainte de utilizare. Această procedură sporește proprietățile lor funcționale, eliberează mai multă aromă și culoare, dar și îmbunătățește calitatea lor senzorială. Degajarea îndepărtează cantitățile relativ mari de acid oxalic antinutrițional și fibre conținute în testă (strat de semințe), rezultând semințe mai puțin colorate, mai puțin amare.

Sucul sau pasta din semințele de susan, cunoscută sub numele de tahin (tahina, tehineh, tahini), este o hrană tradițională în Orientul Mijlociu și e produsă prin măcinarea semințelor prăjite. Tahinul este utilizat pe scară largă, fiind încorporat în diverse feluri de bucate, cum ar fi fasolea, hummus, salate și deserturi. Un produs dens, în formă de bloc, realizat din tahină îndulcită, cunoscut sub numele de halva (halaweh, halvah), este o hrană comună în Grecia și în Asia de Sud-Vest. Halva este preparată din semințe de susan alb (tahină), zaharuri (zaharoză și sirop de glucoză), acid citric și rădăcină de *Saponaria officinalis* L. (Elleuch, M, Bedigian, D, Zitoun, 2011).

Diversitatea genetică a culturilor joacă un rol important în dezvoltarea durabilă și securitatea alimentară, deoarece permite cultivarea genotipurilor în diverse condiții biotice și abiotice. Informațiile privind diversitatea genetică sunt importante atunci când se lucrează la îmbunătățirea soiurilor de plante. (Sharma, Shah, & Khan, 2014).

Pe lângă avantajele legate de toleranța la secetă și posibilitatea cultivării pe soluri diferite, susanul stimulează creșterea populațiilor unor microbi utili din sol și reduce contaminarea cu diverse nematode, în special, *Meloidogyne arenaria* și *Meloidogyne incognita* care atacă arahidele și bumbacul. Este, de asemenea, un excelent constructor al solului, datorită cantităților mari de biomasă în rădăcină care sunt lăsate să se descompună în subteran după recoltare. Solul rămâne foarte moale și, prin urmare, se necesită mai puțină muncă în pregătirea terenului pentru următorul sezon de cultură.

Susanul se utilizează nu numai în scopuri culinare, dar are și alte aplicații, cum ar fi industria, ingineria și farmaceutica. Folosirea etnobotanică și medicinală a acestor semințe oleaginoase se află în ascensiune,

fiind descoperite noi proprietăți prețioase. Este cunoscut că susanul posedă capacitatea de a stimula procesul de degradare a grăsimilor și de a reduce depozitarea lor în organism prin modificarea expresiei genetice a enzimelor de oxidare a acizilor grași. Acest fapt stă la baza unor aplicații importante în aria dezvoltării nutraceuticalelor pentru recuperarea în greutate. (Liu et al., 2016)

Uleiul de susan este folosit, de asemenea, pentru masajul și tratamentul sanitar, ca un bun remediu pentru boala gingiilor, tratarea durerilor de dinți. Susanul reduce colesterolul din sânge, hipertensiunea arterială și joacă un rol important în prevenirea aterosclerozei, a bolilor de inimă și a cancerului. Consumul alimentelor obținute din semințele de susan o îmbogățește cu gama-tocoferolul. Uleiul de susan conține vitamina E și câțiva antioxidanți importanți, cum ar fi sesaminolul și sesamolul, fapt ce conduce la menținerea integrității țesuturilor organismului în prezența unor compuși oxidanți (Sharma et al., 2014).

#### **Bibliografie:**

1. Elleuch M.; Bedigian D.; Zitoun A. Sesame (*Sesamum indicum* L.) Seeds in Food, Nutrition, and Health. Nuts & Seeds and Health and Disease Prevention, 2011, 1029-1036, ISBN 9780123756886 doi: 10.1016/B978-0-12-375688-6.10122
2. Grichar W. J.; Dotray, P. A.; & Langham D. R. Sesame (*Sesamum indicum* L.) Growth and Yield as Influenced by Preemergence Herbicides. International Journal of Agronomy, 2012, 1-7, ISSN 1687-8159 doi: 10.1155/2012/809587
3. Liu H.; Tan M.; Yu H.; Li L.; Zhou F.; Yang M.; Zhao Y. Comparative transcriptome profiling of the fertile and sterile flower buds of the dominant genic male sterile line in sesame (*Sesamum indicum* L.). BMC Plant Biology, 2016, 402-408, ISSN 1471-2229 doi: 10.1186/s12870-016-0934-x
4. Sharma E.; Shah T. I.; & Chan F.A review enlightening genetic divergence in *Sesamum indicum* based on morphological and molecular studies. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 2014, 7 (1), 1-9. ISSN 2227-670X



## ANALIZA STRESULUI OXIDATIV INDUS *IN VIVO* DE QUANTUM DOTS DE SILICIU LA NIVEL HEPATIC

NIȚĂ DELIA ALEXANDRA

*Școala Doctorală de Biologie, Facultatea de Biologie,  
Universitatea din București*

**Introducere.** Nanotehnologia reprezintă un domeniu științific multidisciplinar ce implică cunoștințe atât de biologie și inginerie, cât și de fizică și chimie, cu privire la fenomenele care se petrec la scală nanometrică, cu numeroase aplicații în aproape toate domeniile activităților umane, cele mai importante fiind biologia, toxicologia și medicina. Nanoparticulele și nanomaterialele reprezintă o tehnologie evoluată al cărei potențial are un impact incredibil asupra unui număr mare de industrii și piețe. Extinderea producției și utilizării nanomaterialelor în domeniul alimentar, farmaceutic, cosmetic, medical, dar și în domeniile “tehnice”, crește riscul expunerii și implicit, al efectelor adverse asupra omului.

Nanocristalele semiconductoare, cunoscute și sub denumirea de quantum dots (QDs), sunt nanoparticule din materiale semiconductoare (ex. selenide sau sulfide de cadmiu sau zinc) cu proprietăți optice și electronice de excepție, ce pot fi modulate pentru a obține imagini selective multicolore, capabile să evidențieze detalii ale proceselor biologice, să localizeze tumorile, îmbunătățind imaginile obținute prin rezonanță magnetică și contribuind la identificarea cantităților infime ale unor substanțe din produse biologice supuse analizei de laborator. Quantum dots posedă proprietăți optice și spectroscopice unice, ce determină fluorescență de intensitate mare, fotostabilitate crescută și un timp mare de luminescență. Utilitatea QDs a fost demonstrată și în detecția imunohistochimică, în livrarea țintită de medicamente și în urmărirea unui singur QDs la ținte intra- și extra-celulare. Conform publicației “The Nanotechnology Consumer Products Inventory” din 2006, cel mai comun material menționat în descrierea produselor a fost carbonul (29 produse care includ fullerene și nanotuburi); argintul a fost al doilea (25 produse), urmat de dioxidul de siliciu (14), dioxidul de titan (8), oxidul de zinc (8) oxidul de ceriu (1).

Atenția ultimelor studii importante privind QDs s-a concentrat asupra nanoparticulelor de siliciu, deoarece acestea s-au dovedit a avea o toxicitate redusă față de metalele grele. Siliciul este unul dintre cele mai importante materiale de pe pământ. Este abundent, relativ benign și utilizat pe scară largă în industria microelectronică. Nanoparticulele de SiO<sub>2</sub> sunt din ce în

ce mai mult utilizate în industria alimentară, cosmetică, dar și în diagnostic, imagistică și transport țintit al unor agenți terapeutici.

**Scopul** acestui studiu a fost reprezentat de evaluarea *in vivo* a gradului de stres oxidativ generat la nivel hepatic în urma administrării Si/SiO<sub>2</sub> Qds. Temerile cu privire la posibilele efecte toxice ale quantum dots care conțin metale convenționale, au condus cercetările către quantum dots de siliciu (SiQDs), ce prezintă multiple aplicații în domenii variate. Toxicitatea QDs este dependentă de un număr mare de factori, cum ar fi dimensiunea, compoziția miezului și suprafața activă, tipul parametrilor de încapsulare și de prelucrare a sintezei nanoparticulelor, precum și concentrația QDs utilizate. Este necesară o completare a stadiului actual al cunoașterii privind acest tip de nanoparticule, prin investigarea mecanismelor de acțiune *in vivo* a Qds pe bază de siliciu și a efectelor induse la nivelul țesuturilor animale prin analiza unor modificări morfologice, biochimice și moleculare. Recent, o serie de studii au demonstrat toxicitatea scăzută *in vitro* a SiQDs. Natura benignă a siliciului a inspirat diverse aplicații în țintirea vascularizației tumorii, cartografierea nodulilor limfatici și imagistica multicoloră la șoareci.

**Materiale și metode.** Quantum dots de siliciu (Si/SiO<sub>2</sub> QDs), care au fost folosite în studiu au fost produse prin ablație laser la Institutul Național pentru Fizica Laserilor, Plasmei și Radiației, București-Măgurele. Studiul caracteristicilor nanoparticulelor a arătat că acestea prezintă o structură de tip miez-înveliș având un miez de siliciu cristalin înconjurat de un înveliș de dioxid de siliciu amorf și dimensiuni între 6 și 8 nm, ceea ce este în concordanță cu proprietățile nanoparticulelor de tip QDs.

Pentru o bună înțelegere a mecanismelor de acțiune ale QDs pe bază de siliciu *in vivo* și pentru a lămurii cauzele efectelor produse, s-a realizat un studiu la nivelul țesutului hepatic izolat din șoareci. Aceștia au fost caracterizați în prealabil pentru relevanța lor ca organism-model pentru testarea toxicității, șoarecii fiind modele populare pentru cercetări toxicologice pentru mai multe boli, cum ar fi cancerul, diabetul, distrofia musculară, etc.

Aprobarea modelului experimental are la bază stabilirea loturilor experimentale de șoareci, tratamentul acestora cu QDS pe bază de siliciu, recoltarea țesutului de interes și studiului efectelor biochimice induse de injectarea acestor nanoparticule la șoareci. Toxicitatea QDs de siliciu a fost investigată prin injectarea în vena codală a Si/SiO<sub>2</sub> QDs la șoarecii albi de tip Swiss, fiind testate 3 concentrații diferite (1, 10 și 100 mg QDs/kg corp). După 24 ore de la administrarea nanoparticulelor, șoarecii au fost sacrificați și prelevate țesuturile hepatice. Din extractele proteice totale obținute au

fost dozate activitățile specifice ale enzimelor antioxidante (superoxid dismutazei (SOD), catalazei (CAT), glutation peroxidazei (GPX), glutation reductazei (Gred), glutation S-transferazei (GST), glucozo 6-fosfat dehidrogenazei (G6PDH), precum și concentrația de glutation redus (GSH) și de malonaldehidă (MDA), raportându-se rezultatele la un control reprezentat de șoarecii care au primit ser fiziologic.

**Rezultate.** Analizele efectuate au arătat că primele două concentrații de nanoparticule testate (1 și 10 mg QDs/kg corp) nu au indus toxicitate la nivel hepatic, valorile fiind obținute în apropierea controlului. În ceea ce privește cea mai mare doză administrată (100 mg QDs/kg corp), s-a remarcat scăderea cu 30% a activității CAT, cu 22% a activității G6PDH, cu 15% a activității GST și cu 20% a activității GPX și al nivelului GSH. SOD dezintegrează radicalul superoxid prin transformarea acestuia în peroxid de hidrogen, care este distrus în continuare de CAT și GPX. Căile de apărare celulare pot regla nivelul speciilor reactive ale oxigenului (SRO) în condiții metabolice normale și pot proteja împotriva oxidanților dăunători. Acest sistem de apărare implică atât enzime antioxidante, cât și captatori de radicali liberi cu greutate moleculară mică, cel mai important fiind tripeptida glutation (GSH). Acesta joacă rol antioxidant prin interacțiunea directă cu SRO sau acționând ca un cofactor pentru diferite enzime, cum ar fi GPX și glutation S-transferaza (GST). Chiar dacă este sintetizat în citosol, GSH este distribuit în concentrații variate diferitelor organite intracelulare unde este utilizat în reglarea stării redox celulare. La nivelul reticulului endoplasmatic, raportul [GSH]:[GSSG] este mai mic față de restul celulei întrucât GSSG asigură principala sursă a puterii de oxidare în cadrul producerii conformațiilor funcționale ale polipeptidelor nascente prin formarea punților disulfurice. GPX catalizează în principal reacția directă a GSH cu ROS, cum ar fi peroxidul de hidrogen și peroxizii lipidici, în timp ce GST prezintă activități catalitice GSH-dependente (reducerea hidroperoxidizilor organici). S-au efectuat studii de toxicitate *in vivo* asupra SiQD la șoareci și maimuțe și nu au descoperit nici un semn evident de toxicitate la doze de 200 mg/kg. SiQD nu par să se degradeze după cum era de așteptat, cu toate că testele histologice nu au indicat nici o toxicitate la maimuțe. Analiza tomografică cu emisie de pozitroni (PET) a sugerat că după injectare, majoritatea SiQD sunt excretate rapid prin filtrare renală, restul acumulându-se în ficat timp de câteva săptămâni, fără nici o toxicitate acută observată, indiferent de nivelul de răspuns inflamator. A fost evidențiată influența SiQDs asupra homeostaziei redox celulare și distribuției glutationului în fibroblastele pulmonare umane. Expunerea la QDs a dus la o scădere dependentă de timp a viabilității celulare și a

biomasei. Creșterea nivelului de SRO și de MDA, împreună cu conținutul de GSH scăzut au arătat că homeostazia redox celulară a fost modificată, afectând totodată și starea redox a proteinelor. Potențialul QDs în aplicațiile de bio-imagistică a fost bine recunoscut. Cea mai comună abordare pentru bio-imagistică ce utilizează SiQDs este reprezentată de studiile *in vitro*, care evidențiază internalizarea nanoparticulelor de către celule prin endocitoză. A fost raportată internalizarea SiQDs funcționalizate cu grupări alchil în celulele umane neoplazice și celulele normale primare. Rata de internalizare a fost semnificativ mai rapidă în cazul celulelor maligne în comparație cu celulele normale. Prin urmare, diferența dramatică observată între rata și gradul de internalizare a nanocristalelor dintre celulele maligne și non - maligne oferă potențialul de aplicare în gestionarea afecțiunilor neoplazice umane. A fost raportată absorbția celulară a SiQD albastru-luminiscente, acoperite cu amine, fără nici o toxicitate celulară acută observată. De asemenea, au fost utilizate nanosfere de SiQDs oxidate demonstrând mai multe procese de endocitoză, nefiind funcționalizate cu nici un rest bio-funcțional pentru a ținti componente dintr-o locație specifică a celulei. Deși unele dintre primele rapoarte cu privire la QD de siliciu au fost publicate în urmă cu aproape douăzeci de ani, accelerarea cercetării a luat amploare în ultimii ani și, la momentul actual, este un domeniu aflat într-o continuă dezvoltare. Cele mai multe aplicații de bio-imagistică necesită marker fluorescent atașat în mod selectiv unei entități biologice, însă și dimensiunea mică, buna stabilitate coloidală și suprafețele bio-actives sunt criterii la fel de importante pentru nanocristalele de siliciu cu aplicabilitate biologică. Se pare că aceste criterii pot fi cel mai bine respectate prin funcționalizarea cu monostraturi auto-asamblate (SAM). Într-un raport recent, a fost demonstrată imagistica celulară pe termen lung a nucleilor din celule (până la 60 de minute fără fotooxidare). A fost prezentată absorbția selectivă a SiQDs coloidale de către celulele canceroase. Acest lucru a fost realizat prin modificarea covalentă a particulelor cu biomolecule, inclusiv lizină, acid folic, antimesotelin și transferină. După incubarea cu celule pancreatice canceroase, acidul folic și particulele conjugate de antimesotelin au fost internalizate selectiv de către celulă.

**Concluzii.** Determinările efectuate demonstrează lipsa de toxicitate a Si/SiO<sub>2</sub> QDs până la concentrații de 10 mg/kg corp, neafectând balanța redox la nivel hepatic. Rezultatele acestui studiu aduc dovezi experimentale cu importanță deosebită în studiul utilizării *in vivo* a produselor pe bază de quantum dots în diverse domenii medicale.

Datele din literatura de specialitate susțin ideea conform căreia QDs de siliciu pot induce efecte toxice *in vitro*, în diferite tipuri celulare, în timp ce

efectele *in vivo* sunt mult mai puțin studiate. Rezultatele obținute în urma acestui studiu oferă dovezi experimentale în ceea ce privește toxicitatea QDs de siliciu, fiind evidențiate efectele produse la nivelul statului redox.

Aceste date prezintă informații valoroase în progresul studiilor existente în literatura de specialitate focalizată pe caracterizarea acestui tip de nanomaterial și la explicarea modului în care SiQDs interacționează cu țesutul de interes. Rezultatele din cadrul acestui studiu contribuie la conturarea mecanismului general al toxicității nanoparticulelor de siliciu. Înțelegerea mecanismelor moleculare implicate în bioreactivitatea nanoparticulelor reprezintă o necesitate în domeniul nanotoxicității, urmărindu-se eliminarea, sau cel puțin, diminuarea efectelor adverse ale expunerii la acestea, ceea ce va face posibilă implementarea de noi aplicații nanomedicale fără declanșarea unor răspunsuri vătămătoare pentru organism, de tipul stresului oxidativ sau morții celulare induse.

În viitor, modificarea specifică a suprafeței Si/SiO<sub>2</sub> QDs prin crearea unui înveliș bioactiv ar putea îmbunătăți stabilitatea acestora în mediile fiziologice, înlăturând citotoxicitatea lor.

## **EVALUAREA PRODUCȚIEI SOIULUI DE GRÂU DE TOAMNĂ ” BLAGODARKA ODESSKAIA” ÎN EXPERIENȚE POLIFACTORIALE**

*TABACARI RUSLAN*

*Universitatea Agrară de Stat din Moldova*

Grâul de toamnă (*Triticum aestivum* L.) este una dintre cele mai importante specii cultivate. Valoarea lui nu se limitează doar la faptul că este sursa principală în alimentație, dar și rezultă din importanța includerii grâului în rotație, asigurând îmbunătățirea structurii solului, curățirea solului de buruieni, precum și diminuarea numărului de patogeni care atacă alte specii incluse în asolament. Astfel, *Tr. aestivum* este o cultură importantă în consecutivitatea rotației și sporirea productivității asolamentului.

Problemele majore de cultivare a grâului de toamnă rezultă din secetele de toamnă, iernile geroase, și condițiile aride în timpul de vegetație, factori care limitează producția cantitativă și calitativă în Moldova. Deci pentru a cultiva grâul este important să adaptăm tehnologia de cultivare la stresul termic și hidric. Printre elementele de bază ale tehnologiei performante sunt epoca de semănat, desimea de semănat și premergătorii.

Importanța acestor elemente rezultă și din faptul că în urma schimbărilor climatice în epoca optimă pentru semănatul grâului de toamnă (decada a doua a lunii octombrie) solul deseori este încă foarte uscat, iar semănatul mai târziu reduce înfrățirea plantelor și rezistența lor la iernare, boli și dăunători. Reieșind din cele menționate, ne-am propus să studiem influența terminilor și desimii de semănat după premergătorii mazăre pentru boabe și borceag de primăvară la nivelul cantitativ și calitativ a producției soiului de grâu comun de toamnă „Blagodarca Odesskaia” în experiențe polifactoriale.

### **MATERIAL ȘI METODĂ**

Cercetările au fost realizate în anii 2015 – 2016 la SDE “Chetrosu”, după premergătorii mazăre la boabe și borceag de primăvară (*Factorul A*). Ca obiect de studiu a servit soiul de grâu de toamnă “Blagodarka Odesskaia”.

Experiența a fost amplasată în blocuri randomizate în 4 repetiții (3 repetiții pentru determinarea producției și a IV-a repetiție este destinată observațiilor și măsurătorilor. Suprafața parcelei 50 m<sup>2</sup>. Desimea de semănat: 4; 5; 6; ml. semințe germinabile la hectar (*Factorul C*).

Epoca de semănat: a III-a decadă a lunii septembrie; a II-a decadă a lunii octombrie și a III-a decadă a lunii octombrie (*Factorul B*).

Pe parcursul vegetației s-au efectuat observații fenologice și măsurători biometrice, în conformitate cu prevederile tehnicii experimentale.

Materialul biologic a constituit soiul „Blagodarca Odesskaia” creat la Institutul de Selecție din Odessa, Ucraina. Soiul aparține varietății *Erythrospermum*. Plantele sunt de talie medie, cu spic fuziform, de culoare albă cu lungimea de 9-10 cm. Bobul este de culoare roșie. Masa a1000 de boabe 45,5 g. Perioadă de vegetație - 238 zile.

### **Rezultate și discuții**

În condițiile anului agricol 2015-2016 soiul „Blagodarka Odesskaia” a asigurat o producție stabilă, confirmând apartenența către grupa soiurilor plastice. Spor de producție asigurat statistic semnificativ pozitiv s-a obținut la varianta cu desimea de 6 ml. semințe germinabile la hectar, +107kg/ha, DL fiind de 99 kg. Producție de boabe mai mare s-a obținut după premergătorul borceag de primăvară – 5059 kg/ha, în comparație cu premergătorul mazăre pentru semințe, după care producția soiului „Blagodarka Odesskaia” a constituit 3954 kg/ha, adică un surplus de producție de 1105 kg/ha asigurat statistic semnificativ pozitiv. Semănatul soiului de grâu comun de toamnă „Blagodarka Odesskaia” în epoca admisibilă după premergătorul borceag de primăvară a asigurat spor de

producție de +718 kg/ha statistic semnificativ pozitiv DL fiind de 99 kg. în comparație cu termenul recomandat.

Cota de influență a factorilor studiați a fost următoarea: influența premergătorului (factorul A) – 87,41 %, termenului de semănat (factorul B) – 10,71 % și desimii de semănat (factorul C) – 0,47%. Interacțiunea dublă AB – constituie 0,07%.

Tabelul 1

*Producția grâului comun de toamnă soiul „Blagodarka Odessaika”, kg/ha, 2016.*

Desimea de semănat, mil. / ha – factorul „C”	Planta premergătoare – factorul „A”						Media pe factorul „C” DL <sub>0,5</sub> , kg = 99	± față de Mt.
	Mazăre pentru boabe (Mt.)			Borceag de primăvară				
	Epoca de semănat – Factorul „B”							
	03.X.15 (Mt)	16.X.15	30.X.15	03.X.15 (Mt)	16.X.15	30.X.15		
4,0	3642	4135	3512	4597	5730	4407	<b>4337</b>	<b>-201</b>
5,0 (Mt.)	4037	4251	3752	5014	5615	4557	<b>4538</b>	-
6,0	4106	4379	3770	5198	5618	4799	<b>4645</b>	<b>+107</b>
Media pe factorul „A”	<b>3954</b>			<b>5059</b>				
DL <sub>0,5</sub> A, kg = 81	<b>+1105</b>							
Media pe factorul „B”	<b>3928</b>	<b>4255</b>	<b>3678</b>	<b>4936</b>	<b>5654</b>	<b>4587</b>		
DL <sub>0,5</sub> B, kg = 99	-	<b>+327</b>	<b>-250</b>	-	<b>+718</b>	<b>-349</b>		
DL <sub>0,5</sub> experienței, kg	<b>243</b>							
P,%	<b>1,88</b>							

Conținutul de substanțe proteice în boabele soiului de grâu comun de toamnă „Blagodarka Odessaika” a variat de la 11,9% - 13,1% cu o medie

de 12,7 % după premergătorul mazăre pentru boabe și 11,9% -13,1 cu o medie de 12,5 % după premergătorul borceag de primăvară. Nivelul maxim al acestui indicator a fost constatat după premergătorul borceag de primăvară semănat în data de 16.10.15 cu desimea de 5ml.

