

ISSN 1814-3237

UNIVERSITATEA DE STAT DIN MOLDOVA

STUDIA UNIVERSITATIS

Revistă științifică

SERIA

Științe reale
și ale
naturii

- Biologie
- Chimie

Fondată în anul 2007

Chișinău
CEP USM

Nr.6(46)
2011

Articolele ce formează prezentul număr al Revistei au fost recomandate de subdiviziunile didactico-științifice primare ale USM și consiliile științifice ale instituțiilor în cadrul cărora activează autorii, recenzate de specialiști în domeniu și aprobate spre publicare de către Senatul USM (proces-verbal nr. nr.6 din 27 decembrie 2011).

Adresa redacției:
str. A.Mateevici, 60
MD 2009, Chișinău, Republica Moldova
Tel. (37322) 577414; 577442; FAX (37322) 577440
e-mail: lgorceac@usm.md
www.usm.md

© Universitatea de Stat din Moldova,
2011

Redactor-șef

Mihail REVENCO, profesor universitar, doctor habilitat

Colegiul de redacție

Teodor FURDUI, profesor universitar, academician

Ion TODERAȘ, profesor universitar, academician

Aurelia CRIVOI, profesor universitar, doctor habilitat

Victor ȘALARU, profesor universitar, doctor habilitat

Mihail LEȘANU, conferențiar universitar, doctor

Mihail COȘCODAN, profesor universitar, doctor

Vasile CIOBANU, profesor universitar, doctor

Aurelian GULEA, profesor universitar, membru corespondent al AȘM

Vasile GUȚANU, profesor universitar, doctor habilitat

Valentin BOBEICA, conferențiar universitar, doctor habilitat

Galina DRAGALINA, conferențiar universitar, doctor

Maria GONȚA, conferențiar universitar, doctor habilitat

Alexandru CECAL, profesor universitar, doctor (Universitatea „Al.I. Cuza” din Iași, România)

Coordonatori

Leonid GORCEAC, conferențiar universitar, doctor

Raisa CREȚU

Lilia CEBAN

Redactori literari

Ariadna STRUNGARU (limba română)

Valentina MLADINA (limba rusă)

Dumitru MELENCIUC, conferențiar universitar, doctor (limba engleză)

Anatol LENȚA, conferențiar universitar, doctor (limba franceză)

Asistență computerizată

Ludmila REȘETNIC

Alina LÎȘÎ

Viorel MORARU

ÎNDRUMAR PENTRU AUTORI

Articolele prezentate vor reflecta realizările științifice obținute în ultimii ani în cadrul catedrelor, centrelor și laboratoarelor de cercetări științifice ale USM, a instituțiilor științifice din afara USM și în colaborare cu acestea.

Articolele trebuie să fie însoțite de rezumate: în limba franceză sau engleză – pentru articolele scrise în limba română; în limbile română și engleză sau franceză – pentru articolele scrise în limba rusă; în limba română – pentru articolele scrise în alte limbi.

O persoană poate fi autor sau coautor la un singur articol în cadrul fiecărui număr al revistei.

Articolul (până la 15 pagini) trebuie scris clar, succint, fără corectări și să conțină data prezentării. Materialul cules la calculator în editorul *Word* se prezintă pe dischetă împreună cu un exemplar imprimat (cu contrast bun), semnat de toți autorii. Pentru relații suplimentare se indică telefoanele de la serviciu și domiciliu ale unuia din autori.

Articolele se vor prezenta cu cel puțin 30 de zile înainte de luna în care va fi scos de sub tipar volumul, în blocul 2 (Anexă) al USM, biroul 21: Raisa Crețu, șef. secție, DCI (tel.57.74.42), sau Lilia Ceban, specialist coord., DCI (tel.57.74.40).

Structura articolului:

TITLUL (se culege cu majuscule).

Prenumele și NUMELE autorilor (complet);

Afilierea (catedra sau LCȘ – pentru colaboratorii universității, instituția – pentru autorii sau coautorii din afara USM).

Rezumatele (până la 200 de cuvinte).

Textul articolului (la 1,5 interval, corp – 12, încadrat în limitele 160×260 mm²).

Referințe

Figurile, fotografiile și tabelele se plasează nemijlocit după referința respectivă în text sau, dacă autorii nu dispun de mijloace tehnice necesare, pe foi aparte, indicându-se locul plasării lor în text. În acest caz, desenele se execută în tuș, cu acuratețe, pe hârtie albă sau hârtie de calc; parametrii acestora nu vor depăși mai mult de două ori dimensiunile lor reale în text și nici nu vor fi mai mici decât acestea; fotografiile trebuie să fie de bună calitate.