Cantitatea de gluten la soiul „Blagodarka Odesskaia” după premergătorul mazăre pentru boabe a variat de la 24,4% - 26,4% cu o medie de 25,6 % , iar după premergătorul borceag de primăvară conținutul de gluten a variat de la 24,5% - 26,2% cu o medie pe experiență de 23,2%. Cel mai înalt conținut de gluten a boabelor de grâu 26,4 % îl avem după mazăre pentru boabe, semănat în decadă III a lunii octombrie (30.10.2015) cu desimea de 4,0 ml semințe viabile la hectar.

Tabelul 2

*Conținutul de substanțe proteice în boabele soiului de grâu comun de toamnă „Blagodarka Odesskaia” în experiențele polifactoriale, %*

Desimea de semănat, mil / ha – factorul „C”	Planta premergătoare – Factorul “A”						Media pe Factorul „C”	+- Fată de mator
	Mazăre pentru boabe (Mt)			Borceag de primăvară				
	Epoca de semănat – Factorul “B”							
	03.X.15 (Mt)	16X. 15	30.X. 15	03.X.15 (Mt)	16X. 15	30.X.15		
4	11,9	12,9	12,4	13,1	12,1	12,8	<b>12,5</b>	<b>-0,2</b>
5(Mt)	12,8	12,9	12,9	12,5	12,0	13,2	<b>12,7</b>	-
6	12,6	13,1	12,7	12,9	11,9	12,4	<b>12,6</b>	<b>-0,1</b>
Media pe Factorul “A”	<b>12,7</b>			<b>12,5</b>				
+-Fată de mator	<b>-0,2</b>							
Media pe factorul „B”	12,4	13,0	12,7	12,8	12,0	12,8		
+- Fată de mator	-	+0,6	+0,3	-	-0,8	0		



Tabelul 3

*Conținutul de gluten în boabele soiului de grâu comun de toamnă „Blagodarka Odesskaia” în experiențele polifactoriale, %*

Desimea de semănat, mil / ha – factorul „C”	Planta premergătoare – Factorul “A”						Media pe Factorul „C”	+- Fată de mator
	Mazăre pentru boabe (Mt)			Borceag de primăvară				
	Epoca de semănat – Factorul “B”							
	03.X.15 (Mt)	16.X.15	30.X.15	03.X.15 (Mt)	16.X.15	30.X.15		
4	24,4	26,3	26,4	26,2	26,2	25,6	<b>25,9</b>	<b>+0,3</b>
5(Mt)	25,1	26,0	25,2	25,8	26,0	24,9	<b>25,5</b>	-
6	26,2	26,1	24,9	25,7	25,8	24,5	<b>25,5</b>	<b>0</b>
Media pe Factorul “A”	<b>25,6</b>			<b>25,6</b>				
+-Fată de mator	<b>0</b>							
Media pe factorul „B”	25,2	26,1	25,5	25,9	26,0	25,0		
+- Fată de mator	-	+0,9	+0,3	-	+0,1	-0,9		

### Concluzii.

1. Din datele obținute rezultă că soiul de grâu de toamnă Blagodarka Odesskaia prezintă un spor de producție după premergătorul borceag de primăvară, semănat în termenul admisibil cu o densitate de 6 ml. semințe viabile la ha.

2. Conținutul de gluten a avut valori mai mari când grâul a fost semănat după premergătorul mazăre pentru boabe în decadă III a lunii octombrie cu desimea de 4,0 ml semințe viabile la hectar.

### Bibliografie:

1. Starodub V. Fitotehnie. Chișinău: Ed. „Print-Caro”, 2015. 574 p. ISBN 978-9975-56-267-6

2. Boincean B. Tehnologii alternative de cultivare a grâului de toamnă în Republica Moldova : (Ghid) / Boris Boincean ; Acad. de Științe a Rep. Moldova [et al.]. – Bălți : [S.n.], 2013. – 68 p. : tab. – ISBN 978-9975-4450-2-3

3. Starodub V. Evaluarea producției soiului de grâu comun de toamnă”Select” în experiențe polifactoriale. Simpozion Științific Internațional. „Rezultatele și perspectivele cercetărilor la cultura plantele de câmp în republica Moldova” Chișinău, 2014. Tipografia centrală. P. 318-322.

## EVALUAREA EXPRESIEI GENELOR IMPLICATE ÎN FORMAREA BARIERELOR MECANICE CA RĂSPUNS LA ACȚIUNEA FACTORILOR BIOTICI

TABĂRĂ OLESEA

Universitatea Academiei de Științe a Moldovei

**Introducere.** Fanerogama holoparazită lupoaia (*Orobanche cumana* Wallr.) reprezintă unul dintre principalii patogeni ai florii-soarelui, care provoacă pierderi semnificative cantitative și calitative, iar în cazuri grave poate compromite total producția.

Plantele au potențial de a mobiliza diverse mecanisme biochimice de răspuns împotriva atacurilor patogene, inclusiv lignificarea, suberizarea, sinteza fitoalexinelor [Labrousse și colab., 2001], inducerea de enzime hidrolitice și activarea sistemului de reacții antioxidante [Broetto și colab., 2002].

Prođușii căilor fenilpropanoidice sunt intermediari în mai multe căi biosintetice. Fenilalanin amonia-liaza (PAL) este o enzimă cheie a căii fenilpropanoidice care catalizează deaminarea fenilalaninei la acidul trans-cinamic, un precursor al căilor biosintetice de lignină și flavonoide și antocianii. De la acidul cinamic derivă acidul ferulic și pirocatecolul - precursorii ligninei, cumarinele, fitoalexinele și acidul salicilic (AS). Acidul salicilic este unul dintre precursorii catecolului, taninurilor, saligeninei, acizilor metil-salicilat și hidroxibenzoic [de Jong și colab., 2015]. AS mediază mecanismele de apărare a plantelor față de agenții patogeni.

Lignina este sintetizată prin cuplarea oxidativă a trei monolignoli, numiți p-hidroxifenil (H), guaiacil (G) și siringil (S). Proporțiile a trei unități principale din peretele celular variază în funcție de speciile de plante și tipul țesutului [Bhuiyan și colab., 2009]. S-a determinat că plantele pot activa mecanisme eficiente pentru a restricționa răspândirea patogenului în țesuturile plantei gazdă, în deosebi la structurile vasculare, prin modificarea compoziției și consolidarea peretelui celular [Gallego-Giraldo și colab., 2011] (fig.1).

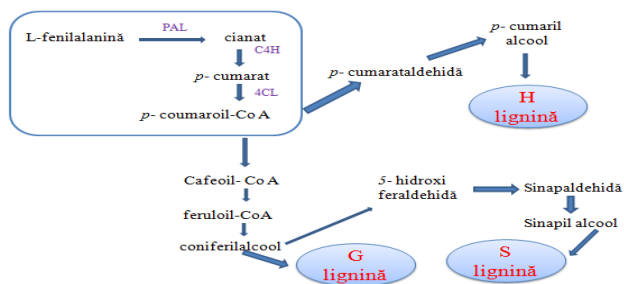


Figura 1. Calea de biosinteză a fenilpropanoidelor [Xu și colab., 2011]

Au fost analizate barierele fizice reprezentate de celule lignificate, care împiedică penetrarea rădăcinilor de năut, bob, mazăre, mazărice, rapița, morcov, floarea-soarelui de către speciile *Orobanche* – *O. crenata*, *O. aegyptiaca*, *O. cumana*, *O. ramosa*.

**Material și metode.** În calitate de material biologic au servit rădăcinile a trei hibrizi de floarea-soarelui (doi rezistenți Favorit și PR64LE20 și unul sensibil - Performer) cultivați pe fundal de infecție artificială cu lupoaie colectată din localitatea Sîngera și formele lor control la 4 etape de dezvoltare a patosistemului *Helianthus annuus* L. –*Orobanche cumana* Wallr (tab.1).

Tabelul 1.

Schema de colectare a probelor de rădăcină de floarea-soarelui

Stadiu imediat de apărare a plantei gazdă	Stadiu de apărare activă a plantei gazdă		Stadiu de stabilizare și acomodare a plantei gazdă
Etapa de penetrare a rădăcinilor gazdei de haustoriul lupoaiei	Etapa de formare a tubercu-lilor	Etapa de formare a lăstarului subteran de lupoaie	Etapa de dezvoltare a lăstarului aerian de lupoaie
18 zile	35 zile	53 zile	67 zile

Analiza moleculară a inclus câteva etape: obținerea și analiza probelor de ARN, construirea bibliotecilor de ADNc și expresia genei prin Real-time PCR.

Obținerea probelor de ARN de calitate înaltă, ce conțin o cantitate suficientă de acid nucleic reprezintă criteriu principal, care asigură

construirea bibliotecilor de ADNc, cu reprezentarea adecvată a genelor expresate. Totodată, extragerea ARN-ului din țesuturile vegetale este dificilă și necesită optimizarea protocoalelor existente în funcție de materialul biologic utilizat pentru analize [Letousey și colab., 2007].

Extragerea ARN-ului s-a realizat cu TRI-reagent conform protocolului recomandat al kit-ului (*Ambion, Applied Biosystems*). Calitatea și puritatea probelor de ARN extras a fost verificată prin electroforeză în gel de agaroză de 1% și măsurare spectrofotometrică la lungimea de undă 260 și 280 nm.

Preliminar reacțiilor de revers-transcripție, probele de ARN au fost tratate cu ADN-ază (#EN0521, Thermo Scientific) pentru a înlătura urmele de contaminare cu ADN genomic. Obținerea bibliotecilor de ADNc a fost realizat conform protocolului optimizat în laboratorul de Genomică CGF [Duca, 2014].

ADNc-ul obținut a fost folosit pentru determinarea expresiei genelor de interes prin metoda Real-Time PCR cu utilizarea reagentului Maxima SybrGreen/ROX Master Mix (Thermo Scientific) în amplificatorul cu detecția automată a fluorescenței DT-96 (DNA technology, Rusia).

Primerii utilizați au fost elaborați în baza secvenței (Y12461.1) cu ajutorul instrumentului Primer 3.0.

În calitate de genă de referință s-a utilizat gena actinei (AF282624.1) a florii-soarelui. Expresia relativă a genelor față de actină a fost calculată după Livak și Schmittgen (2001).

**Rezultate și discuții.** Numeroase studii au demonstrat o corelație pozitivă între creșterea activității enzimei, acumularea proteinelor PAL și expresia genelor PAL [Kostenyuka și colab., 2002]. Cercetările efectuate de către Goldwasser și colab. au stabilit o creștere a conținutului de PAL la trei specii de măzărâche rezistente la *O. aegyptiaca* [Goldwasser și colab., 1997]. Studii anterioare au demonstrat o creștere semnificativă a activității PAL în rădăcinile genotipurilor de floarea-soarelui rezistente și tolerante la lupoaie (rasa E), de la faza ontogenetică 20-30 de zile până 60 de zile [Glijin și colab., 2011]

Activitatea PAL este reglată de obicei la nivel genetic, ca răspuns la diverși stimuli. Expresia activă a genelor PAL a fost observat în plantele infectate cu virusul mozaic la tutunului, bacterii și ciuperci. Răspunsul la atacul patogenului poate fi imitat prin elicitori derivați din pereții celulelor fungice sau culturi filtrate. Aceasta a fost demonstrată la tratarea cu elicitori care pot induce, de asemenea, expresia genelor PAL, și în suspensiile culturilor celulare de lucernă, orez și plop (Calabrese et al. 2004).

Transcripțional gena PAL este reglată în mod constructiv și ecologic prin factorii de transcripție MYB, LIM și NTS [Zhao și Dixon, 2011; Zhong

și Ye, 2007]. În general, genele codificatoare PAL sunt bine studiate și sunt în mod obișnuit descoperite ca familii de gene mici care cuprind de la un membru până la cinci membri [Huang și colab., 2010, Rawal și colab., 2013], deși la unele plante cum ar fi *Eucalyptus* [Carocha și colab., 2015] și pepenele verzi [Dong și Shang, 2013], familia de gene PAL cuprinde mai mult de cinci membri. Proteinele codificate formează un homo- sau heterotetramer, iar fiecare genă PAL este considerată a fi implicată specific în diferite ramuri ale căii fenilpropanoide.

Activitatea transcripțională a genei PAL la șapte linii de floarea-soarelui infectate cu trei populații de lupoaii colectate din diferite regiuni (Soroca, Anenii Noi și Fundulea, România) nu au prezentat valori mai mari față de control fiind probabil implicată în răspunsurile de apărare timpurii [Șestacova și colab., 2016].

Cercetările efectuate asupra expresiei genei PAL în dinamică la diferite intervale de timp în sistemul radicular al genotipului Favorit a prezentat valori mai mari la forma cultivată în sol infectat față de martor la etapa de formare a primelor atașamente. În schimb, activitatea crescută a expresiei PAL a prezentat genotipul sensibil Performer infectat artificial cu lupoaii la toate fazele de dezvoltare ontogenetică a patogenului. Rezultate similare au fost observate la genotipul rezistent PR64LE20 începând cu faza de 35 zile a formelor cultivate în sol infectat expresia a fost de 3,4 ori mai mare față de control, ce corespunde cu etapa de apărare activă a plantei față de potențialul agresor (fig. 2).

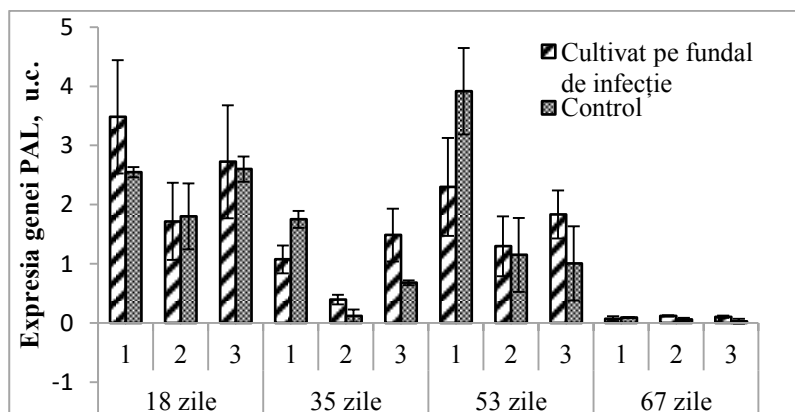


Figura 2. *Expresia genei PAL la genotipurile de floarea-soarelui infectate artificial cu lupoaii. 1. – Favorit; 2. – PR64LE20; 3. – Performer*

Spectrul larg de culturi și agenți patogeni, evidențiază universalitatea mecanismului de apărare prin lignificare care sporește toleranța la stresul biotic. Cercetările efectuate asupra acestui mecanism de răspuns la acțiuni nefavorabile venite din exteriorul plantei se axează pe manipularea genelor implicate în biosinteza ligninei pentru obținerea liniilor izogene de culturi cu un conținut sporit de lignină. Această abordare a fost realizată pe un șir de culturi, cum ar fi: grâu [Bhuiyan și colab., 2009], orez [Wang și colab., 2007], tutun [Johnson și colab., 2010], bumbac [Shi și colab., 2012] și morcov [Wally și Punja, 2010]. Astfel, rezultatele au fost diferite, fie s-a câștigat prin sporirea funcției genei (pentru a mări conținutul de lignină) sau pierderea funcției genei (s-a micșorat conținutul de lignină) la mutații pentru a obține dovezi directe ale implicării ligninei în toleranță împotriva factorilor de stres.

#### **Bibliografie:**

1. Bhuiyan N. H., Selvaraj G., Wei Y. and King J. Gene expression profiling and silencing reveal that monolignol biosynthesis plays a critical role in penetration defence in wheat against powderymildew invasion. *Journal of Experimental Botany*, 2009, V. 60(2), p. 509–521.
2. Broetto F., Lutge U., Ratajczak R. Influence of light intensity and salt treatment on mode of photosynthesis and enzymes of the antioxidative response system of *Mesembryanthemum crystallinum*. *Funct. Plant Biol.*, 2002, V. 29, p. 13–23.
3. Carocha V., Soler M., Hefer C., Cassan-Wang H., Fevereiro P., Myburg A.A., Paiva J.A.P., Grima-Pettenati J. Genome-wide analysis of the lignin toolbox of *Eucalyptus grandis*. *New Phytol.*, 2015, p. 1297–1313
4. Dong C.J., Shang Q.M. Genome-wide characterization of phenylalanine ammonia-lyase gene family in watermelon (*Citrullus lanatus*). *Planta*, 2013, V. 238, p. 35–49.
5. Duca M.. Current situation of sunflower broomrape in the Republic of Moldova. In: Proc. 3rd Int. Symp. on Broomrape (*Orobanche* spp.) in Sunflower, Córdoba, Spain. *Int. Sunflower Assoc.*, Paris, France, 2014, p. 44-50.
6. Gallego-Giraldo L., Jikumaru Y., Kamiya Y., Tang Y., Dixon R.A. Selective lignin downregulation leads to constitutive defense response expression in alfalfa (*Medicago sativa* L.). *New Phytologist*, 2011, V. 190, p. 627–639.
7. Glijin A., Mîța E., Levițchi A., Acciu A., Calmiș A., Duca M. Phenylalanine ammonia-lyase in normal and biotic stress conditions, Simpozionul Științific cu participare Internațională „Horticultură, Știință, calitate, diversitate, armonie”, Iași, 26 – 28 mai 2011, *Lucrări Științifice*, Vol. 54, Nr. 2, Seria Horticultură, Editura “Ion Ionescu de la Brad” p. 97-102.
8. Goldwasser Y., Hershenhorn J., Plakhine D. et al. Biochemical factors involved in vetch resistance to *Orobanche aegyptiaca*. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 1999, V. 54, p. 87-96.

9. Huang J., Gu M., Lai Z., Fan B., Shi K., Zhou Y.H., Yu J.Q., Chen Z. Functional analysis of the Arabidopsis PAL gene family in plant growth, development, and response to environmental stress. *Plant Physiol.*, 2010, V. 153, p. 1526–1538.
10. Johnson S.N., Hallett P.D., Gillespie T.L and Halpin C. Below-ground herbivory and root toughness: a potential model system using lignin-modified tobacco. *Physiological Entomology*, 2010, V. 35(2), p. 186–191.
11. Kostenyuka I.A., Zonb J. and Burnsa J. K. Phenylalanine ammonia lyase gene expression during abscission in citrus // *Physiologia Plantarum*, 2002, V. 116, p. 106-112.
12. Labrousse P., Arnaud M.C., Serieys H., Bervillé A., Thalouarn P. Several mechanisms are involved in resistance of *Helianthus* to *Orobanche cumana* Wallr. *Annals of Botany*, 2001, V. 88, p. 859-869.
13. Letousey P., de Zélicourt A., Vieira Dos Santos C., Thoiron S., Monteau F., Simier P., Thalouarn P., Delavault P. Molecular analysis of resistance mechanisms to *Orobanche Cumana* in sunflower. *Plant Pathology*, 2007, V. 56, p. 536–546.
14. Livak K.J. and Schmittgen T.D. Analysis of Relative Gene Expression Data Using Real- Time Quantitative PCR and the 2<sup>-ΔΔCT</sup> Method. *METHODS*, 2001, V. 25, p. 402–408.
15. Rawal H.C., Singh N.K., Sharma T.R. Conservation, divergence, and genomewide distribution of PAL and POX A gene families in plants. *Int. J. Genomics*, 2013, p. 10.
16. Shi H., Liu Z., Zhu L. et al. Overexpression of cotton (*Gossypium hirsutum*) dirigent1 gene enhances lignification that blocks the spread of *Verticillium dahlia*. *Acta Biochimica et Biophysica Sinica*, 2012, V. 44, p. 555–564.
17. Șestacova T., Giscă I., Cucereavii A., Port A., Duca M. Expression of defence-related genes in sunflower infected with broomrape, *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 2016, V. 30:4, p. 685-691, DOI: 10.1080/13102818.2016.1179591
18. Wally O. and Punja Z.K. Enhanced disease resistance in transgenic carrot (*Daucus carota* L.) plants over-expressing a rice cationic peroxidase. *Planta*, 2010, V. 232(50), p. 1229–1239.
19. Wang H., Hao J., Chen X. et al. Overexpression of rice WRKY89 enhances ultraviolet B tolerance and disease resistance in rice plants. *Plant Molecular Biology*, 2007, V. 65(6), p. 799–815.
20. Xu L., Zhu L., Tu L., Liu L., Yuan D., Jin L., Long L., Zhang X. Lignin metabolism has a central role in the resistance of cotton to the wilt fungus *Verticillium dahliae* as revealed by RNA-Seq-dependent transcriptional analysis and histochemistry. *Journal of Experimental Botany*, 2011, V. 62(15), p. 5607–5621.
21. Zhao, Q., Dixon, R.A., 2011. Transcriptional networks for lignin biosynthesis: more complex than we thought? *Trends Plant Sci.* 16, 227–233.
22. Zhong R., Ye Z.H. Regulation of cell wall biosynthesis. *Curr. Opin. Plant Biol.*, 2007, V. 10, p. 564–572.

## ÎNFIINȚAREA UNEI COLECȚII DE GOJI PE TERITORIUL GRĂDINII BOTANICE (I) AȘM

TABĂRA GORCEAG MARIA  
Grădina Botanică (Institut) al AȘM

**Introducere.** Goji numit științific *Lycium Barbarum* L, din familia *Solanaceae*, este original din Tibet, fiind o sursă importantă de vitamine pentru organism. Conținutul ridicat de vitamina C, vitamina A, seleniu, calciu, fier, potasiu, acizi grași nesaturați, beta-caroten, licopen, luteină, polizaharide etc., explică efectele deosebite pe care aceste fructe le au asupra organismului uman. Calitățile terapeutice ale fructelor goji sunt însumate de prezența a 18 aminoacizi (dintre care 11 esențiali), care contribuie decisiv la starea de sănătate a organismului uman [1].

Înființarea unei plantații de goji poate fi una dintre cele mai bune investiții în agricultură în acest moment. Deși nu se consumă intens la noi, fructele de goji sunt foarte căutate în Europa, iar potențialul este uriaș pentru această plantă medicinală care, din punct de vedere al profitului adus, ar putea detrona în următorii câțiva ani zmeura, murul sau coacăzul [4]. Goji este o specie precoce, cu un mare potențial de producție. Arbustul goji este tolerant la pH-ul solului ridicat. PH-ul solului ideal pentru goji este de 7-8, dar poate crește, de asemenea în soluri cu pH de 6,5 și mai jos. Goji preferă să crească în locuri însorite fiind necesar minim de 4-6 ore de soare pe zi. În plină perioada de rodire se pot obține în mod curent 4-5t/ha fructe. Pentru a susține și simplifica această mare capacitate de rodire a gojului, trebuie ca de la înființarea plantației să se aplice în întregime și corect toate verigile agrotehnice [5].

**Materialle și metode.** Materialul săditor luat în studiu este reprezentat de cultivarul *Ning Xia NI*, care a fost obținut prin cultura *in vitro* și aclimatizat în condițiile de seră [2].

Sădirea plantelor de goji sa efectuat în colecția de arbuști fructiferi pe câmpul experimental de pe teritoriul Grădinii Botanice (I) AȘM.

Schema de plantarea s-a făcut în gropi adânci de 15cm x 15cm și adâncimea de 25cm, la distanțe de 2m între rânduri și 1,5m între plante pe rând. Pregătirea terenului pentru înființarea colecției și lucrările de îngrijire aplicate au fost aplicate conform literaturii de specialitate [6]. Colecția a fost montată primăvara în luna aprilie 2016, când plantele sunt în repaus pe un sol moderat erodat. Experiența a fost organizată pe 3 rânduri a câte 21 arbuști, (Fig. 1). Nu în ultimul rând, trebuie menționat faptul că plantele nu au primit tratamente fitosanitare, iar pe sol nu au fost aplicate fertilizanți.



Singurele lucrări efectuate au fost cele de instalare a unui sistem de irigare, și cele de întreținere periodică a terenului (combaterea buruienilor prin plivit și prășit) [3].

După plantarea arbuștilor goji se întocmește lucrări privind îngrijirea plantelor, crearea formei respective și instalarea suporturilor.

S-a procedat în acest fel pentru a se putea studia cât mai bine capacitatea producției de fructe a plantelor de *Lycium*.

Cultivarea sa realizat sub formă baldachin (pe trunchi) ce presupune o înălțime maximă de 2m a plantei, pentru a ușura accesul la ramurile superioare, pentru tăierile de rărire și culesul fructelor, orice ramură ce depășește această înălțime va fi eliminată prin tăiere, scurtarea inițială a plantei la maxim 60 cm în primul an de plantare, pentru a fi stimulată creșterea lateral. Aceasta va reprezenta tulpina arbustului și va fi curățată permanent de frunze și lăstari ce ar putea să crească. Forma cu mai multe etaje pentru arbuștii de goji să întocmit pentru o aerisire și o expunere solară mai bună, toate pentru un randament mai crescut. Distanța între nivelul treptelor ramurilor principale astfel formate, este de 40-60 cm, pentru a ușura lucrările de întreținere și a aera planta și a permite razelor solare un acces la toate părțile plantei [6].

Cultivarea arbustului de goji sub formă de copac are avantajul unui cules mai rapid și mai comod al fructelor și permite o privire de ansamblu mai bună în diferitele stadii de dezvoltare a plantei, pentru a putea interveni cu remedierile necesare. Important este de a fi eliminate ramurile neproductive, ce consumă resurse importante de la plantă.

Recomandam tăierea și curățarea arborelui la ieșirea din repaos vegetal, din cauza condițiilor climaterice în continuă schimbare și a gerului care poate afecta planta dacă acesta este tăiat mai devreme.



Figura 1: Lotul experimental după plantarea puieților de *Lycium barbarum* L.

În vederea studierii caracteristicilor biologice ale arbuștilor de goji din lotul experimental, au fost efectuate periodic observații și măsurători biometrice cu privire la:

- ✓ creșterea în înălțime a plantelor;
- ✓ creșterea în lungime și numărul tulpinilor;
- ✓ data apariției, lungimea și numărul lăstarilor;
- ✓ număr de rozete cu frunze pe plantă, număr de frunze pe rozetă număr de frunze pe plantă;
- ✓ data apariției primelor flori.

**Rezultate și discuții.** Parcurgerea fazelor de vegetație ale plantelor din specia *Lycium barbarum* L. s-a înregistrat pe baza observațiilor făcute la ieșirea plantelor din stadiul de dormanță în primul an, înălțimea plantelor, datele apariției butonilor florali și ale primelor înfloriri.

Din observațiile făcute, s-a constatat că după ieșirea din stadiul de repaus, mugurii vegetativi parcurg fenofazele într-un ritm alert începând cu prima decadă a lunii aprilie. Mugurii vegetativi ai plantelor de goji, sau chiar pe aceeași ramură a unei plante, pot fi în stadii diferite 90% din plante parcurgeau faza de înmugurire.

În ceea ce privește apariția primilor butoni florali, aceștia sau observat, încă din mijlocul lunii iunie. Arbuștii au continuat să înflorească până la sfârșitul lunii noiembrie.

La plantare, înălțimea medie a plantelor la ghivece a fluctuat între 40cm - 50 cm. După 6 luni de la plantare (aprilie 2016), au fost deja vizibile creșteri ale plantelor, înălțimea plantelor de *Lycium barbarum* L. a crescut între 20 cm și 30 cm.

Morfologia florilor arbustului *Lycium barbarum* L. studiate a corespuns cu descrierile prezentate în literatura de specialitate. Pe arbustul de *Lycium* se pot întâlni simultan toate fazele de dezvoltare ale florilor și fructelor. Florile arbuștilor apar în zona nodurilor, fiind solitare sau în inflorescențe de câte 3-5. Florile având 5 petale de o culoare lila deschisă până la un mov intens sau chiar purpuriu. Spre sfârșitul ciclului lor de dezvoltare, și-au pierdut treptat culoarea devenind alb-gălbui (fig.2).



Figura 2. Floare de *Lycium barbarum*: a) aflată la începutul ciclului său de dezvoltare; b) aflată la sfârșitul ciclului său de dezvoltare.

De asemenea, toate florile de *Lycium* observate au prezentat o serie de dungii închise la culoare ce contrastau cu centrul lor mai deschis. Florile conțin câte 5 stamine, mai lungi decât corola și cu antere dehiscente cu o formă orbiculară. Gineceul a fost mai lung decât staminele, fiind compus dintr-un stigmat globoid bilamelat, un stil filiform și un ovar oblong. Din literatura de specialitate și observațiile proprii a reieșit faptul că florile acestei specii arbustifere sunt hermafrodite.

**Concluzii.** Creșterea lăstarilor de *Lycium barbarum* L. în primul an de la plantare a fost studiată pe fiecare plantă, în dinamică. Cele mai reprezentative etape în studiul acestei caracteristici au fost: luna mai – a corespuns începutului creșterii lăstarilor, lunile iulie-august – au reprezentat etapa de creștere intensivă a lăstarilor, luna noiembrie – a marcat încetarea creșterii lăstarilor.

Studierii caracteristicilor biologice ale arbuștilor de goji din lotul experimental, vor continua și în următorii ani, privind caracteristicile biometrice, de fructificare (cum ar fi: data apariției primelor fructe, greutate, dimensiunea), biochimice, sanogene și nutriționale ale fructelor *Lycium barbarum* L.

#### **Bibliografie:**

1. Donno D., Beccaro G. L., Mellano M.G., Cerutti A.K., Bounous G. Goji berry fruit (*Lycium* spp.): antioxidant compound fingerprint and biocitivity evaluation. *J. Funct. Food.*, 2015.
2. Gorceag Maria, Ciorchină Nina. In vitro propagation of *Lycium barbarum* L. (goji) a studied culture plant in Botanical Garden (I) AȘM. *The International*

Conference dedicated of the 70th anniversary of foundation of first research institutes of the ASM and 55th anniversary of the inauguration of the ASM: "Life sciences in the dialogue of generations: Connections between universities academia and business community" Chisinau, 2016, p. 32.

3. Iliescu Ana-Felicia, Cultura arborilor și arbuștilor ornamentali, Ed. Ceres ,București, 2009, p. 39

4. Mencinicopschi I. C., Bălan V., Manole C. G.,– „Lycium barbarum L. – a new species with adaptability potential in Bucharest's area”, Scientific Papers Series A, Agronomy, vol. LV, ISSN-L 2285–5785, 2012, 361-364.

5. Simcoe Research Station Alternative Crop and Vegetable Open House – „New Crops, Old Challenges: Tips and tricks for managing new crops!”, Tuesday, August 18, 2009, p. 46

6. [www.klastorf.ro](http://www.klastorf.ro) - [www.plantatiegoji.ro](http://www.plantatiegoji.ro)

## **ROLUL POLIMORFISMELOR GENETICE MTHFR C677T, MTHFR A1298C, MTR A2756G, MTRR A66G ȘI HOMOCISTEINEI ÎN PIERDEREA RECURENTĂ A SARCINII**

*VISTERNICEAN ELENA,*

*Școala Doctorală în domeniul Științe Medicale. Conducător științific:  
MOȘIN VEACESLAV, d.h.ș.m., profesor universitar, Universitatea de Stat  
de Medicină și Farmacie „Nicolae Testemițanu”*

Identificarea cât mai precoce a etiologiei pierderii recurente de sarcină este necesară pentru stabilirea unei strategii terapeutice adecvate în sarcina următoare. Explorarea molecular - genetică, o metodă modernă cu valoare incontestabilă, abordată din ce în ce mai frecvent în această entitate nosologică, oferă noi oportunități și date incontestabile privind diagnosticul defectelor trombofilice în avortul spontan recurent (ASR). Expresia genelor metionin – sintetaza (MTR), metilentetrahidrofolat – reductaza (MTHFR) și metionin – sintetaza – reductaza (MTRR) ce codifică proteinele implicate în metabolismul homocisteinei și metioninei sunt subiect important de studiu. Importanța biologică a homocisteinei și polimorfismelor genetice MTHFR C677T, MTHFR A1298C, MTR A2756G, MTRR A66G justifică interesul crescut pentru aprecierea impactului acestora la femeile diagnosticate cu pierderea recurentă de sarcină.

**Scopul cercetării** este de a evalua interacțiunea dintre polimorfismele genetice MTHFR C677T, MTHFR A1298C, MTR A2756G, MTRR A66G și nivelul plasmatic al homocisteinei serice totale la femeile cu pierderea recurentă a sarcinii.

**Material și metode.** Cercetarea reprezintă un studiu de cohortă de prognostic, în care au fost incluse 57 de femei de vârstă fertilă, care au fost recrutate din rândul pacientelor care s-au prezentat pentru un consult medical și investigații în perioada mai 2014 – decembrie 2016. Au fost recrutate doar paciente care prezentau cel puțin 2 avorturi spontane consecutive în antecedente.

Determinarea concentrației plasmatice a homocisteinei s-a realizat la analizatorul IMMULITE 2000XPi prin metoda chemiluminiscență pe aparatul Immulite Siemens.

Identificarea polimorfismelor MTHFR C677T (rs 1801133), MTHFR A1298C (rs 1801133), MTR A2756G (rs 1805087) și MTRR A66G (rs 180139) s-au realizat prin reacțiile de polimerizare în lanț și polimorfismul lungimii fragmentelor de restricție (PCR/RFLP). Etapele analizei: (a) Recoltarea probelor ale materialului biologic (sânge periferic); (b) Extragerea ADN-ului din sânge; (c) Efectuarea reacției de polimerizare în lanț (PCR) utilizând primeri specifici; (d) Verificarea amplificării AND-ului prin electroforeză în gel de poliacrilamidă de 7,5%; (e) Restricția ampliconului cu restricțaza specifică în termostat la temperatura de 37 °C timp de 3 ore; (f) Verificarea restricției prin electroforeză în gel de poliacrilamidă de 7.5%; (g) Fotodocumentarea gelului și interpretarea rezultatelor.

**Rezultate.** Valorile individuale ale homocisteinei înregistrate în lotul de studiu s-au încadrat în limitele 2,19 – 34,7  $\mu\text{mol/l}$ . Analiza nivelului homocisteinei totale a arătat că la 27 paciente (47,36%  $\hat{I}_{95}$ : 34,4 – 60,32) valorile homocisteinei se încadrează în limitele normale. Valoarea serică a homocisteinei ce depășea 12  $\mu\text{mol/l}$  s-a întâlnit la 30 paciente (52,64%  $\hat{I}_{95}$ : 39,68 – 65,6). Dintre acestea, 28 paciente (49,14%  $\hat{I}_{95}$ : 36,17 – 62,11) au avut concentrația homocisteinei totale cuprinsă între 12 – 30  $\mu\text{mol/l}$  și 2 paciente (3,50%  $\hat{I}_{95}$ : -1,27 – 8,27) au avut concentrația homocisteinei totale mai mare de > 30  $\mu\text{mol/l}$ . Nu a fost înregistrat nici un caz de hiperhomocisteinemie severă. Valoarea medie a nivelului seric de homocisteină totală a fost de 13,31 $\pm$ 0,87  $\mu\text{mol/l}$ .

Genotiparea polimorfismului MTHFR C677T relevă faptul că 20 paciente (35,08%  $\hat{I}_{95}$ : 22,7 – 47,46) prezintă genotipul normal CC, 29 paciente (50,88%  $\hat{I}_{95}$ : 37,91 – 63,85) sunt heterozigote CT și 8 paciente (14,04%  $\hat{I}_{95}$ : 5,03 – 23,05) sunt homozigote pentru alela mutantă TT. Evaluarea prezenței genotipului normal (CC) și genotipului modificat (CT + TT) a evidențiat prezența mutației genei MTHFR în poziția 677 la 37 paciente (64,92%  $\hat{I}_{95}$ : 52,54 – 77,30). Analiza polimorfismului MTHFR

C677T a identificat o frecvență a alelei C de 60,52% ( $\hat{I}_{95}$ : 51,55 – 69,49) și o frecvență a alelei mutante T de 39,48% ( $\hat{I}_{95}$ : 30,51 – 48,45).

Cercetarea prezenței mutației A>C în poziția 1298 a genei MTHFR arată că 24 pacienți (42,11%  $\hat{I}_{95}$ : 29,3 – 54,92) prezintă genotipul normal AA, 27 pacienți (47,36%  $\hat{I}_{95}$ : 34,4 – 60,32) sunt heterozigote AC și 6 pacienți (10,53%  $\hat{I}_{95}$ : 2,57 – 18,49) sunt homozigote pentru alela mutantă CC. Când pacienții din lotul de studiu au fost împărțiți în două categorii, cu genotip normal și genotip modificat în poziția 1298 a genei MTHFR, s-a observat că 33 pacienți (57,89%  $\hat{I}_{95}$ : 45,09 – 70,71) au genotip modificat (AC+CC). Am constatat că purtătoarele alelei A pentru polimorfismul MTHFR A1298C au prezentat o frecvență de 65,78% ( $\hat{I}_{95}$ : 57,08 – 74,48), iar purtătoarele alelei mutante C au înregistrat o frecvență de 34,21% ( $\hat{I}_{95}$ : 25,51 – 42,91).

Cercetarea polimorfismului MTR A2756G a arătat că 38 pacienți (66,67%  $\hat{I}_{95}$ : 54,44 – 78,9) au genotipul normal AA, 16 pacienți (28,07%  $\hat{I}_{95}$ : 16,41 – 39,73) sunt heterozigote AG și 3 pacienți (5,26%  $\hat{I}_{95}$ : -0,44 – 10,96) sunt homozigote pentru alela mutantă GG. Evaluarea prezenței genotipului normal (AA) și genotipului modificat (AG + GG) a evidențiat prezența mutației genei MTR în poziția 2756 la 19 pacienți (33,33%  $\hat{I}_{95}$ : 21,1 – 45,56). Frecvența alelei A a polimorfismului MTR A2756G a fost de 80,71% ( $\hat{I}_{95}$ : 73,47 – 87,95), iar frecvența alelei mutante G a polimorfismului MTR A2756G a fost de 19,29% ( $\hat{I}_{95}$ : 12,05 – 26,53).

Genotiparea polimorfismului MTRR A66G arată că 19 pacienți (33,33%  $\hat{I}_{95}$ : 21,1 – 45,56) au genotipul normal AA, 25 pacienți (43,86%  $\hat{I}_{95}$ : 30,98 – 56,74) sunt heterozigote AG și 13 pacienți (22,80%  $\hat{I}_{95}$ : 11,91 – 33,69) sunt homozigote pentru alela mutantă GG. Separarea pacienților din lotul de studiu în două categorii, cu genotip normal și genotip modificat în poziția 66 a genei MTRR, a determinat că 38 pacienți (66,67%  $\hat{I}_{95}$ : 54,44 – 78,9) au avut genotip modificat (AG+GG). Frecvența alelei A a polimorfismului MTRR A66G a fost înregistrată în 55,26% ( $\hat{I}_{95}$ : 46,14 – 64,38), iar frecvența alelei mutante G a polimorfismului MTRR A66G a fost înregistrată în 44,74% ( $\hat{I}_{95}$ : 35,62 – 53,83).

Analiza genotipurilor polimorfismelor testate a permis identificarea mutațiilor în genele MTHFR, MTR și MTRR. În acest context, putem observa că s-a găsit doar o pacientă fără nici un polimorfism. Am identificat cel puțin una din mutațiile studiate la 56 din pacienții studiate (98,25%  $\hat{I}_{95}$ : 98,24 – 101,74). Acest lucru este un indiciu că polimorfismele testate la pacienții din lotul de studiu pot fi implicate ca și factor de risc în avortul spontan recurent. Se poate admite deci că absența mutațiilor ar putea avea un rol protectiv în producerea tulburărilor de circulație placentară.

Concentrația serică a homocisteinei serice totale a fost studiată în raport cu genotipurile genelor MTHFR, MTR și MTRR. Genele produc enzime care ajută la reglarea nivelului de homocisteină. Ținem să menționăm că rezultatele cercetării au evidențiat diferențe între nivelul homocisteinei serice în raport cu genotipurile studiate (Tabelul 1). Incidența hiperhomocisteinemiei ( $\geq 12 \mu\text{mol/l}$ ) a fost cea mai mare la pacientele cu genotipul 677TT MTHFR ( $22,35 \pm 2,59 \mu\text{mol/l}$ ), urmată de genotipul 2756GG MTR ( $21,63 \pm 8,01 \mu\text{mol/l}$ ), genotipul 66GG MTRR ( $14,30 \pm 2,24 \mu\text{mol/l}$ ) și genotipul 1298CC MTHFR ( $12,12 \pm 1,69 \mu\text{mol/l}$ ).

Tabelul 1.  
*Homocisteina serică în raport cu genotipurile polimorfismelor MTHFR C677T, MTHFR A1298C, MTR A66G și MTRR A2756G*

Nivelul homocisteinei serice totale, ( $\mu\text{mol/l}$ )	Genotipurile polimorfismului MTHFR C677T					
	CC n = 20	CT n = 29	TT n = 8	CC/CT t, p	CC/TT t, p	CT/TT t, p
	11,94 $\pm$ 1,36	11,75 $\pm$ 0,91	22,35 $\pm$ 2,59	0.1161 >0.05	3.5585 <0.01	3.8613 <0.001
	Genotipurile polimorfismului MTHFR A1298C					
	AA n = 24	AC n = 27	CC n = 6	AA/AC t, p	AA/CC t, p	AC/CC t, p
	13,96 $\pm$ 1,56	13,02 $\pm$ 1,23	12,12 $\pm$ 1,69	0.4734 >0.05	0.8000 >0.05	0.4306 >0.05
	Genotipurile polimorfismului MTRR A66G					
	AA n = 19	AG n = 25	GG n = 13	AA/AG t, p	AA/GG t, p	AG/GG t, p
	12,21 $\pm$ 1,38	13,63 $\pm$ 1,34	14,30 $\pm$ 2,24	0.7382 >0.05	0.7944 >0.05	0.2567 >0.05
	Genotipurile polimorfismului MTR A2756G					
AA n = 38	AG n = 16	GG n = 3	AA/AG t, p	AA/GG t, p	AG/GG t, p	
12,36 $\pm$ 0,98	14,01 $\pm$ 1,62	21,63 $\pm$ 8,01	0.8715 >0.05	1.1487 >0.05	0.9324 >0.05	

Genotipurile homozigot mutante pentru cele patru polimorfisme s-au întâlnit exclusiv în grupul pacientelor cu ASR precoce ( $p < 0.001$ ): MTHFR 677TT (100,0%  $\hat{I}_{95}$ : 93,08 – 106,92), MTHFR 1298CC (100,0%  $\hat{I}_{95}$ : 92,0 – 108,0), MTR 2756GG (100,0%  $\hat{I}_{95}$ : 88,69 – 111,3) și MTRR 66GG (100,0%  $\hat{I}_{95}$ : 94,57 – 105,43) și au fost mai frecvent întâlnite în grupul pacientelor cu ASR primar decât în grupul pacientelor cu ASR secundar: MTHFR 1298CC (66,67%  $\hat{I}_{95}$ : 28,95 – 104,39), MTRR 66GG (92,30%  $\hat{I}_{95}$ : 77,81 – 106,79), MTR 2756GG (66,67%  $\hat{I}_{95}$ : 13,33 – 120,0), excepție

fiind genotipul 677TT MTHFR întâlnit exclusiv în grupul pacienților cu ASR primar (100,0%  $\bar{I}_{95}$ : 93,08 – 106,92).

A fost evaluat și nivelul plasmatic al homocisteinei serice totale în raport cu tipul de avort spontan recurent (Tabelul 2).

Tabelul 2.

*Nivelul plasmatic al homocisteinei serice totale ( $\mu\text{mol/l}$ ) în raport cu tipul de avort spontan recurent la paciențele din lotul de studiu*

	ASR primar	ASR secundar	t	p
Nivelul homocisteinei serice totale, ( $\mu\text{mol/l}$ )	14,74 $\pm$ 1,12	9,94 $\pm$ 0,92	3.3103	<0.01
	ASR precoce	ASR tardiv	t	p
Nivelul homocisteinei serice totale, ( $\mu\text{mol/l}$ )	13,61 $\pm$ 0,87	9,14 $\pm$ 1,62	2.4293	<0.05
	2 avorturi spontane	$\geq 3$ avorturi spontane	t	p
Nivelul homocisteinei serice totale, ( $\mu\text{mol/l}$ )	12,19 $\pm$ 1,18	15,38 $\pm$ 1,13	2.001	<0.05

Nivelul seric al homocisteinei a fost mai mare în grupul pacienților cu ASR primar (14,74 $\pm$ 1,12  $\mu\text{mol/l}$ ) comparativ cu paciențele cu ASR secundar (9,94 $\pm$ 0,92  $\mu\text{mol/l}$ ) ( $p < 0.01$ ). În ceea ce privește nivelul plasmatic al homocisteinei în raport cu termenul sarcinii la care s-a produs întreruperea spontană la paciențele din lotul de studiu, se observă că paciențele cu ASR precoce prezintă hiperhomocisteinemie intermediară (13,61 $\pm$ 0,87  $\mu\text{mol/l}$ ), în timp ce paciențele cu ASR tardiv au avut nivelul seric normal de homocisteină (9,14 $\pm$ 1,62  $\mu\text{mol/l}$ ) ( $p < 0.05$ ). A fost evaluat și nivelul plasmatic al homocisteinei serice totale în raport cu frecvența avorturilor spontane în antecedente din lotul de studiu. Nivelul seric al homocisteinei a fost mai mare decât domeniul de normalitate pentru acest parametru pentru ambele subgrupe, însă în grupul pacienților cu  $\geq 3$  avorturi spontane consecutive în anamneză, nivelul homocisteinei serice a fost mai mare (15,38 $\pm$ 1,13  $\mu\text{mol/l}$ ) comparativ cu paciențele cu 2 avorturi spontane în anamneză (12,19 $\pm$ 1,18  $\mu\text{mol/l}$ ) ( $p < 0.05$ ). Acest rezultat sugerează că hiperhomocisteinemia poate juca un rol în etiologia ASR, în special, și în prezența altor factori de risc.

Astfel se constată, că prezența hiperhomocisteinemiei la paciențele cu ASR primar, precoce ar sugera idea că există o corelație evidentă între prezența hiperhomocisteinemie și avort.



## Concluzii

1. Prezența hiperhomocisteinемiei a fost estimată în 52,64% cazuri ( $\hat{I}_{95}$ : 39,68 – 65,6), deficitul de acid folic în 15,79% cazuri ( $\hat{I}_{95}$ : 6,32 – 25,24) și deficitul de vitamina B<sub>12</sub> în 14,04% cazuri ( $\hat{I}_{95}$ : 5,03 – 23,05) la pacientele cu ASR din lotul de studiu.

2. Identificarea genotipurilor polimorfismelor MTHFR C677T, MTHFR A1298C, MTR A2756G și MTRR A66G, cu evaluarea ponderii alelelor la pacientele cu avort spontan recurent din lotul de studiu, a permis evidențierea: genotipurilor mutante 677CT și 677TT MTHFR în 64,92% cazuri ( $\hat{I}_{95}$ : 52,54 – 77,30), total alele mutante 39,48% ( $\hat{I}_{95}$ : 30,51 – 48,45); genotipurilor mutante 1298AC și 1298CC MTHFR în 57,89% cazuri ( $\hat{I}_{95}$ : 45,09 – 70,71), total alele mutante 34,21% ( $\hat{I}_{95}$ : 25,51 – 42,91); genotipurilor mutante 2756AG și 2756GG MTR în 33,33% cazuri ( $\hat{I}_{95}$ : 21,1 – 45,56), total alele mutante 19,29% ( $\hat{I}_{95}$ : 12,05 – 26,53) și genotipurilor mutante 66AG și 66GG MTRR în 66,67% cazuri ( $\hat{I}_{95}$ : 54,44 – 78,9), total alele mutante 44,74% ( $\hat{I}_{95}$ : 35,62 – 53,83). Genotiparea polimorfismelor MTHFR, MTR și MTRR a atestat prezența polimorfismelor la 98,25% cazuri ( $\hat{I}_{95}$ : 98,24 – 101,74) în lotul de studiu, iar în 87,72% ( $\hat{I}_{95}$ : 79,20 – 96,24) s-au determinat asocieri de polimorfisme.

3. Genotipurile homozigot mutante pentru cele patru polimorfisme s-au întâlnit exclusiv în grupul pacientelor cu ASR precoce ( $p < 0.001$ ): MTHFR 677TT (100,0%  $\hat{I}_{95}$ : 93,08 – 106,92), MTHFR 1298CC (100,0%  $\hat{I}_{95}$ : 92,0 – 108,0), MTR 2756GG (100,0%  $\hat{I}_{95}$ : 88,69 – 111,3) și MTRR 66GG (100,0%  $\hat{I}_{95}$ : 94,57 – 105,43) și au fost mai frecvent întâlnite în grupul pacientelor cu ASR primar decât în grupul pacientelor cu ASR secundar: MTHFR 1298CC (66,67%  $\hat{I}_{95}$ : 28,95 – 104,39), MTRR 66GG (92,30%  $\hat{I}_{95}$ : 77,81 – 106,79), MTR 2756GG (66,67%  $\hat{I}_{95}$ : 13,33 – 120,0), excepție fiind genotipul 677TT MTHFR întâlnit exclusiv în grupul pacientelor cu ASR primar (100,0%  $\hat{I}_{95}$ : 93,08 – 106,92).

4. Nivelul seric al homocisteinei a fost mai mare în grupul pacientelor cu ASR primar ( $14,74 \pm 1,12 \mu\text{mol/l}$ ,  $p < 0.01$ ) și ASR precoce ( $13,61 \pm 0,87 \mu\text{mol/l}$ ,  $p < 0.05$ ). Valoarea homocisteinei serice a depășit domeniul de normalitate atât în grupul pacientelor cu  $\geq 3$  avorturi spontane, cât și pentru cel cu 2 avorturi spontane în anamneză, dar în grupul pacientelor cu  $\geq 3$  avorturi spontane în anamneză, nivelul homocisteinei serice a fost mai mare ( $15,38 \pm 1,13 \mu\text{mol/l}$ ) comparativ cu pacientele cu 2 avorturi spontane în anamneză ( $12,19 \pm 1,18 \mu\text{mol/l}$ ). ( $p < 0.05$ ).

## DEGRADAREA MICROBIANĂ A POLUANȚILOR ORGANICI PERSISTENȚI

VORONA VALENTINA

Științe Biologice Institutul de Microbiologie și Biotehnologie AȘM

În ultimele decenii a sporit interesul față de studierea microorganismelor care degradează poluanții din natură. Activitatea lor depinde în mare parte de modul lor de aplicare și de cercetarea detaliată a proprietăților lor.

Poluanții organici persistenti (POP) sunt substanțe chimice cu proprietăți toxice, rezistente la degradare, se acumulează în organisme vii și se transportă pe cale aeriană, a apei și prin speciile migratoare dincolo de frontierele internaționale, fiind depozitate departe de locul lor de emisie, unde se acumulează în ecosisteme terestre și acvatice (Rose & Fernandes, 2013). Aceste substanțe chimice care rămân intacte în mediu pe perioade lungi de timp, devin larg distribuite geografic, se acumulează în țesutul gras al organismelor vii, sunt toxice pentru oameni și fauna sălbatică. În implementarea Convenției de la Stockholm, un tratat global care protejează sănătatea umană și mediul înconjurător de POP-uri, guvernele vor lua măsuri pentru a elimina sau a reduce eliberarea de POP în mediul înconjurător (Convention .., 2004). Din compuși toxici care fac parte din categoria POP sunt utilizați în calitate de pesticide: *aldrina*, *dieldrina*, *diclor-difenil-tetracloretanul (DDT)*, *heptaclorul*, *mirexul*, *clordanul*, *taxofena*, *endrina*. Alți compuși din acest grup reprezintă substanțe chimice utilizate în industrie: *hexaclorbenzolul (HCB)*, *policlorbifenilul (PCB)*, iar *dioxinele* și *furanii* sunt generați în mod neintenționat ca produse secundare ale proceselor industriale și ale celor de ardere.

În Republica Moldova problema majoră rămâne a fi poluarea terenurilor fostelor puncte “chimice” și a solurilor din raza depozitelor de pesticide și fertilizanți, în special a celor demolate și parțial demolate. Aici se depistează o poluare semnificativă a terenurilor, unde conținutul pesticidelor organoclorurate depășește CMA de circa 3–9 ori (Raport popular, 2004). Fig.1.

Bioremedierea, inclusiv stimularea microflorei native, bioaugmentarea, fitoremedierea și rizoremedierea, sunt metode de purificare ale solului contaminat cu POP devenite deja uzate. Tehnologiile de utilizare a microorganismelor pentru descompunerea în sol și apă a pesticidelor, produselor petroliere, detergenților include crearea condițiilor pentru activizarea capacității acestora distructive, utilizarea după caz a

bioreactoarelor pentru detoxifierea solurilor extrem de poluate (Protecția solurilor., 2009).

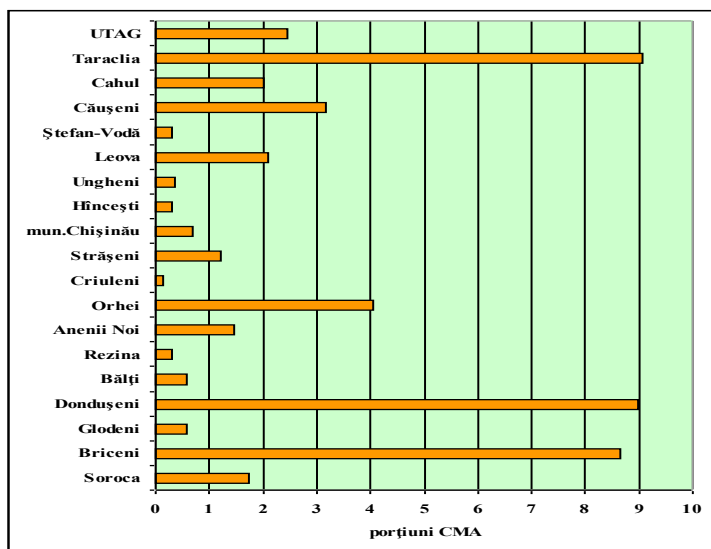


Figura 1. Conținutul maxim a sumei DDT, anii 2006 – 2008

(Sursa: Starea calității solurilor pe teritoriul R. Moldova, Chișinău, 2013)

Stimularea capacității distructive a microflorei native poate fi efectuată prin inducerea unor surse suplimentare de carbon, azot, peroxid de hidrogen, prin aerare cu oxigen, menținerea umidității înalte, etc. În cazurile pesticidelor organoclorurate, calea cea mai eficientă de descompunere este bioremedierea reductivă. Epuizarea rezervei de oxigen din sol creează un potențial redox foarte scăzut, ce promovează dehalogenarea compușilor organici clorurați (Zhang W., 2003). Limitarea oxigenului și suplimentarea cu nutrienți specifici pentru microorganismele destructoare anaerobe/facultativ anaerobe ale solului (peptonă, extract de drojzii, etanol, etc.), duce la eliminarea eficientă a reziduurilor compușilor existenți.

Un alt principiu de bioremediere anaerobă pe larg utilizat, este compostarea convențională a solului poluat cu gunoi de grajd sau sânge de bovine, pentru stimularea creșterii și dezvoltării microflorei anaerobe native, precum și a diferitor săruri minerale pe bază de P, N, etc. (Alen et al, 2002).

Reieșind din cele expuse, obiectivul lucrării date a fost studierea și elaborarea metodelor eficiente de bioremedierea solului, poluat cu pesticide organoclorurate.

#### **Materiale și metode.**

Pentru bioremedierea solului poluat, prelevat de pe teritoriul fostului depozit de pesticide, au fost utilizate metode contemporane, bazate pe crearea condițiilor anaerobe/aerobe, cu elaborarea procedeele de remediere *in situ* a solurilor poluate. Experimentul de bioremediere a solului poluat a fost montat în vase de vegetație, în care au fost create anumite condiții: aerobe (oxică, variantele 1, 2), anaerobe (anoxică, variantele 3, 4) și alternarea de condiții anaerobe/aerobe (anoxică/oxică, variantele 5, 6). Totodată în cadrul fiecărui compartiment au fost prevăzute variații ale factorilor de bioremediere: udarea solului ca factor constant de remediere (variantele 1, 3), adăugarea compușilor minerali (variantele 2, 4-6) și organici (variantele 4-6), semănarea plantelor (varianta 6). În calitate de martor a servit solul poluat neremediat.

Identificarea și analiza cantitativă a reziduurilor de pesticide în sol au fost determinate prin metoda multireziduu gaz-cromatografică cu spectrometria de masă GC/MS.

#### **Rezultate și discuții.**

Cuantificarea compușilor organoclorurați în probele solului poluat a demonstrat, că suma DDTs (DDT, DDE, DDD) depășea de 18 ori CMA (Concentrația Maximă Admisibilă), DDTs a constituit 1.82 mg/kg sol, din care DDT alcătuia 0,37 mg/kg sol.

Analizele cromatografice la finele experimentului de bioremediere au adeverit eficiența procedeele selectate prin diminuarea concentrației pesticidului DDT din solul poluat remediat (Fig. 2).

Menținerea constantă a umidității a dus la o scădere nesemnificativă a conținutului de DDTs (cu cca 5%) în sol. Cele mai bune condiții pentru remedierea solului în compartimentul oxic s-au format în varianta 2, unde microflora nativă a solului a fost stimulată prin adausul compușilor minerali (fosfați).

Creșterea umidității solului în condițiile anaerobe a asigurat dispariția a 27.7% DDTs și 28.1% DDT, dar cele mai bune rezultate au fost obținute la varianta 3, cu introducerea sărurilor minerale și compușilor organici.

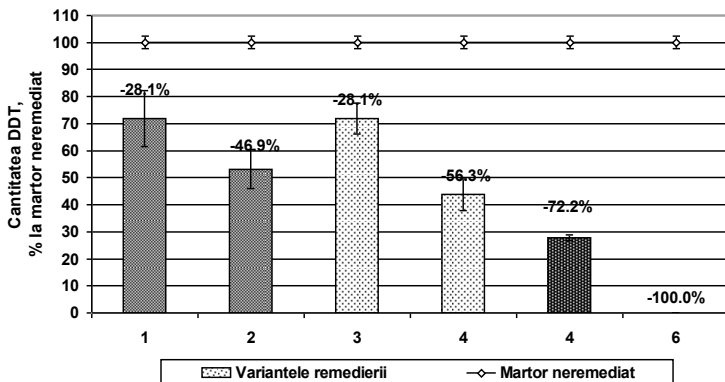


Figura 2. Conținutul de DDT după efectuarea procedeeilor de bioremediere a solului poluat

Alternanța condițiilor anaerobe și aerobe în varianta experimentală 5 a permis reducerea concentrației de DDT de la 0.37 pînă la 0.10 mg/kg sol, iar fitoremedierea ulterioară timp de 2.5 luni a facilitat utilizarea completă a DDT în varianta 6.

### Concluzii.

Astfel, putem constata, că aplicarea metodei de bioremediere cu stimularea microflorei native în solul poluat a condus la diminuarea sumei metaboliților DDTs cu cca 22%, a DDT cu 47%. Introducerea în sol a sărurilor minerale și a substanțelor organice, cu alternarea condițiilor anaerobe și aerobe, asigură scindarea reductivă profundă a pesticidului organoclorurat DDT, iar fitoremedierea ulterioară facilitează mineralizarea totală al acestuia.

### Bibliografia:

1. Alen H., et al Anaerobic Bioremediation of toxaphene contaminated soil – A practical solution. Thailand. August 2002, No. 1509.
2. Chikere C.B., Okpokwasili, G.C., Chikere B.O. Monitoring of microbial hydrocarbon remediation in the soil. *3 Biotech*, 2011, 1(3), p.117–138.
3. Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. 2004, 34p.
4. Langworthy D.E., Stapleton R.D., Sayler G.S., Findlay R.H. Genotypic and phenotypic responses of a riverine microbial community to polycyclic aromatic hydrocarbon contamination. *Appl Environ Microbiol*. 1998; 64, p.3422–3428
5. Maila MP Microbial ecology and bio-monitoring of total petroleum contaminated soil environments. 2005, PhD Thesis, Department of Microbiology and Plant Pathology, University of Pretoria, South Africa

6. Margesin R, Hammerle M, Tschërko D. Microbial activity and community composition during bioremediation of diesel-oil contaminated soil: effects of hydrocarbon concentration, fertilizers and incubation time. *Microb Ecol.* 2007; 55, p.259–269

7. Protecția solurilor în Republica Moldova: Anuarul IES – 2008. Stamatî, I., Apostol, A., Mustea, M., et al. Chișinău: “A.V.i.T. 2009.

8. Raport popular. (2004). *Solul Republicii Moldova*. Chișinău. Retrieved from [http://cim.mediu.gov.md/raport2004/ro/firstprobl/sol/gen\\_ro2.htm](http://cim.mediu.gov.md/raport2004/ro/firstprobl/sol/gen_ro2.htm)

9. Zhang W. Nanoscale iron particles for environmental remediation: An overview. *J. of Nanoparticle Res.*, 2003. 5, p. 323-332.

## **A COMPLEX APPROACH TO MEAN ANNUAL TEMPERATURES' EVALUATION IN BACUL PLATEAU REGION**

*CRIVOVA OLGA,  
Institute of ecology and geography*

### **INTRODUCTION**

Thermic indexes influence agricultural lots productivity and landscapes in general. Knowing their values for actual terrains could be used successfully for a correct placement of agricultural species in dependency of plants' needs. In the given work we had performed statistical analysis of mean seasonal and annual temperatures and had elaborated corresponding digital maps for Bacul Plateau Region (physico-geographical region), that was selected for study area for the reason of having the highest level of relief's fragmentation [1]. Thermic meteorological data series for 17 meteorological stations comprise years 1961-2014, i.e. more than 45 years.

### **MATERIALS AND METHODS**

Taking into account the limited number of meteorological stations and high degree of relief's fragmentation, which essentially changes thermic fields, we had performed analysis and estimation of these fields' restitution methods [2, 3, 4].

Regression equations [5] based on analysis of dependency between a dependent variable (air temperature) and independent variables (meteorological stations' position and relief's parameters in those positions: absolute altitude, hill's exposition, slope's inclination degree, relief's horizontal and vertical fragmentation, geographical latitude and longitude) for 1961-2010 period were necessary to calculate in order to elaborate digital maps of mean air temperature for different periods of time.

Statistical analysis of data for mean seasonal and annual air temperature was performed in Statgraphics Centurion VII software, the results are summarized in tables 1 -3. We had to conclude that among all independent variables only absolute altitude and geographical latitude are significant.

Thermic indexes modelling's results clearly demonstrate that mean annual air temperature decreases with the increase in altitude and geographical latitude. P value for constants in the equations does not exceed 0,0000, and for independent variables and for entire model it does not exceed 0,01, which corresponds to 99% confidence level.  $R^2_{\text{adjusted}}$  values demonstrate that independent variables explain more than 87% from temperature's variance. Estimation's standard error as well as mean absolute error is less than 0,30C.

Table 1.  
Mean multiyear air temperature regression equation  $T = Ah*H + Ay*Y + C$  parameters

Time period	P values for independent values' regression equations'		
	Constant C	Absolute	Latitude Ay
Annual	0,0000	0,0047	0,0001

**Note:** H –absolute altitude, m; Y – latitude expressed in meters in WGS84 Transverse Mercator projection with 27° central meridian and false easting 500000 m.

According to [6, 7] we had extracted calculated values for mean annual temperatures from the meteorological stations point layer. The differences between calculated and real data are the residuals for the above-mentioned regression model. The values are shown in the table 3.

It should be noted also that another independent variables influence mean temperatures' values. For example, the slopes with Southern exposition when compared with the ones with Northern exposition, get more solar energy, especially in summer period. Nevertheless statistical analysis shows us that P values for exposition, slope's inclination and relative altitude are substantially bigger than 0.1. Consequently these variables influence in temperature's variance explication is negligently little when compared with absolute altitude and geographical latitude, and for this reason the former were excluded from regressional models.

Table 2.  
Statistical parameters that explain mean annual temperatures' regressional model

Periods	Model's P value	R <sup>2</sup> , %	Standard estimation error, °C	Mean absolute error, °C
Annual	0,0000	87,7395	0,21936	0,150553



Table 3.  
*Residuals for mean annual temperatures' regressional model  $T = Ah * H + Ay * Y + C$*

Station's name	Annual temperature Residuals
<b>Baltata</b>	-0,1477210
<b>Balti</b>	-0,0192058
<b>Bravicea</b>	-0,0568469
<b>Briceni</b>	-0,2458580
<b>Cahul</b>	-0,0903769
<b>Camenca</b>	0,0457231
<b>Chisinau</b>	0,3344440
<b>Comrat</b>	-0,0319205
<b>Cornesti</b>	0,0977384
<b>Dubasari</b>	0,1604230
<b>Falesti</b>	0,2731780
<b>Leova</b>	-0,1346100
<b>Soroca</b>	-0,0920336
<b>Tiraspol</b>	-0,0929334

## RESULTS AND DISCUSSIONS

Using Geographical Informationa Systems (ArcGIS 9.2) and Spaial Analyst Tools, namely Single Output Map Algebra, we had calculated mean annual air temperatures' digital map (fig. 1), on the basis of Digital Elevation Model (DEM) and geographical latitude grid which were main variables for regressional equations' spatial interpolation. For intepolating the residuals' values to obtain a raster we have used IDW (Inverse Distance Weighted ) method. The resulting rasters were consequently summarized thus obtaining a more accurate model that estimates mean annual thermic values.

The resulting maps shows the tendency of temperature's decrease from South to North, but this tendency is modified significantly by relief. Bigger values are observed in depressions and river valleys. If we compare mean annual temperatures and seasonal ones, estimating them by certain statistical parameters such as maximums, minimums, their differences and

standard deviation, then we would be able to state that (Table 4) in temporal aspect, while mean seasonal temperature in Bacul Plateau Region grows from winter till summer and then decreases in autumn, we still can observe that differences between maximum and minimum values are lowest in autumn (1,45 °C), growing correspondingly in spring (1,54 °C), winter (1,60 °C) and especially in summer (2,20 °C). The same consistency is also observed in the case of standard deviation (0,26 °C – autumn and spring, 0,28 °C – winter, 0,38 °C – summer).

Our regression model for mean annual temperature though demonstrates 1.72 °C differences between maximum and minimum values and 0.29 °C for standard deviation, which is nearly the same as the value of standard deviation for winter season. Spring mean values are the closest to the mean annual temperature values: minimum mean spring temperature is 8.73 versus minimum mean annual temperature of 8.46 °C; and the same goes for maximum values, maximum of mean spring temperature is 10.27 °C, while maximum of mean annual temperature is 10.18 °C.

*Table 4.*  
*Mean air temperature's statistical parameters in Bacul plateau region*

<b>Time period</b>	<b>T<sub>min</sub>, °C</b>	<b>T<sub>max</sub>, °C</b>	<b>T<sub>max</sub>-T<sub>min</sub>, °C</b>	<b>Standard deviation, °C</b>
<b>Winter</b>	-2,62	-1,02	1,60	0,28
<b>Spring</b>	8,73	10,27	1,54	0,26
<b>Summer</b>	19,94	22,14	2,20	0,38
<b>Autumn</b>	9,14	10,59	1,45	0,26
<b>Annual</b>	8,46	10,18	1,72	0,29

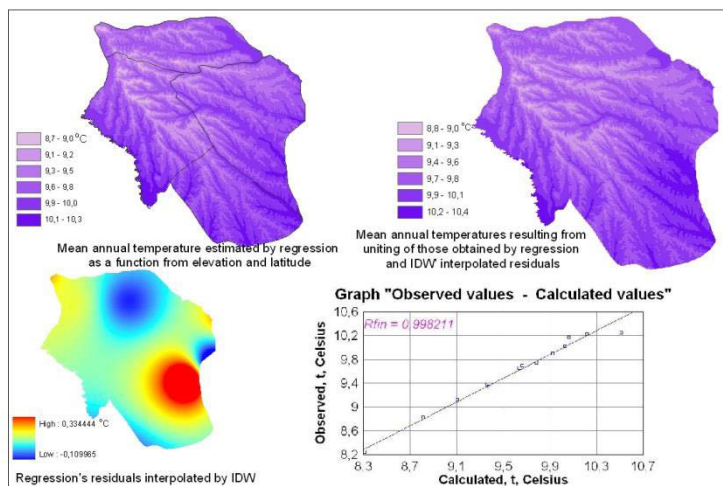


Figura 1. *Mean annual air temperature for Bacul Plateau Region (1960-2014)*

## CONCLUSION

The investigations performed in the present work demonstrate that mean air temperatures vary in space, depending in a greater measure from geographical latitude and absolute altitude. We should also note the fact that regressional model of mean annual air temperatures was elaborated with a high confidence level and can be used for their spatial redistribution's calculation. Based on this model, mean seasonal and annual air temperatures' digital maps were built for a certain physico-geographical region (Bacul Plateau Region) for the above-mentioned multiyear period (1960-2014).

## Bibliography:

1. Boboc N. Probleme de regionare fizico-geografică a teritoriului Republicii Moldova. Bulet. AȘM, Științele Vieții, 2009, Nr. 1, pp. 161-169.
2. Dobesch H., Dumolard P., Dyras I. Spatial Interpolation for Climate Data. The Use of GIS in Climatology and Meteorology, London, ISTE, 2007, 302 p.
3. Ninyerola M, Pons X, Roure JM. A methodological approach of climatological modelling of air temperature and precipitation through GIS techniques. International Journal of Climatology, 2000, Nr. 20, pp. 1823–1841.

4. Patriche C. V. Aportul metodelor statistice de interpolare la ameliorarea spațializării parametrilor climatici. Memoriile Secțiilor Științifice, 2005, seria IV, tom XXVIII, pp. 93-107.

5. Constantinova T., Răileanu Valentin, Nedeačov Maria, Crivova Olga. Evaluation du regime thermique du territoire de la Republique Moldova en utilisant le SIG. Lucrările Simpozionului Sisteme Informaționale Geografice, 2007, nr. 13, pp. 13-21.

6. Patriche C. V. Metode statistice aplicate în climatologie. Ed. „Terra Nostra”. Iasi. 2009, pp. 121-122.

7. Nedeačov M. Et others. Atlas. Climatic resources of the Republic of Moldova. Ed. Știința, Stryh SRL. Combinatul Poligr. 2013, pp. 6-7.

## **ANALIZA COMPLEXITĂȚII CORELAȚIILOR PARAMETRILOR HIDROGEOLOGICI, HIDROLOGICI ȘI METEOROLOGICI**

*IAȚCO LILIA*

*Institutul de Geologie și Seismologie al AȘM*

În prezent cercetările privind formarea resurselor și rezervele apelor subterane reprezintă o problemă actuală.

Dat fiind faptul că calitatea și cantitatea acestora este generată de mai mulți factori, acest studiu și-a propus să identifice corelația parametrilor hidrogeologici, hidrologici și meteorologici pe baza a trei bazine hidrografice reprezentative: r. Cubolta – partea de nord a Republicii Moldova, r. Răut – centrul și r. Ialpuș – sud, care au servit drept studiu de caz. Scopul cercetării este analiza complexității corelațiilor statistice a variațiilor nivelului râurilor, apelor freatice, precipitațiilor atmosferice și temperaturii aerului. Studiile efectuate în cadrul prezentei lucrări sunt cu aspect metodologic și pot fi folosite pentru cercetări ulterioare și alte cazuri similare, atât în perimetrul Republicii Moldova cât și pentru alte teritorii.

Pentru studiu au fost selectate trei bazine hidrografice reprezentative și anume a r. Cubolta (partea de nord a țării), r. Răut (centru) și r. Ialpuș (sud). Datele inițiale includ variațiile nivelului apei în râuri, în sonde pentru apele subterane, precipitațiilor lichide atmosferice și temperaturii aerului în decursul unui an calendaristic. Datele grafice au fost digitizate cu ajutorul softului GetData Graph Digitizer și formată baza de date numerice. Schema amplasării teritoriilor investigate este prezentă în fig.1,3,5. De asemenea au fost prelucrate datele variațiilor debitelor acestor râuri [2].

Ca instrument de lucru au fost folosite softurile Microsoft Office Excel 2010 pentru crearea bazei de date, Adobe Photoshop 14 pentru editarea imaginilor și ArcGIS 10.2.2 pentru georeferențierea pe hartă a râurilor examinate, stațiilor meteorologice, hidrologice și formalizarea grafică a rezultatelor digitale.

Parametrii geostatistici au fost calculați utilizând posibilitățile funcționale ale Microsoft Excel 2010 și SPSS 14.

Georeferențierea pe harta topografică a bazinelor râurilor examinate a fost efectuată cu ajutorul softului ArcGIS 10.2.2. În fig. 1 sunt reprezentate râurile și bazinele râurilor Cubolta, Răut și Ialpug și amplasarea punctelor de observații hidrologice și meteorologice.

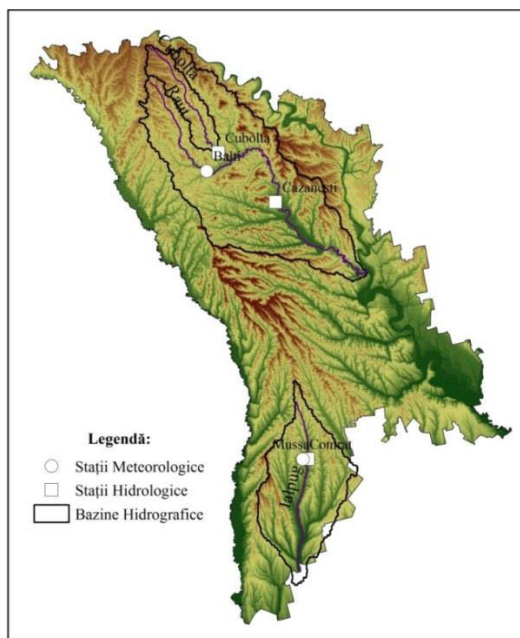
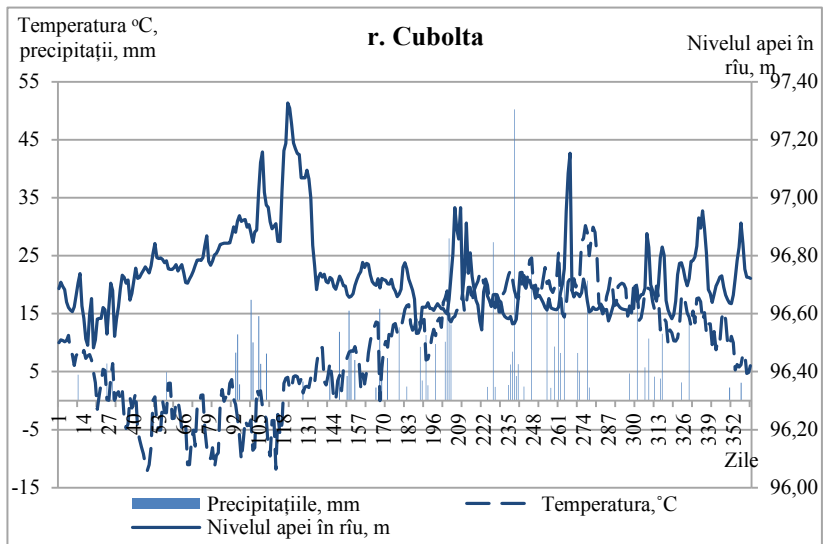


Figura 1. Bazinele hidrografice ale râurilor Cubolta, Răut și Ialpug

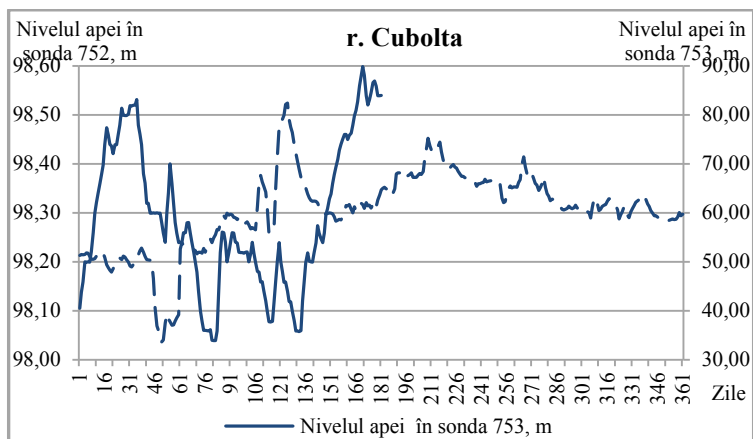
Râul Cubolta izvorăște dintr-o vâlcea de la nord-vest de satul Lipnic, la o altitudine de 180 m și debușează în r. Răut. Lungimea râului este de 92 km, iar suprafața bazinului de recepție este de 943 km<sup>2</sup>. Suprafața bazinului râului prezintă o câmpie deluroasă, cotele absolute ale suprafeței bazinului variază de

la 287,6 m în partea superioară până la 150 m în partea inferioară.[2].Rețeaua hidrografică este dezvoltată (0,44 km/ km<sup>2</sup>). Observații regularizate asupra regimului hidrologic al râului se efectuează din anul 1965. Regimul hidrologic al râului, constă din acumulări de apă (precipitații atmosferice) de pe teritoriul bazinului și scurgerile subterane din acviferele adiacente albiei râului. Valoarea medie multianuală a scurgerii constituie 1,3 m<sup>3</sup>/s sau 44,2 mm [2].

În fig. 2 se prezintă variațiile nivelului r. Cubolta și nivelul apelor subterane (două sonde) și variațiile cantității precipitațiilor atmosferice lichide și temperatura aerului. Perioada de monitorizare constituie un an calendaristic.



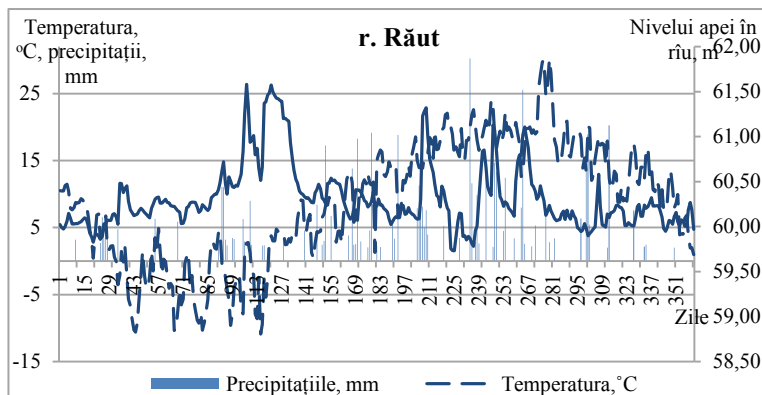
(a)



(b)

Figura 2. Variațiile simultane a nivelului apei r. Cubolta, apelor subterane și parametrilor meteorologici (a,b)

Analiza preliminară a datelor din fig. 2 demonstrează faptul existenței dependenței între parametrii variabili. Această dependență este cu caracter de incertitudine.



(a)

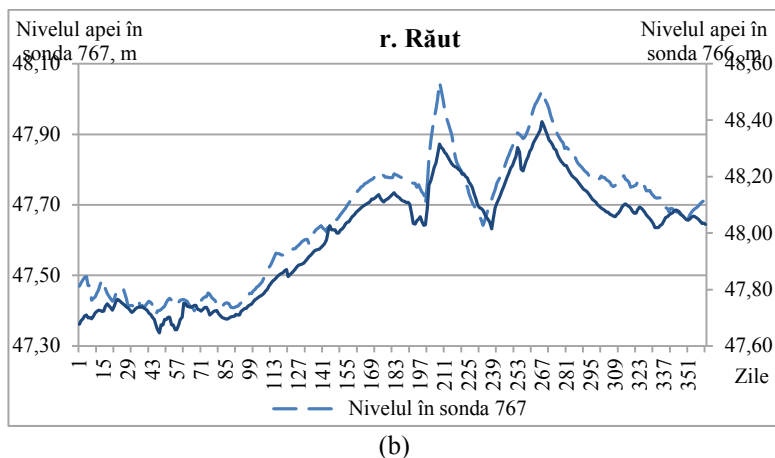


Figura 3. Variațiile simultane a nivelului apei r. Răut, apelor subterane și parametrilor meteorologici (a,b)

Al doilea bazin hidrografic selectat pentru analiza este Răut, care își are obârșia de la confluența a două pâraie la 2 km spre est de satul Rediul Mare la altitudinea de 180 m și de bușează în râul Nistru de pe malul drept la 342 km de la gura fluviului. Lungimea r. Răut este de 286 km, iar suprafața bazinului de recepție constituie 7760 km<sup>2</sup>. Bazinul râului reprezintă o câmpie, puternic dezmembrată de vâlcele și ravene dense, care uneori au forma de canion. Partea superioară a bazinului, în limitele Podișului Moldovei de Nord și ale Câmpiei Cuboltei, are altitudini de 150-250 m. Cele mai mari altitudini se observă pe Dealurile Ciulucurilor și în bazinul afluentului Cula, unde ating cote de 250-300. Rețeaua hidrografică este bine dezvoltată de o formă detritică, cu densitatea medie de 0,48 km/ km<sup>2</sup>. Valoarea medie multianuală a scurgerii constituie 6,3m<sup>3</sup>/s.[2].

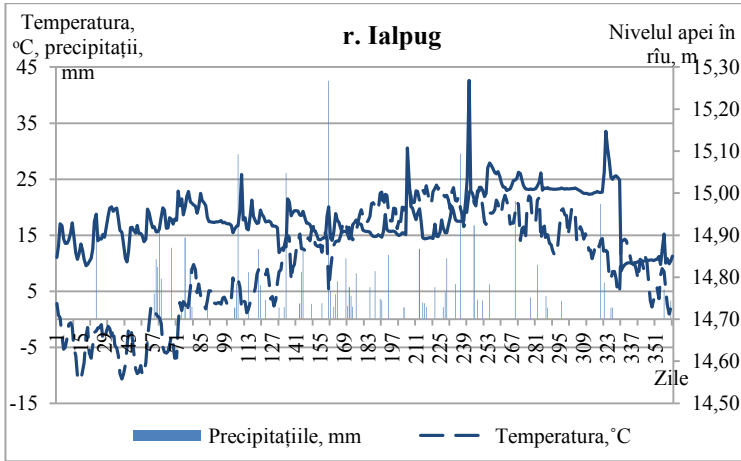
În figura 3 se arată variațiile parametrilor hidrologici, hidrogeologici și meteorologici în cadrul bazinului r. Răut. Analiza vizuală a acestor variații denotă prezența unei dependențe neclare între parametrii expuși grafic.

Pentru regiunea de sud a fost selectat bazinul Ialpuș. Acest râu își are începutul la periferia de nord a satului Marienfeld și de bușează în lacul Ialpuș lângă or. Bolgrad, regiunea Odesa, Ucraina. Lungimea râului este de 114 km, iar suprafața bazinului de recepție este de 3180 km<sup>2</sup>. Bazinul are un relief de câmpie dezmembrată. Cotele absolute în amonte de or. Comrat ating 220-300

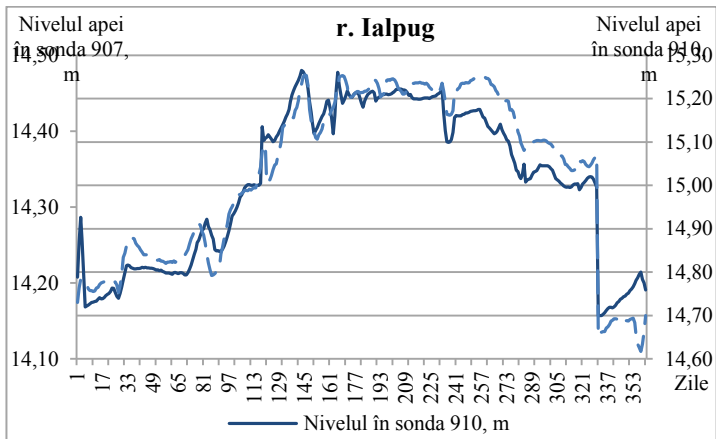


m, în aval scad treptat până la 120-150 m, înălțimea medie a bazinului - 130 m.[2]

Variațiile nivelului apei r. Ialpug, suprafeței apelor subterane și a precipitațiilor lichide atmosferice și a temperaturii aerului sunt expuse în fig. 4.



(a)



(b)

Figura 4. Variațiile simultane a nivelului apei r. Ialpug, apelor subterane și parametrilor meteorologici (a,b)

În tab. 1. sunt sumarizate parametrii statistici pentru punctele de observații a r. Cubolta, Răut și Ialpuș. Pentru r. Cubolta caracteristica statistică a precipitațiilor atmosferice denotă faptul instabilității acestui parametru (media constituie 9.87 mm și deviația standardă 8.42 mm, datele nu sunt repartizate conform legii normale (Gauss). Aceleași proprietăți statistice sunt atribuite și temperaturii aerului. Variațiile nivelului apei în r. Cubolta și în apele subterane (vezi fig. 1) statistic sunt uniforme. Mediile statistice au proprietăți de stabilitate regularizată în timp și se comportă în cadrul legii normale de distribuție. Parametrii statistici a datelor punctelor de observații a r. Răut și a r. Ialpuș au aceleași proprietăți ca și pentru r. Cubolta. Instabilitatea statistică este caracteristică de asemenea pentru precipitațiile atmosferice lichide și temperatura aerului. Nivelul apei în r. Răut și r. Ialpuș pe de o parte și a apelor subterane pe de altă parte statistic sunt bine determinate

Tabelul 1

*Parametrii statistici pentru datele bazinelor hidrografice reprezentative*

<b>r.Cubolta</b>	Precipitațiile	Temperatura	Nivelul apei în riu	Nivelul apei în sonda 752	Nivelul apei în sonda 753
Minimum	2.20	-12.10	96.48	98.04	33.91
Maximum	50.23	30.21	97.33	98.52	89.88
Media	9.87	9.06	96.74	98.30	59.20
Mediana	7.72	10.15	96.71	98.31	55.94
Deviația standardă	8.42	9.51	0.14	0.08	15.03
Dispersia	70.82	90.49	0.02	0.01	226.01
Indice de aplatizare	7.21	-0.74	2.87	1.33	-0.96
Indice de asimetrie	2.21	-0.25	1.52	-0.65	0.27
<b>r.Răut</b>	Precipitațiile	Temperatura	Nivelul apei în riu	Nivelul apei în sonda 767	Nivelul apei în sonda 766
Minimum	2.01	-10.86	59.73	47.39	47.65
Maximum	30.25	30.10	61.58	48.05	48.39

Media	7.09	8.80	60.31	47.66	47.99
Mediana	4.58	9.13	60.22	47.69	48.05
Deviația standardă	6.01	9.05	0.36	0.18	0.20
Dispersia	36.11	81.82	0.13	0.03	0.04
Indice de aplatizare	2.57	-0.69	2.54	-1.07	-1.24
Indice de asimetrie	1.66	-0.22	1.62	-0.02	-0.14
<b>r.Ialpug</b>	Precipitațiile	Temperatura	Nivelul apei în râu	Nivelul apei în sonda 907	Nivelul apei în sonda 910
Minimum	2.05	-10.94	14.82	14.11	14.70
Maximum	42.56	23.97	15.27	14.47	15.27
Media	8.02	10.05	14.94	14.34	15.01
Mediana	5.53	12.27	14.93	14.37	15.02
Deviația standardă	7.69	9.43	0.06	0.11	0.18
Dispersia	59.11	88.96	0.00	0.01	0.03
Indice de aplatizare	6.16	-0.91	1.27	-1.22	-1.42
Indice de asimetrie	2.27	-0.42	0.55	-0.44	-0.28

Analiza în ansamblu a datelor statistice evidențiază faptul că corelarea datelor inițiale va fi cu valori mici. Calculele efectuate demonstrează această presupunere: r. Cubolta - -0.13, Răut – -0.26, Ialpug – 0.09 coeficientul de corelație. Ulterior s-a considerat că precipitațiile atmosferice reprezintă un fenomen meteorologic complicat. Mecanismul influenței precipitațiilor atmosferice asupra nivelului râurilor și apelor freatice este diferit. În cazul râului, nivelul este format de componenta fluxului apelor subterane, scurgerilor de apă de pe suprafața bazinului hidrografic și influenței directe pe suprafața activă a râului. Hidrograful râului reflectă influența precipitațiilor atmosferice în mod direct prin creșterea debitului râului, care este funcțional dependent de variațiile nivelului apei.

Fluctuațiile nivelului apelor subterane (în acest caz freatice) depind indirect de cantitatea precipitațiilor atmosferice. Conform conceptului ecuației balanței apei în cadrul unui bazin hidrografic, până la nivelul apelor freatice ajunge componenta infiltrației, care este numai o parte din volumul total al precipitațiilor (așa ca și componenta evapotranspirației și volumului de apă pentru scurgerile de suprafață). În acest context infiltrația precipitațiilor atmosferice este strict dependentă de timpul de parcurgere a fluxului de infiltrație prin zona stratului de sol și roci nesaturate cu apă.

Din această cauză maximele precipitațiilor atmosferice și nivelului acviferului freatic nu coincid și sunt diferite în diferite intervale a axei timpului (ca regulă maximul nivelului apei râului este după maximul precipitațiilor atmosferice și după ele maximul nivelului în acvifer). Selectarea acestor clastere a fost efectuată în baza dependenței nivelului apei în rău (valorile maxime) de efectul cumulativ al precipitațiilor atmosferice.

În tab. 2. sunt sumarizate valorile coeficientului de corelație Pirson ( $r$ ) pentru locurile de studiu. Analiza acestor date arată că  $r = 0.51 - 0.65$  pentru dependența precipitații – nivelul apei în râuri;  $r = 0.42 - 0.58$  precipitații - nivelul apei în sonde;  $r = 0.25 - 0.43$  precipitații – temperatura aerului. Compartimentul râu – acviferul freatic este mai pronunțat statistic și valoarea  $r = (-0.52 - 0.91)$ .

Tabelul 2

*Valorile coeficientului de corelație a parametrilor hidrologici, hidrogeologici și meteorologici ai celor trei bazine hidrologice*

Parametrii <b>r. Cubolta</b>	Suma precipitații	Nivelul apei în râu	Temperatura	Nivelul apei în sonda 753	Nivelul apei în sonda 752
Suma precipitații	1.00				
Nivelul apei în râu	0.58	1.00			
Temperatura	0.43	-0.11	1.00		
Nivelul apei în sonda 753	-0.06	-0.52	0.42	1.00	
Nivelul apei în sonda 752	0.47	0.17	0.71	-0.13	1.00
Parametrii <b>r. Răut</b>	Suma precipitații	Nivelul apei în râu	Temperatura	Nivelul apei în sonda 767	Nivelul apei în sonda 766

Suma precipitații	1.00				
Nivelul apei în râu	0.65	1.00			
Temperatura	0.35	0.06	1.00		
Nivelul apei în sonda 767	0.49	0.10	0.90	1.00	
Nivelul apei în sonda 766	0.58	0.20	0.91	0.98	1.00
<b>Parametrii r. Ialpuș</b>	Suma precipitații	Nivelul apei în râu	Temperatura	Nivelul apei în sonda 907	Nivelul apei în sonda 910
Suma precipitații	1.00				
Nivelul apei în râu	0.51	1.00			
Temperatura	0.25	0.60	1.00		
Nivelul apei în sonda 907	0.42	0.49	0.91	1.00	
Nivelul apei în sonda 910	0.52	0.45	0.86	0.98	1.00

### Concluzii:

1. Dependența funcțională între parametrii meteorologici, hidrologici și hidrogeologici are un caracter statistic indirect. Această incertitudine statistică este condiționată de durata procesului (precipitațiile sunt momentane și finite, variațiile nivelului apei în râu sunt multifuncționale și variabile, iar schimbările în nivelul apelor freatice sunt de tipul variațiilor elastice cu efect de întârziere.

2. Modelul clasterizării precipitațiilor atmosferice permite obținerea corelațiilor pozitive cu temperatura aerului atmosferic, nivelului apei în râuri și nivelul apelor subterane.

3. Rezultatele obținute vor fi folosite pentru metodologia divizării hidrografului apelor freatice, format sub influența infiltrației precipitațiilor atmosferice. Aceasta va permite calculul valorilor infiltrației, care se aproximează cu volumul resurselor naturale ale apelor subterane în cadrul unui teritoriu cu granițe hidrogeodinamice bine definite.

*Remarcă:* Cercetarea științifică prezentă a fost efectuată în cadrul temei fundamentale 15.817.02.10F “Condițiile de formare și estimare regională a resurselor naturale ale apelor subterane (studiu de caz Republica Moldova) și Școlii Doctorale Științe Geonomice. Autorul aduce sincere mulțumiri dr. hab. Constantin Moraru pentru consultarea metodică a investigațiilor. De asemenea autorul mulțumește recenzenților pentru discuțiile și corecțiile la tema de cercetare.

**Bibliografie:**

1. И. В. Зеленин, И. Э. Вербицкий, Л. А. Лазаревская, В. А. Подражанский, Взаимосвязь подземных и поверхностных вод Молдавии. Кишинев, 1984 г.
2. Cazac V., Mihăilescu C., Bejenaru G., Gâlcă G. Resursele acvatice ale Republicii Moldova. Chișinău 2007.

**MONDIALIZARE ȘI FOTBAL: GEOGRAFIA TRANSFERURILOR  
FOTBALIȘTILOR DE ELITĂ ÎN SEZONUL COMPETIȚIONAL  
2014-2015**

*MANOLACHE CRISTIAN-IONUȚ*

*Școala Doctorală de Chimie și Științe ale Vieții și Pământului (Geografie)  
Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” Iași*

**Scopul lucrării**

Acest articol este un rezultat parțial al cercetărilor întreprinse în cadrul stagiului doctoral, referitoare la implicațiile proceselor de mondializare asupra geografiei sportului. Efectele mondializării asupra fotbalului au o istorie lungă, fiind studiate de sociologi, antropologi, economiști, însă abia în ultimele decenii au atins paroxismul, destructurând structurile și nivelele spațiale clasice ale acestui sport. Ca geograf, cercetările mele se axează asupra acestor din urmă transformări, care erodează nivelele și spațiile continue regionale, naționale ori continentale, propunând un spațiu relațional, de tip arhipelag, care leagă direct localul de mondial. Cadrele (cvasi)regionale, atunci când există (Feroe, Țara Galilor, Scoția) și cele naționale devin doar sasuri în care intră posibili sau deja confirmați performeri și din care ies continuu reprezentanți ai unei elite fotbalistice care accelerează și mai mult punerea în loc a acestor structuri reticulare.

## **Metodologie**

Sursă date:

- Transfermarkt ([www.transfermarkt.de](http://www.transfermarkt.de));

Prelucrarea datelor:

- *Microsoft Office Excel 2003* - crearea bazei de date și realizarea graficelor;
- *Philcarto 5.7* - realizarea hărților în stare brută;
- *Adobe Illustrator CS6* - prelucrarea hărților și realizarea posterului;
- *Microsoft Office Word 2003* - redactarea lucrării.

Metode de analiză și interpretare:

- *Metoda fondului calitativ* - Figurile: 1, 2 și 3;
- *Metoda semnelor dimensionate* - Figurile: 1 și 2;
- *Metoda liniilor de mișcare* - Figura 3;
- *Metoda geografică* - analiza și interpretarea rezultatelor cercetării.

## **Rezultatele cercetării**

Mobilitatea personalului din fotbalul masculin nu este o temă strict de interes al cercetărilor din domeniul sportului, fiind abordată și de alte categorii de oameni de știință, cum ar fi sociologii sau geografii și nu numai, deoarece este un domeniu cu implicații economice și chiar politice.

Ținând cont de faptul că trăim într-o societate cu tendințe cosmopolite, migrația jucătorilor de fotbal intră în consens cu circulația generală a populației, beneficiind după cazul Bosman de libertate de mișcare în spațiul european.

În urma analizei datelor s-a constatat că un procent de 29,88% din jucătorii transferați în sezonul 2014-15 posedă dublă cetățenie, fie datorită unor cauze istorice, de exemplu cu origini în fostele colonii europene, fie au obținut ce-a de-a doua cetățenie din considerente sociale sau pur fotbalistice, astfel beneficiind de libertate de mișcare în spațiul european și eliberând un loc în lotul echipei pentru sportivii non europeni.

Analizând originea geografică a celor mai mobili jucători luați în calcul în studiul de față, se constată că sportivii europeni reprezintă un procent de 62,06% din totalul numărului de transferuri, urmați de sud-americani cu 28,73%, de africani, cu 6,89% și de sportivii din America centrală și de nord, cu 2,29%.

La nivelul națiunilor putem constata că brazilienii dețin procentajul cel mai ridicat, cu 10,34%, fiind urmați de englezi și spanioli, cu 9,19%, de argentinieni, cu 8,04% și de francezi - 6,89%.

Sintetizând cele menționate mai sus, putem constata că fotbalul european nu mai poate fi numit o competiție eminentamente continentală, deoarece angrenează sportivi de elită de pe întreg mapamondul.

Din punctul de vedere al grupelor de vârstă, se observă că în cazul de față cea mai ridicată mobilitate o dețin sportivii cu vârsta cuprinsă între 22-25 de ani (44,82%), succedați de grupa 26-29 de ani (34,48%), de grupa 18-21 de ani (18,39%) și de grupa 30-31 de ani (2,29%).

Fenomenul poate fi explicat atât prin prisma interesului financiar al tranzacției (jucătorii foarte tineri și cei de peste 30 de ani nu sunt cotați la valori foarte ridicate pe piața transferurilor), cât și din punct de vedere al mobilității, pentru că sportivii cu calități deja formate sunt mult mai doriți în fotbalul modern în care performanțele se doresc a fi imediate.

Analizând Figura 1 (v. anexele), putem observa că din punctul de vedere al cheltuielilor întreprinse de cluburile de fotbal cu transferurile jucătorilor de cel puțin zece milioane de euro, la nivel național se constată o discrepanță între cea mai mare parte a Europei occidentale și restul continentului, Rusia fiind abaterea din partea orientală a continentului. De asemenea, se constată o implicare redusă în sezonul analizat a cluburilor din China și a celor din Emiratele Arabe Unite, prezențe obișnuite în ultimele sezoane.

Figura 2 (v. anexele) conferă o imagine asupra veniturilor obținute de cluburi în sezonul competițional 2014-2015. La nivel statal, putem constata că țările din vestul Europei se impun și din acest punct de vedere, urmate mai recent de Brazilia sau de Ucraina, țări cunoscute pentru strategia cluburilor lor de a forma tineri jucători.

Figura 3 (v. anexele) ilustrează fluxurile financiare dintre cluburile de fotbal, rezultând un spațiu al performanței, susținut de unul financiar foarte activ. Cele două spații nu sunt continue ci mai degrabă formează structuri spațiale de tip arhipelag, cu puține legături exterioare (Mexic, Brazilia, China și Emiratele Arabe Unite).

### **Concluzii**

În linii mari, jocul de fotbal modern a devenit o activitate cu implicații globale, angrenând sportivi de elită de pe toate continentele. Totodată, datorită inegalităților financiare, se creează o distribuție inechitabilă a performanțelor sportive din punct de vedere spațial, cluburile implicate pe piața transferurilor din vestul și sud-vestul Europei fiind poli de atracție pentru elita fotbalului.



### **Bibliografie**

1. Bale J, Maguire, J. (1994) The Global Sports Arena: Athletic Talent Migration in an Interdependent World. London. Frank Cass.

2. Bilić A., (2011) Contractual stability versus players mobility. *Lucrările Facultății de Drept. Split* 48. p.875-898.

3. Darby P., (2000) The New Scramble for Africa: African Football Labour Migration to Europe. *European Sports History Review* 3 p. 217-244

4. Frick B., (2009) Globalisation and factor mobility: the impact of „Bosman ruling“ on player migration in professional soccer. *Journal of Sports Economics*. 10(1). p.88-106.

5. Gardiner S., Welch R., (2001) Show me the money: regulation of the migration of professional sportsmen in post-Bosman Europe. Cambridge University Press, p.107-126.

6. Lanfranchi P., (1994) The Migration of Footballers: The Case of France, 1932-1982. *The Global Sports Arena* 68 London: Frank Cass.

7. Lanfranchi P., Taylor M., (2001) Moving with the ball: the migration of professional footballers. Oxford: Berg.

8. Maguire J., Bale J., (1994) Sports labour migration in the global arena. London: Taylor & Francis.

9. Maguire J., Falcous M., (2011) Sport and Migration Borders, boundaries and crossings. Routledge: Taylor & Francis.

10. Maguire J., Stead D., (1998) Border Crossings: Soccer Labour Migration and the European Union. *International Review of the Sociology of Sport* 33.1. p.59-73.

11. Maguire J., Sugden J., (2002) The World at Their Feet': Professional Football and International Labor Migration. *Journal of Sport and Social Issues* 26. p.421-37.

12. Poli R., (2004) International Football Players' Migrations: A Circulatory Approach. *International Football Institute Conference „European Football: Influence Change and Development“*. University of Central Lancashire.

13. Poli R., (2004) Les migrations internationales des footballeurs: Trajectoires de joueurs camerounais en Suisse. Neuchâtel: Editions CIES.

14. Taylor M., (2006) Global Players? Football, Migration and Globalization, c. 1930-2000. *Historical Social Research*, vol. 31.1, p.7-30.

Sursă date:

Transfermarkt ([www.transfermarkt.de](http://www.transfermarkt.de)) - consultat între 15-21 mai 2017;

Anexe:

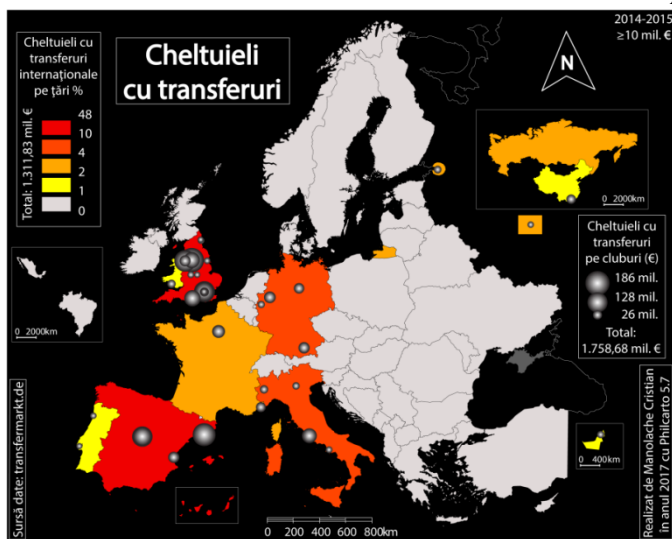


Figura 1 Cheltuieli cu transferuri

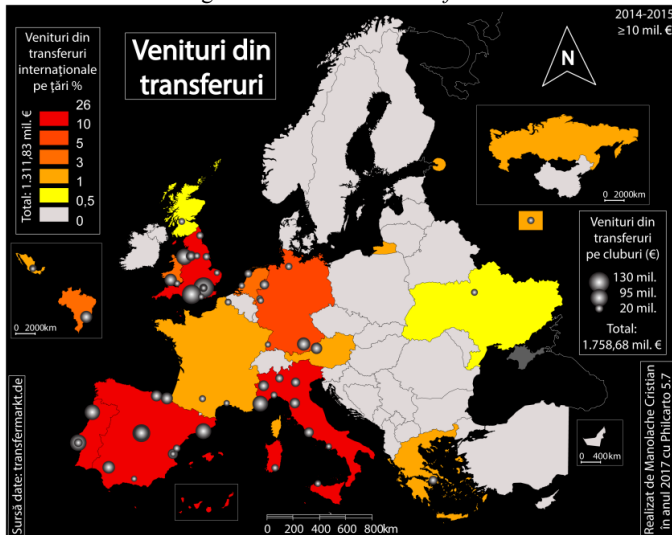


Figura 2 Venituri din transferuri

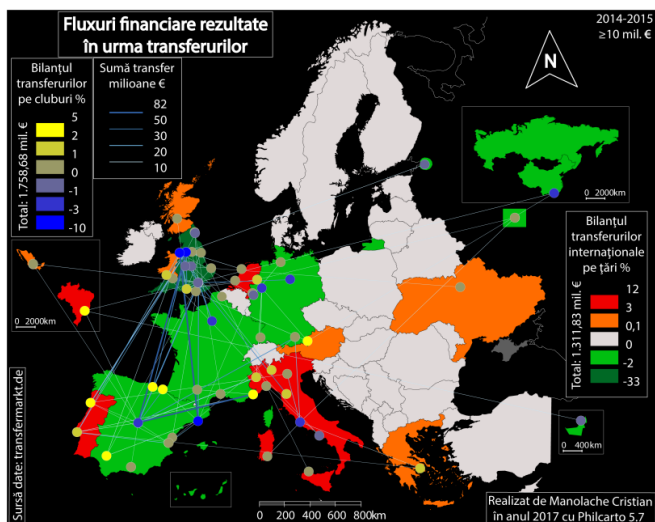


Figura 3 Fluxuri financiare rezultate în urma transferurilor

## VULNERABILITATEA LA INUNDAȚII ÎN SECTORUL INFERIOR AL SIRETULUI (COSMEȘTI-GALAȚI)

MAROLA DIANA ALEXANDRA

Școala doctorală „Simion Mehedinți”

Facultatea de Geografie, Universitatea din București, România

### Introducere

De-a lungul timpului, România a fost mereu afectată de viituri și inundații. În anul 2005, viiturile au creat pagube umane și economice de valori nemaîntâlnite până la perioada respectivă. De asemenea, în următorii anii, respectiv 2007 și 2010 inundațiile au continuat să producă pagube și continuă să o facă și în prezent.

Inundațiile sunt fenomene hidrologice care se produc într-o anumită perioadă a anului în care precipitațiile prezintă valori ridicate într-un interval mic de timp. Aceste fenomene s-au produs în ultimul timp cu frecvență ridicată, vor fi prezentate informații în acest sens, și au produs numeroase pagube în toată țara și nu numai. Cele mai importante pagube

sunt de natură economică, umană, dar pot fi și geomorfologice, în sensul că apar numeroase modificări ale albiilor râurilor afectate, care afectează relieful în mod ireversibil.

Principalul scop al acestui studiu îl reprezintă identificarea zonele susceptibile la inundații, având în calcul cadrul natural existent (relief, vegetație, soluri, rețea hidrologică), cât și condițiile meteorologice.

#### *Arealul de studiu*

Arealul studiat este localizat între localitățile Cosmești în Nord și Municipiul Galați în Sud și se află la contactul a patru județe și anume: în nord-vest județul Vrancea, în nord și est județul Galați, în sud Brăila și în sud-vest județul Buzău. Poziția arealului studiat se poate observa în figura următoare:

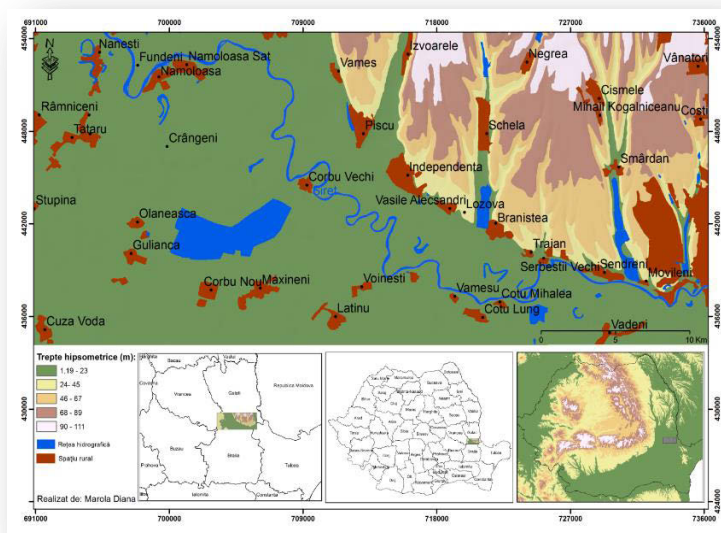


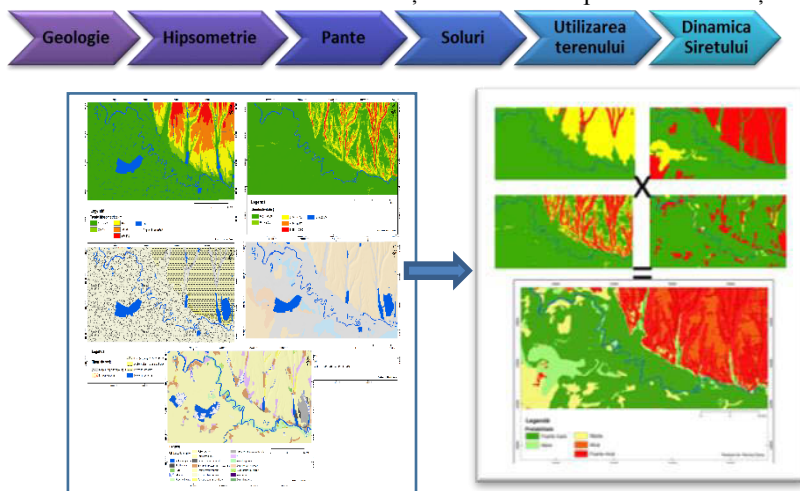
Figura 1: Localizarea

#### *Metodologie și tehnici de lucru*

Pentru realizarea studiului arealului a fost utilizat programul de analiză digitală ArcGIS, care permite captarea, gestionarea, analizarea și afișarea tuturor formelor de informații geografice și dezvăluie relații, tipare și tendințe sub formă de hărți, globuri, rapoarte și diagrame. Un alt program foarte util este Global Mapper, o aplicație GIS cu multitudini utilități în analiza hărților, în obținerea unor simulări de inundații în cadrul arealului.

Pe lângă programul de analiză, ArcGis, au fost utilizate și o serie de baze de date: harta topografică la scara 1:25.000, anul 1982, harta geologică la scara 1:50.000, ortofotoplanurile județului Galați la scara 1:5.000 din anul 2005, 2010, 2012, date vectoriale Corine Land Cover (<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/>), Seturi de date vectoriale generale ale României din anul 2009 (<http://earth.unibuc.ro/download/romania-seturi-vectoriale>).

Metodologia propriu-zisă constă în analiza factorilor fizico-geografici existenți, care împreună cu anumiți factorii meteorologici existenți la un moment dat, au reprezentat condițiile propice apariției inundațiilor. Astfel, prin identificarea acelor factori care pot determina apariția inundațiilor, s-a realizat o analiză care scoate în evidență arealele susceptibile la inundații.



### Rezultate

Prin realizarea acestui studiu s-a urmărit identificarea arealelor susceptibile la inundații și determinarea vulnerabilității socio-economice a arealului studiat. Toți parametrii existenți (legați atât de vulnerabilitatea socio- economică cât și de cea a mediului) au fost supuși unei analize complexe în vederea obținerii unor rezultate cât mai corecte.

Pentru a realiza acest obiectiv, am utilizat o anumită funcție din programul Global Mapper care realizează o simulare de inundație, iar pentru validarea rezultatelor am utilizat o hartă de risc la inundații și anume “Harta de hazard și risc la inundații cu o rată a hazardului de 10%

realizată de Administrația Apelor Române pentru sectorul inferior al Siretului”.

În urma simulării la inundații, au fost identificate atât arealele susceptibile la inundații, cât și elementele vulnerabile din cadrul arealului studiat.

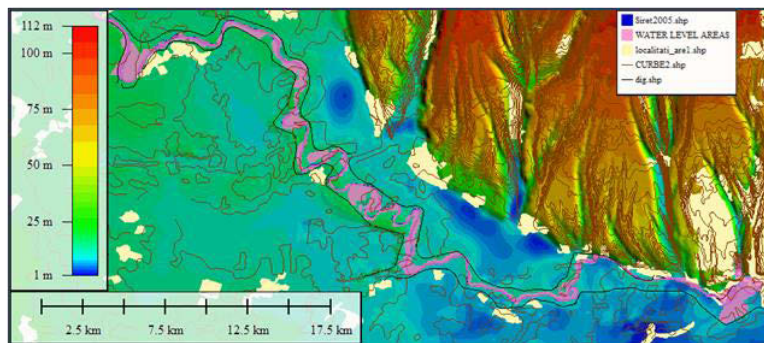


Figura 2: Simulare de inundații în programul Global Mapper

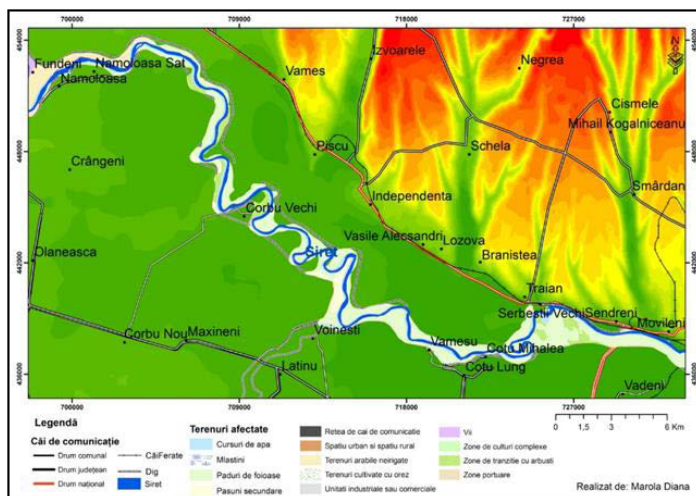


Figura 3: Elemente de risc

Elemente de risc identificate	Suprafața (m <sup>2</sup> )
Cursuri de apă	9 832 402,76
Terenuri arabile neirigate	1 868 651,95
Spațiu urban discontinuu și spațiu rural	159 094,53
Vii	580 340,98
Pășuni secundare	3 398 164,06
Păduri de foioase	21 635 311,02
Zone de culturi complexe	748090,53
Zone de tranziție cu arbuști (în general defrișate)	3 926 278,9
Mlaștini	376 955,11
Unități industriale sau comerciale	223 101,02
Rețea de căi de comunicație și terenuri asociate acestora	3683,83
Zone portuare	168 831,44
Terenuri cultivate cu orez	51 805,07

### *Concluzii*

Inundațiile reprezintă un fenomen care produce victime și pagube din ce în ce mai des, și în acest context realizarea unui studiu care să demonstreze vulnerabilitatea unui areal la inundații, precum și determinarea unei metodologii de analiză, poate reprezenta o soluție extrem de utilă autorităților.

Realizarea acestui studiu poate avea beneficii de lungă durată pentru toate arealele care prezintă un risc destul de mare la inundații, reliefând vulnerabilitatea tuturor teritoriilor din România și reprezentând o sursă importantă de informație pentru toți actorii incluși în procesul situațiilor de urgență (autoritățile locale și naționale, comunitățile afectate, serviciul de urgență etc).

**STAREA ACTUALĂ DE CERCETARE PRIVIND EXPUNEREA  
TERITORIULUI REPUBLICII MOLDOVA CĂTRE ANUMITE  
RISURI NATURALE (Studiu bibliografic)**

MÎNDRU GALINA

Școala Doctorală Științe Geonomice  
Universitatea Academiei de Științe a Moldovei

**INTRODUCERE**

Manifestările frecvente ale fenomenelor naturale extreme pot avea o influență directă asupra sănătății, nivelului de trai al fiecărei persoane, precum și societății în ansamblu.

Cunoașterea gradului de expunere a teritoriului către manifestările hazardurilor naturale reprezintă o necesitate a societății moderne privind amenajarea corectă a teritoriului și amplasarea diverselor edificii ținând cont de particularitățile regionale de manifestare a riscurilor naturale și stabilirea măsurilor de diminuare a lor.

Expansiunea urbană, dezvoltarea unor noi tehnologii și obiective industriale, remodelizarea sectorului agricol, extinderea rețelei de comunicații nu numai că duc la creșterea presiunii antropice asupra ecosistemelor naturale, dar, din lipsă de spațiu liber, se deplasează tot mai mult spre zonele critice, ocolite în perioadele anterioare.

Ca și consecință apar tot mai des situații excepționale, avarii și catastrofe, caracterizate prin creșteri exponențiale ale pierderilor materiale, sociale și ecologice, mai mult decât atât, se produc evenimente, după opinia experților, extrem de puțin probabile.

**MATERIALE ȘI METODE**

Pe parcursul studiului a fost analizată literatura de specialitate în care se regăsește informația despre cercetarea și evaluarea hazardurilor naturale, precum și estimarea expunerii teritoriului Republicii Moldova către manifestarea anumitor riscuri naturale, cu *identificarea*, *evaluarea* și *cartografierea* lor.

**REZULTATE ȘI DISCUȚII**

Frecvența foarte mare a riscurilor catastrofale generate de diferite hazarduri naturale (ploi torențiale puternice și foarte puternice, inundații, alunecări de teren etc.) justifică importanța tot mai mare acordată analizei acestora.

Riscurile climatice sunt în prezent intens studiate, având în vedere modificările climatice globale și tendința de aridizare a climei. Riscurile asociate variabilității regimului pluviometric apar cel mai frecvent în



literatura de specialitate din România: *Bogdan O., Niculescu E., Dragotă C., Apostol L., Bălțeanu D., Sorocovschi V.* (1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2005, 2007, 2008).

În Republica Moldova studiul precipitațiilor abundente și a ploilor torențiale puternice au fost efectuate de Pantelev G.A. 1971, Sineavșchii P. V., Slastihin P. V., Bolocan N. I. (1974). Sistematizarea tuturor precipitațiilor (peste 70 mm/zi) în Moldova pentru perioada 1946-1969 au fost efectuate de Ceban G. A. 1971, care a evidențiat 169 astfel de cazuri.

În lucrarea "Neblagopriatniê ghidrologhiceschie procesî Moldavii" Snegovoi V. V. 1988, descrie ploile excedentare cu maximum mediu zilnic 100 mm și mai mult, pe luni și ani. Analiza circulației proceselor atmosferice care condiționează căderea precipitațiilor intensive pe teritoriul republicii sunt analizate în lucrările lui Sineavșchii P. V., Babicenco V. N. (1991, 2001).

În ultimele două decenii un aport deosebit în studiul precipitațiilor atmosferice privind geneza, manifestarea și impactul lor, în deosebi, a precipitațiilor excedentare, a fost adus de colaboratorii Institutului de Ecologie și Geografie: Constantinov T., Daradur M., Mihailescu C., Nedealcov M. De asemenea, o contribuție semnificativă în studiul aplicativ al problematicii date l-au adus profesorii și conferențiarii universitari de la catedrele de geografie ale universităților din Republica Moldova – Sofroni V., Coșcodan M., Boian I., Puțuncică A., Domenco R. și alții (2005, 2006, 2008, 2010, 2017).

Studiul precipitațiilor generatoare de viituri pluviale au fost studiate de Melniciuc O., Lalîkin N., Slastihin V., Bejenaru Gh. (1981, 2002, 2003, 2011, 2012). În cadrul acestor lucrări au fost evidențiate abordările practice și teoretice de cercetare a viiturilor atât pe râurile permanente, cât și pe cele intermitente de pe teritoriul Republicii Moldova.

Cu studierea amplă a proceselor de alunecări de teren s-a ocupat Porucic F.S. în anii 1917, 1928, 1929, 1930 și descrierea în lucrarea sa, după principiul fizico-geografic, al mecanismului de formare a alunecărilor de teren, unde evidențiază dezvoltarea lor. De asemenea, acordă o deosebită atenție asupra faptului că în perioada anilor 1912-1915, focarele alunecărilor noi s-au format și dezvoltat cu precădere pe versanții cu orientarea pantelor în direcția nord, nord-vest, nord-est și est.

În Republica Moldova cercetările sistematice ale alunecărilor de teren au început în perioada de după război. Începând cu anul 1959 cu studiul alunecărilor de teren la căile ferate și elaborarea metodelor efective de combatere efectivă a lor s-a ocupat stația antialunecări a Institutului de ingineri pentru transportul feroviar din Dnepropetrovsc. Inițial ele aveau

caracter specializat, deoarece lucrările de cercetare se limitau la stabilizarea alunecărilor în limitele obiectelor de importanță națională. Investigațiile se efectuau pe anumite segmente a liniei de cale ferată, autostrăzi și în limitele orașelor. Însă, odată cu dezvoltarea amplă a construcțiilor, instituțiile naționale de proiectare realizează cercetare la scară mare, rezultatele obținute sunt oglindite în numeroasele concluzii și dări de seamă. Neajunsul comun al acestor lucrări însă, este orientarea îngustă, limitarea teritorială, neestimarea integră a condițiilor naturale.

În cadrul studiului de regiune geomorfologică a teritoriului republicii unele date despre alunecări au fost expuse în lucrarea lui Vznuzdaev S.T. (1960) și Verina V. N. (1957). Rezultatele lucrărilor privind eficacitatea măsurilor împotriva alunecărilor de teren au fost expuse de Șadunț C.Ș. (1963) în lucrarea "Opolzni Moldavii i boriba s nimi".

În perioada 1960-1966 de către Rîmbu N. au fost publicate un șir de articole, în care pentru prima dată au fost descrise circurile de alunecări, condițiile naturale și particularitățile geomorfologice a Codrilor, precum și unele particularități morfologice al reliefului afectat de alunecări.

În anii 1959-1968 cu studiul regional al alunecărilor de teren pe teritoriul republicii s-a ocupat Orlov S. S., Ustinova T. I. (1963, 1967, 1969).

Începând cu anul 1967 studiul planic al alunecărilor de teren pe teritoriul Republicii Moldova a fost efectuat de Expediția moldovenească de hidrogeologie al Direcției de geologie din RSSM.

În perioada 1973-1976, Expediția hidrogeologică din Moldova la care a participat Tcaci V. N., Conev Iu. M., a efectuat un șir de investigații în scopul evaluării particularităților regionale de dezvoltare a proceselor geologice exogene, în baza cărora a fost întocmită harta la scara 1: 200000, și înfăptuită regiunea alunecărilor de teren (1976).

Din anul 1980 Expediția hidrogeologică din Moldova elaborează și întocmește cadastrul alunecărilor de teren. În această perioadă Tcaci V. N., Conev Iu. M., Proca V. E., Levadniuc A. T., Mițul E., Sîrodoev G., Boboc N., au elaborat și editat un șir de lucrări științifice ce reflectă interdependența și condiționarea dezvoltării proceselor de eroziune și alunecări.

Condițiile hidrologice de dezvoltare a alunecărilor de teren, cauzate de apele subterane și cantitatea de precipitații au fost caracterizate de către Levadniuc A. T., Mițul E., Sîrodoev G. în lucrarea "Opolznevâe teritorii Moldavii i ih raționalinoe ispolizovanie" (1990).

Colaboratorii laboratorului Peisaje geografice din cadrul Institutului de Ecologie și Geografie au elaborat și publicat lucrarea "Evaluarea

susceptibilității Părții Centrale a Republicii Moldova la alunecări de teren" (2014).

### **CONCLUZII**

Analiza literaturii de specialitate privind expunerea teritoriului Republicii Moldova către manifestarea anumitor riscuri naturale ne dă posibilitatea de a stabili următoarele concluzii:

1. Teritoriul Moldovei este afectat de o gamă largă de hazarduri naturale cu consecințe grave (ploi torențiale puternice și foarte puternice, inundații și alunecări de teren etc.).

2. Ploile torențiale se caracterizează prin cantitate mare de apă căzută într-un timp foarte scurt, fapt care implică o intensitate mare și deci pot avea grave consecințe fiind declanșatoare de inundații și fenomene de versant, inclusiv alunecări de teren.

3. Maximul de precipitații pentru 24 ore este supus unor oscilații mari atît în spațiu, cît și în timp. Astfel, în unii ani pe teritoriul Republicii Moldova maximele zilnice (24 ore) de precipitații pot varia între 20 și 220 mm.

4. Proporțiile consecințelor inundațiilor, declanșate de ploile torențiale puternice și abundente, depind de durata păstrării nivelelor periculoase de apă, viteza torentului, suprafața inundată, sezonul, densitatea populației și intensitatea activității economice, prezența construcțiilor hidrotehnice de protecție și măsurile concrete de pregătire către inundație, nivelul de pregătire și organizare a acțiunilor întreprinse în timpul inundației etc.

5. Alunecările de teren constituie cea mai virulentă formă de manifestare a proceselor gravitaționale și unul dintre cei mai dinamici factori de risc. Acest hazard natural se produce într-un context cauzal complex. Ploile torențiale puternice și abundente, de rînd cu caracteristicile fizico-geografice ale teritoriului pot declanșa alunecări de teren masive.

Analiza literaturii de specialitate va servi drept punct de reper pentru stabilirea vulnerabilității și gradului de expunere a teritoriului Republicii Moldova către manifestarea ploilor torențiale puternice și abundente, inundațiilor și alunecărilor de teren în baza datelor statistice din ultimii 30 ani.

### **Bibliografie:**

1. Apostol L. Precipitațiile atmosferice în Subcarpații Moldovei, Edit. Univ. „Ștefan cel Mare” Suceava, 2000.

2. Bejenaru Gh., Melniciuc O. Calculul precipitațiilor generatoare de viitură la determinarea debitelor maxime de apă pe râurile mici din Republica Moldova. Analele Universității de Stat din Tiraspol- 2002. vol. II. Științe biologice, geografice, geologice, economice, chimice și didactica geografiei, biologiei și chimiei, p. 17-25.

3. Boboc N. Evaluarea susceptibilității Părții Centrale a Republicii Moldova la alunecări de teren. 2014.
4. Bogdan Octavia, Marinică I. Hazarde meteo-climatice din zona temperată. Factori genetici și vulnerabilitate cu aplicații la România. Editura „Lucian Blaga”. Sibiu. 2007.
5. Boian I. Riscul inundațiilor în Republica Moldova (anul 2010).
6. <http://meteo.md/pavodok2010/pavodok2010.htm> (копия 22.07.2010).
7. Constantinov T.; Nedealcov M.; Răileanu V. Cap. 3. Diferențierea teritoriului după gradul de risc climatic. Hazardurile naturale regionale. Chișinău. Tipografia Elena. 2009. p. 70-98. ISBN 978-9975-106-15-3.
8. Domenco R. Dinamica precipitațiilor excedentare pe teritoriul Republicii Moldova în anii 1960-2015. Teză de doctor în științe geonomice. Chișinău. 2017.
9. Nedealcov M.; Putunică A.; Sofroni V.; Gămureac A.; Covali S. Estimarea extremelor pluviometrice prin intermediul SIG. Lucrările Simpozionului Sisteme Informaționale Geografice Ediția XXII-a. 2015, Chișinău, Republica Moldova. p. 38-41. ISBN 978-9975-97744-9-4.
10. Porcica T. Relieful teritoriului dintre Prut și Nistru. București, Tipografia „Cartea Medicală”, S.A., Bulevardul Elisabeta No. 5., 1929. 292 pag.
11. Sofroni V., Puținică A. Plouile torențiale de pe teritoriul Republicii Moldova, Romanian Journal of Climatology, Lucrările primului Simpozion Național de Climatologie cu participare internațională, Volume I, Iași: Editura Universității "Al. I. Cuza", ISSN 1841-513X, 2005, p. 127-136.
12. Бабиченко В.Н. Стихийные метеорологические явления на Украине и в Молдавии. Л.: Гидрометеиздат, 1991.
13. Леваднюк А.Т., Мицул Е.З., Сыродоев Г.Н. и др. Оползнеопасные территории Молдавии и их рациональное использование. Кишинев, Штиинца, 1990. 122 с.
14. Мельничук О. Паводки и наводнения на реках Молдовы (теория и практические расчеты). Кишинев: FCP „Primex-Com” SRL, 2012. 233 с.
15. Орлов С.С., Устинова Т.И., "Оползни Молдавии", Кишинев, Карта Молдовеняскэ, 1969г. Monografie.
16. Пантелеев П. Г. Метод прогноза количества ливневых осадков. – Сб. работ Кишиневской ГМО. – 1971. Вып. 5. -С. 107-116.
17. Прока В. Е. Колебания годовых и месячных сумм осадков на территории Молдавии.// Проблемы географии Молдавии. Вып. 3, Кишинев. 1969. с. 18-40.
18. Рымбу Н. Л. Некоторые особенности морфологии оползневого рельефа на территории Молдавской ССР. – В кн., Проблемы географии Молдавии. Кишинев, 1966, вып. 1.
19. Синявский П. В., Сластухин В. В., Болокан Н. И. Пространственно-временные поля интенсивности дождей // Проблемы географии Молдавии. – 1974. – Вып. 9 – с. 32-43.
20. Снеговой В. В. Неблагоприятные гидрологические процессы в Молдавии . Из-во Кишинев "Штиинца" 1988, 70 стр.

21. Ткач В. Н., Конев Ю.М. "Отчет по составлению специализированной карты проявлений геодинамических процессов М 1:200000 на территории МССР", Кишинев, 1976г. Dare de seamă.

22. Чебан Г. А. Точность определения месячных и суточных количеств осадков. "Проблемы географии Молдавии". - 1973. - Вып. 8, с. 66-71.

23. Шадунц К. Ш. "Оползни Молдавии и борьба с ними". Кишинев. Издательство Картя Молдовеняскэ, 1963г.

## **STUDIUL DEGRADĂRILOR DE TEREN ÎN BAZINUL HIDROGRAFIC IZVORUL MUNTELUI DIN PERIMETRUL SATULUI POIANA TEIULUI**

*MUSCALU IOANA MONICA,  
Geografie, Universitatea din București*

### **INTRODUCERE**

Pentru a evalua riscul de degradare al solului trebuie examinate condițiile enviromentale specifice, cum ar fi: tipul de vegetație, relieful, clima, hidrografia, tipurile de sol, de la cercetările condițiilor naturale specifice, degradările de teren cu eroziune și intensități diferite, pe diferite forme de relief, altitudine, gradientii de pantă și expunerii diferite a versanților. Mrcajul bazei de date pentru a identifica prelucrarea eroziunii va fi arhivat pentru utilizarea datelor geospațiale, pregătirea hărților de risc de eroziune, a proceselor de suprafață, interpretarea datelor pentru reducerea zonelor afectate.

Harta zonelor cu risc din județul Neamț

Negrești-Gârcina și Oglinzi-Răuncești, expuse alunecărilor de teren. Biserica din muntele de jos este înclinată de 40 de ani, iar șoseaua de la Hangu este ondulată și o ia spre lac. O echipă de specoaliști din consiulul județean Neamț au realizat hărțile de risc naturale pentru alunecări de teren din Județ. Specialiștii au identificat două zone cu risc ridicat: Negrești către Gârcina cu prelungire către Piatra Neamț, fără a ajunge în oraș, și din satul Oglinzi, comuna Răuncești spre Vânătorii Neamț cu continuare în județul Suceava. Zone marcate cu roșu sunt de la Hangu în linie dreaptă spre Pipirig și între comunele Băltătești și Agapia, în timp ce în zona montană Tazlău spre Piatra Șoimului și Alexandru cel Bun spre Bicaz cu prelungure spre Hangu se prefigurează un risc mai puțin accentuat. Tot risc scăzut există și de la Oniceni către Valea Ursului , la granița cu județul Vaslui.

Biserica din Muncelul de Jos un fel de turn de Pisa.

Viorel Simeria, primarul de la Valea Ursului, nu a întâmpinat probleme în ultimii ani cu alunecările de teren la noi în comună, prin anii 72-74 și avem o biserică în satul Muncelul de Jos care este înclinată precum turnul din Pisa. În Răuncești, Oglinzi potrivit primarului Ilie Apostoae există o zonă predispusă alunecărilor de teren care însă nu este locuită „La noi vorbim mai mult de frământări de teren decât de alunecări. „Avem într-adevăr o zonă de teren argilos unde pe fondul umezelii accentuate există această predispoziție, dar din fericire nu am avut nici un fel de probleme în zonele în care sunt locuințele oamenilor. Și primărița Adriana Petrariu de la Vânători, a avut norocul ca până acum să nu aibe astfel de probleme în comună „Probabil că la noi este vorba despre dealul de la Slatina spre Răuncești, unde este islazul comunal. În Hangu o porțiune din drumul național care traversează comuna spre Poiana Teiului este crăpată și ondulată din cauza terenului instabil, iar într-un punct șoseaua a luat-o spre lac.

Măsuri speciale pentru prevenirea și atenuarea riscurilor.

„Delimitarea geografică a zonelor de risc natural se bazează pe studii și cercetări specifice elaborare de situații specializate, materializate prin hărți de risc natural avizate de organele de specialitate ale administrației publice locale și centrele competente potrivit legii. Declararea unui areal ca zonă de risc natural se face prin hotărâre a consiliului județean în baza hotărârilor de risc natural analizate potrivit alinatul (1), apreciez că procentul îndeplinește condițiile specifice spre a fi supus spre dezbateră și aprobarea plenului. În aceste zone se instituie măsuri privind prevenirea și atenuarea riscurilor, realizarea construcțiilor și utilizarea terenurilor, care se cuprind în planurile de urbanism și amenajare a teritoriului, constituind totodată și baza întocmirii planurilor de protecție și intervenție împotriva dezastrelor. Dincolo de proiecte, măsuri și planuri, este clar că pentru a rezolva problema alunecărilor de teren, măcar a celor din zona locuită și traversate de șosele care care o iau la vale, este nevoie de lucrări serioase de consolidare care costă foarte mult. Iar în condițiile crizei prelungite hărțile de risc nu au decât rol preventiv, că să știe omul unde să nu își rice casa și zone de ocolare.

Inundații la Dămuc, pericol la Bicaz –Chei.

În satul Hisurez s-au suspendat cursurile la școli, din cauza inundațiilor, cod portocaliu de ploi și inundații e până diseară, autorităților județului rămân în alertă. Starea de alertă în județul Neamț: oameni izolați și zeci de gospodării au fost inundate în satele Hisurez, Dămuc, Trei Fântâni din comuna Dămuc joi după-amiaza. Tot acolo mai multe terenuri agricole au

fost acoperite de ape și câteva drumuri au fost afectate de ape și câteva drumuri au fost afectate în urma ploilor torențiale care au dus la formarea de torenți și au provocat ieșirea din matcă a unor pârâuri. Din această cauză, la 12 gospodării se poate ajunge în vecinătatea unui pârâu ce s-a umflat amenințător, cadrele didactice au suspendat cursurile. În comuna Bicaz-Chei, râul Bicaz a crescut înțatrat că amenință să inunde șoseaua națională. Autoritățile de acolo au intervenit cu utilaje și oameni pentru a preveni riscul producerii de inundații. Dar chiar așa au fost inundate mai multe curți și grădini. Din păcate situația nu ese îmbucurătoare pentru următoarele zile. Și azi va continua să plouă torențial. În acest timp este de așteptat să mai apară și alte probleme în județ din cauza ploilor după cum și-au manifestat îngrijorarea autoritățile.

Conservarea pajiștilor, fânețelor și pășunilor.

Pajiștile, pășunile și fânețele sunt considerate ecosisteme naturale și se constituie cu elemente dominante ale mediului rural, cu o mai mare diversitate biologică decât zonele cultivate, mai ales dacă sunt în regim natural, este necesar să se cunoască faptul că în special în zona montană, aceste ecosisteme sunt deosebit de sensibile și fragile. Solurile prezintă aciditate naturală, care influențează considerabil compoziția florei naturale. În scopul protejării acestor ecosisteme naturale și a biodiversității lor deosebite sunt necesare următoarele măsuri:

- A nu se efectua lucrări când solul este prea umed pentru nu determina apariția proceselor degradării solului, prin compactare excesivă, cu numeroase consecințe negative și asupra organismelor care trăiesc în sol
- A proteja pășunile naturale
- Nu se vor ara pășunile degradate, se vor însămânța în solul nearat utilizând semănători dotate cu brăzdare adecvată
- Eliminarea pășunatului pe pășunile inierbate degradate , pe cele proaspăt însemânate în scopul regenerării, pășunatul nu se practică în pădure, pe coastele dealurilor acoperite cu arbuști sau altă vegetație specifică , în zone protejate din jurul lacurilor și râurilor chiar dacă acest lucru nu este economic .
- Îngrășarea pășunilor și fânețelor se va face numai în ângrășămintele organice naturale și se va face în fiecare an , pentru a evita acidifierea solului și pentru a evita fenomenul de sălbăticiere a florei.

- Agroterasele au rol deosebit de important în prevenirea și combaterea a eroziunii solului pe pante mari de 22%, o au agroterasele .

În zonă panta s-a redus cu circa 30-50% iar la panta de jos a fâșiei s-a format un taluz, care s-a înălțat față de nivelul actual cu 33-48 %

Pășunatul în zona lacului Izorul Muntelui este intensiv, ceea ce stimulează intensificarea proceselor erozionale. Este dăunător pășunatul pe digurile de protecție de pe lângă râurile către animale, distrugerea acestora este inevitabilă și constituie o sursă importantă de creștere a cantității de sedimente, în zonă pentru protecția și ameliorarea solului, sunt bune perdelele forestiere.

Rezultate

S-au obținut următoarele rezultate :

A) Eroziunea slabă . categoria BO 10 , soluri brun-acide , în categoria solurilor brun-acide sunt 20 de areale cu eroziune slabă , iar în categoria BM 5 –soluri brun-eumezobazice brune și litosoluri, numărul lor este de 5 areale, și un areal care este reprezentat de solurile BM an , și un areal de soluri eumezobazice, de soluri brun acide recente, solurile cu eroziune slabă predominând solurile brun-acide, rezultă că avem 30 de areale cu eroziune slabă .

B) La eroziunea de tip moderată, avem 5 areale de soluri eumezobazic

C) Numărul solurilor care nu sunt afectate de eroziune este de 15 areale .

D) Solurile afectate de eroziune sunt: solurile brune, podzoluri, soluri brune feriluviale .

Situația gradului de eroziune al solului este următoarea: 13% eroziune slabă, 30 % eroziune moderată, eroziune puternică 46 %, 11 % neafectat de eroziune.

Impactul construcției de drumuri

Disponerea drumului influențează în mare măsură eficiența activității anti-erozionale și evoluția zonei amenajate. Între măsuri și lucrări pentru prevenirea și reducerea eroziunii solului, în limita sa admisibilă care trebuie să fie aplicate în zona de cultivare a terenului, realizarea unei structuri optime și de rotație a culturilor, de asemeni rolul vegetației, influențează gradul de eroziune al solului și de stabilire a unei structurii capabile să reducă, reducerea pierderilor culturilor și întreținerea suprafețelor cultivate, fertilitatea solului. Dintre măsurile eficiente de protecție de mediu eficientă trebuie să protejeze mediul spațial și



prevenirea, și atenuarea activității antierozionale cu caracter biologic, prin cercetare, să stabilească condițiilor speciilor, pe baza tehnologiei și a condițiilor reale din zonă.

## DINAMICA RECENTĂ A SUPRAFETELOR OCUPATE CU PĂDURI ÎN MUNȚII IEZER

STĂNOIU GABRIEL,

Școala Doctorală „Simion Mehedinți”

Universitatea din București – Facultatea de Geografie

Prin analize SIG s-a realizat o analiză diacronică a suprafețelor ocupate de vegetație forestieră din Masivul Iezer-Păpușa între anii 2002 și 2015. Pentru anul 2001 s-au folosit datele furnizate de Institutul pentru Cercetări și Amenajări Silvice (ICAS) pentru ocoalele silvice Rucăr, Câmpulung, Berevoiești și Domnești.

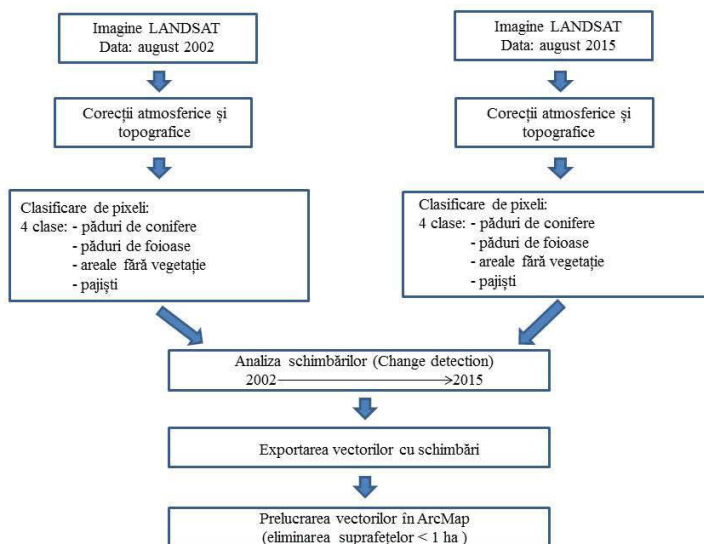


Figura 1. Schema procedurală a lucrării

Amenajamentele silvice conțin informații cu privire la vegetația forestieră a acestui spațiu atât în format tabelar, cât și spațial – hărți ale parcelor silvice la scara 1:20 000. Aceste date au fost prelucrate în sistem SIG prin trecerea lor în format digital. Pentru anul 2012, informațiile au fost extrase prin aceeași metodă din ortofotoplanuri. În paralel s-au folosit și imagini satelitare Landsat care au rezoluție spațială de aproximativ 30 m (28,5 m), imagini care au fost prelucrate folosind soft-ul Envi. Pentru cele două etape vizate s-au realizat clasificări de pixeli folosind algoritmul maximum likelihood, clasele vizate fiind: suprafețe forestiere (foioase și conifere), pajiști și terenuri fără vegetație.



Figura 2. *Imagine 2002*

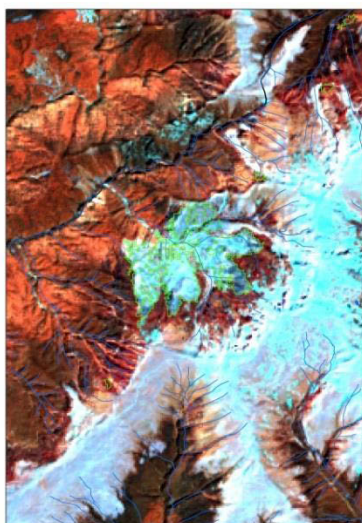


Figura 3. *Imagine 2015*

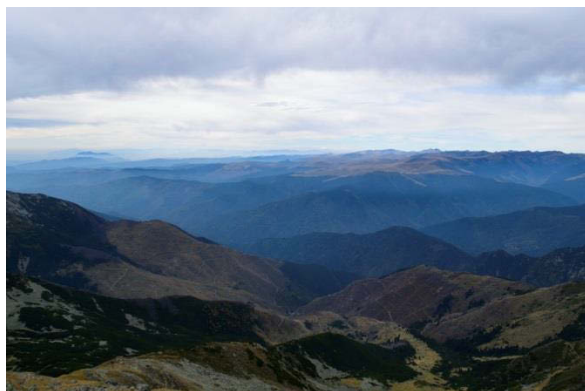


Figura 4. *Fotografie cu despăduriri în ras*

Din anul 2001 până în 2012 numai din bazinul superior al Râului Târgului au dispărut 562 hectare din vegetația forestieră prin exploatare în ras pe suprafețe mai mari de 3 ha. Validarea rezultatelor s-a realizat în urma mai multor campanii de teren (iunie, august, septembrie 2016), prin verificarea a 70 de puncte de control, 90% din aceste puncte indicând un rezultat corect al analizei.



Figura 5. *Imagine 2002*

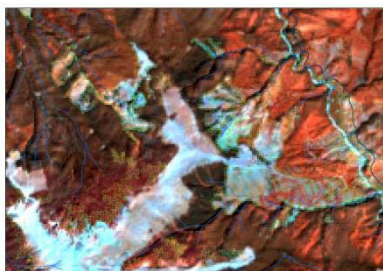


Figura 6. *Imagine 2015*

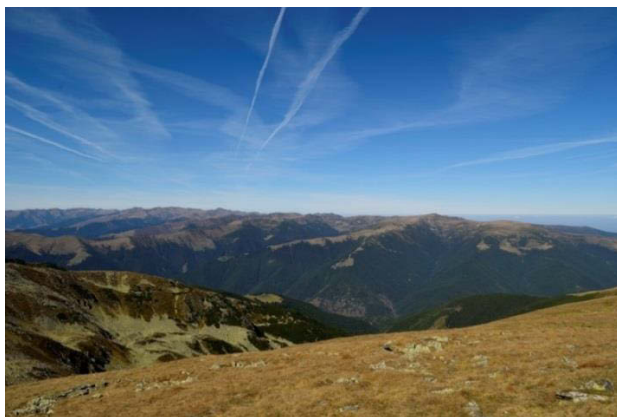


Figura 7. *Fotografie cu despăduriri naturale (doborâturi de vânt)*

Principala cauză a modificărilor de la nivelul vegetației forestiere a fost identificată ca fiind intervenția antropică – supraexploatare forestieră ca urmare a incertitudinii situației juridice a terenurilor sau pentru amenajarea unui domeniu schiabil, proiect care nu a mai fost finanțat și finalizat.

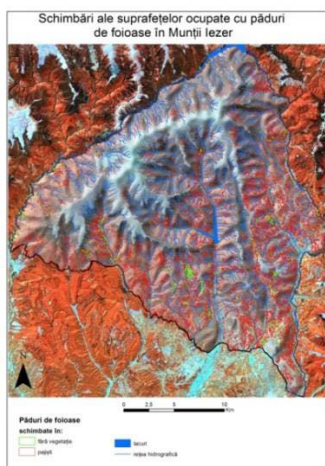


Figura 8. *Modificări ale pădurilor de foioase*

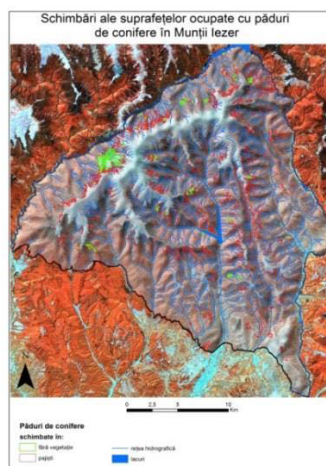


Figura 9. *Modificări ale pădurilor de conifere*

## CARACTERIZAREA FONDULUI IMOBILIAR EXISTENT AL REPUBLICII MOLDOVA, SUPUS PERICOLULUI CUTREMURELOR VRÂNCENE

SERGIU TROIAN

*Institutul de Geologie și Seismologie AȘM*

*Cutremurele Vrâncene ale sec. XX s-au dovedit a fi devastatoare pentru Republica Moldova, rezultând atât în pierderi materiale, cât și pierderi de vieți omenești. Este important însă de realizat faptul că nu cutremurele direct cauzează aceste pierderi, dar clădirile care sunt distruse de evenimentele seismice. Din acest motiv riscul seismic trebuie privit din perspectiva vulnerabilității fondului construit și a elementelor ingineresti din Republica Moldova. Pornind de la aceasta idee constatăm că pentru a putea evalua pagubele posibile, sau poate chiar pentru a evita pierderi umane la următoarele cutremure, este important de a avea o imagine clară privind fondul imobil al Republicii Moldova, cât și vulnerabilitatea lui la acțiuni seismice puternice.*

### **Introducere**

Cutremurul de pământ este hazardul natural care poate cauza pierderi materiale, disfuncții ingineresti, deprecierea valorii unităților imobiliare, întreruperi ale activităților industriale și sociale, dar cel mai important - pierderi de vieți omenești [1]. Riscul seismic depinde de trei factori importanți – hazard, vulnerabilitate și expunere. Dacă hazardul și expunerea sunt factorii care nu pot fi controlați sau modificați, vulnerabilitatea reprezintă elementul care cel mai simplu poate fi influențat de om[2]. Vulnerabilitatea seismică reprezintă capacitatea unei structuri ingineresti să reziste la un potențial seism. Pentru a determina care pot fi urmările unui eventual eveniment seismic, este foarte important ca să fie analizate elementele de risc și evaluată vulnerabilitatea seismică a lor și să fie determinată capacitatea acestora de a funcționa în continuare conform destinației de proiectare inițială. Vulnerabilitatea unei structuri depinde de vârsta acesteia, starea fizică, numărul de evenimente seismice rezistate, materialele și metodele de construcție utilizate, schimbările aduse în timpul perioadei de exploatare etc. Această lucrare reprezintă o primă evaluare a caracteristicilor generale a fondului imobil al Republicii Moldova, cât și primul pas în determinarea vulnerabilității seismice a acestuia.

### **Colectarea și analiza datelor**

În lucrare sunt prezentate date care caracterizează aproximativ întreg fondul imobil al Republicii Moldova. Datele au fost colectate parțial în 2002 de către Departamentul Situații Excepționale al Ministerului Afacerilor Interne. Alte date au fost colectate în perioada 2008 – 2010 de către colaboratorii Institutului de Geologie și Seismologie al AȘM[3]. Datele colectate reprezintă informații despre numărul de clădiri în fiecare localitate a țării, regimul de înălțime a acestora și materialele din care acestea au fost construite. De asemenea, baza de date reflectă și numărul populației fiecărei localități, informație care a fost redactată de către autor cu ajutorul rezultatelor recensământului din 2014 al Biroului Național de Statistică al RM. Aproximativ 70 de localități nu au fost analizate, din cauza că datele despre aceste localități, fie sunt incomplete, fie veridicitatea și corectitudinea lor este echivocă. Datele au fost calculate și sumate pentru cele două municipii – Chișinău și Bălți, și alte 30 de raioane. Lipsesc datele din raioanele Basarabeasca, Cimișlia, Hâncești și teritoriului din stânga Nistrului. Un număr aproximativ de 2,2mln de clădiri a fost investigat, în care găzduiesc și activează 2330000 de cetățeni, ceea ce reprezintă 83,1% din totalul populației. Chiar dacă datele analizate nu sunt complete, cantitatea și tipul acestora permit evaluarea prealabilă a caracteristicilor principale ale fondului imobil al RM.

### **Rezultate și discuții**

Datele colectate pe localități au fost structurizate pe raioane, conform diviziunii teritorial-administrative actuale în RM. Datele au fost sumate, iar procentajele calculate ca medie, omițând localitățile care aveau date incomplete sau eronate. Ulterior datele au fost divizate în date ce reprezintă cele două municipii și restul localităților, cu caracter rural, bazându-se pe ideea că fondul imobil în aceste tipuri diferite de localități trebuie să posede caracteristici diferite. În Fig. 1 este prezentată clasificarea clădirilor după materialele de construcție care le caracterizează. Datele sunt prezentate în procente (cotă parte din numărul total de clădiri din localitatea sau localitățile menționate). Din graficul prezentat se observă că cel mai mare număr de clădiri sunt construite din materiale locale, care de obicei reprezintă amestecuri de argilă, piatră naturală ș.a. Aceste clădiri preponderent au o vârstă înaintată și prezintă structuri de rezistență slabe, ceea ce defăinește o vulnerabilitate seismică sporită. În municipii cota acestor clădiri nu depășește 40%, pe când în zonele rurale cote se situează în zona valorii de 60%. Se observă, de asemenea, un număr redus al clădirilor din lemn și beton armat, atât în municipii, cât și în zonele rurale. Poate fi presupus însă că din 2002 până astăzi numărul construcțiilor din beton

armat a crescut, respectiv și procentul acestora, considerând faptul că acest tip de structură este cel mai răspândit în construcțiile moderne. Dacă comparăm fondul imobil al celor două municipii față de restul localităților din țară, diferențe putem observa la cota parte a clădirilor din cărămidă, care în mare parte reprezintă clădiri joase, construite pentru o familie sau două, echivalentul celor din materiale locale construite în zonele rurale. De asemenea, în zonele urbane mai mare este și numărul clădirilor din panouri mari, clădiri construite în apusul perioadei sovietice, care aveau ca scop susținerea rapidă și comodă a procesului de urbanizare. Aceste clădiri din panouri mari, chiar dacă reprezintă doar 5% din edificiile municipiilor, adăpostesc un număr sporit de locatari, ceea ce le sporește importanța. Dar, tipul construcției și vârsta relativ fragedă, face ca aceste structuri să fie considerate mai puțin vulnerabile seismic.

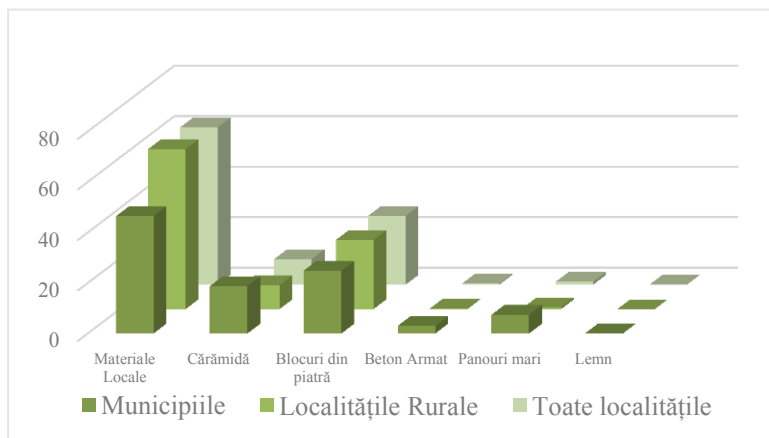


Figura 1 Clasificarea clădirilor după tipul de materiale utilizate.

După regimul de înălțime, zonele municipiilor se deosebesc considerabil de cele rurale, și asta se poate observa în Fig. 2a, b.

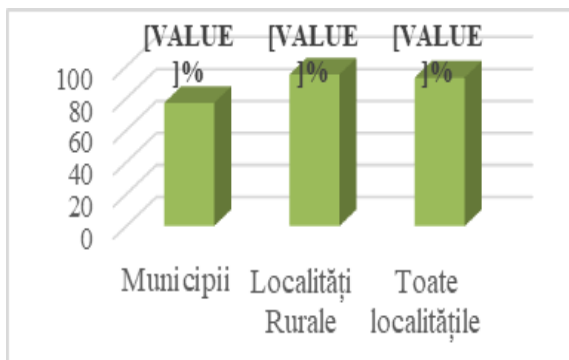


Figura 2a - Cota clădirilor joase (sub 4 nivele)

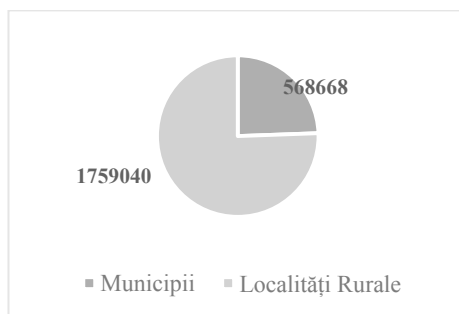


Figura 2b – Raportul populației dintre zonele urbane și rurale

În figură este reprezentată cota parte a clădirilor mai joase de 4 nivele, în procente. Astfel, numărul clădirilor înalte în municipii este de aproximativ 5 ori mai mare decât în zonele rurale, și cu 16% mai mare decât media pe țară. Acest fenomen nu prezintă anomalii, fiind un lucru obișnuit prezența blocurilor înalte în zonele urbane. Constatând faptul că conform Fig. 2b cele două municipii găzduiesc aproximativ un sfert din populația țării, este evidentă importanța analizei fondului imobil în aceste zone, fiind atât de populate, cu un număr sporit de clădiri înalte.

Datele colectate în această lucrare au fost utilizate pentru clasificarea clădirilor din RM după apartenența lor la clasele de vulnerabilitate seismică EMS-98. Scara de clasificare EMS-98 reprezintă 6 clase diferite de vulnerabilitate, care se bazează pe analiza structurii și materialelor folosite la construcția edificiului.



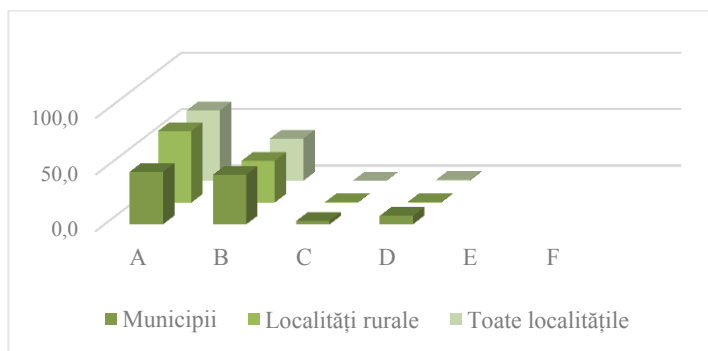


Figura 3 *Apartenența clădirilor din RM la scara EMS-98*

Clasa A reprezintă cele mai vulnerabile edificii, iar clasa F respectiv cele mai puțin vulnerabile. Din Fig. 3 se poate observa că numărul clădirilor RM din clasele mai puțin vulnerabile seismic (C, D, E sau F) este foarte mic, iar clădiri din clasa E și F practic nu există. O analiză mai amplă însă ar putea facilita trecerea unor clădiri din clasa D în clasa E, dacă ar satisface unele condiții specifice de proiectare și de stare curentă, dar pentru asta este nevoie de observații vizuale a fiecărei clădiri în parte. În Fig. 3 însă este reflectat în mediu tabloul stării curente a imobilului din Republica Moldova și capacitatea acestuia de a rezista unui potențial seism.

### **Concluzii și recomandări**

Datele colectate, sistematizate și calculate în această lucrare au menirea să ofere o caracteristică statistică a fondului construit din Republica Moldova și o primă evaluare a vulnerabilității seismice a acestuia. Rezultatele prezentate denotă o anumită stare de alertă față de capacitatea de rezistență a unei părți considerabile a fondului imobil la un potențial cutremur puternic. Astfel, fondul imobil este caracterizat de numeroase clădiri cu o vârstă înaintată, construite din materiale locale nesigure, fără careva considerente antisismice. De asemenea a fost evaluată corespunderea fondului imobil la scara EMS – 98, care caracterizează vulnerabilitatea clădirilor după tipul construcției și materialele utilizate, și această evaluare demonstrează că marea majoritate a edificiilor din Moldova se găsesc în două, cele mai vulnerabile clase.

Rezultatele pot sta la baza unei analize mai ample a fondului construit al Republicii Moldova, și ulterior la determinarea riscului seismic în cazul unui potențial cutremur, un lucru atât de necesar de evaluat pentru a putea prognoza și evita în același timp numeroase pierderi economice și de vieți omenești.

**Bibliografie:**

1. L. R. Jordanovski, M. I. Todorovska M. D. Trifunac. Total loss in a building exposed to earthquake hazard, Part I: theory and Part II: hypothetical example. (eng), European Earthquake Engineering. 1993.
2. S. Troian. Analiza metodelor existente de evaluare a vulnerabilității seismice. Buletinul Institutului de Geologie și Seismologie. Vol. 2. 2016.
3. S. Troian. Vulnerabilitatea seismică a clădirilor din orașul Chișinău. Conferința științifică „Tendințe contemporane ale dezvoltării științei: viziuni ale tinerilor cercetători”. Ediția a V-a. 2016.