Sub figură sau fotografie se indică numărul de ordine și legenda respectivă.

Tabelele se numerotează și trebuie să fie însoțite de titlu.

În text referințele se numerotează prin cifre încadrate în paranteze pătrate (de exemplu: [2], [5-8]) și se prezintă la sfârșitul articolului într-o listă aparte în ordinea apariției lor în text. Referințele se prezintă în modul următor:

a) articole în reviste și în culegeri de articole: numele autorilor, titlul articolului, denumirea revistei (culegerii) cu abrevierile acceptate, anul ediției, volumul, numărul, paginile de început și sfârșit (ex.: Zakharov A., Müntz K. Seed legumanis are expressed in Stamens and vegetative legumains in seeds of *Nicotiana tabacum* L. // J. Exp. Bot, 2004, vol.55, p.1593-1595);

b) cărțile: numele autorilor, denumirea completă a cărții, locul editării, anul editării, numărul total de pagini (ex.: Смирнова О.В. Структура травяного покрова широколистных лесов. - Москва: Наука, 1987.);

c) referințele la brevete (adeverințe de autor): în afară de autori, denumire și număr se indică și denumirea, anul și numărul Buletinului de invenții în care a fost publicat brevetul (ex.: Popescu I. Procedeu de obținere a sorbentului mineral pe bază de carbon / Brevet de invenție nr.588 (MD). Publ. BOPI, 1996, nr.7);

d) în cazul tezelor de doctorat, referințele se dau la autoreferat, nu la teză (ex.: Karsten Kling. Influența instituțiilor statale asupra sistemelor de ocrotire a sănătății / Autoreferat al tezei de doctor în științe politice. - Chișinău, 1998.)

Lista referințelor trebuie să se încadreze în limite rezonabile.

Nu se acceptă referințe la lucrările care nu au ieșit încă de sub tipar.

Articolele prezentate fără respectarea stilului și a normelor gramaticale, a cerințelor expuse anterior, precum și cu întârziere vor fi respinse.

O RETROSPECTIVĂ ASUPRA LABILITĂȚII INTELECTUALE LA ELEVI**Lidia COJOCARI, Aurelia CRIVOI***LCȘ „Ecofizologie Umană și Animală”*

The uneven development has been estimated between psychological characteristics assessed. At 63,25% of children included in the investigation attention, memory, the degree of externalization of the uneven character intelligence showed that both dominant presence and operational implications for girls, as well as boys. 11,63% of girls have externalize a high intellectual lability ($3,5\pm 1,41$ units), 27,91% of girls have estimated an average of $7,2\pm 1,61$ intellectual lability units, which show good skills redistribution of attention, an easy transition from one activity to another without mistakes.

Omul „consumă” aproximativ o treime din viață pentru a deveni matur. El se maturizează biologic și psihologic, obținând un fundament al educației. Scopul educațional constă în formarea unei personalități complete, armonioase, flexibile evenimentelor vieții.

Sistemul educațional actual necesită o trecere de la educația propriu-zisă informativă la cea formativă. Educația tradițională nu mai satisface necesitățile actuale, de aceea se cere o altă educație – dinamică, formativă, legată de schimbarea sistemului. Sistemul tradițional se axa pe conținuturi; actualmente, informația e însoțită de accelerarea uzării prin salturi de noutăți. Nu se mai poate pune accent pe conținuturi, pe informații. Omul are nevoie de repere concrete.

Astăzi instituțiile instructiv-educative trebuie să educe nu doar persoane creative, multilateral dezvoltate, dar și persoane labile, care să se orienteze în condițiile mereu schimbătoare [1]. Un individ format bine va poseda tehnicile și strategiile de orientare în lumea culturii, va reuși să se informeze corect folosind informația stocată în biblioteci, arhive, computatoare etc.

Modificarea sistemului de instruire în instituțiile preuniversitare a mărit influența multor factori asupra capacității de muncă și stării de sănătate a elevilor. Pe parcursul anului de studii capacitatea de muncă a elevilor se modifică sub influența multiplilor factori: sarcina școlară, calitatea predării, capacitățile individuale ale copiilor, organizarea regimului școlar, alternarea muncii cu odihna, durata somnului, organizarea alimentației etc. O mare influență asupra capacității de muncă intelectuală exercită starea activității sistemului nervos central, îndeosebi excitația emoțională. O lecție saturată emoțional activează atenția, este mai puțin obositoare, chiar dacă materialul este mai dificil. Emoțiile pozitive sunt unul dintre mijloacele fiziologice de sporire a capacității de muncă a creierului [2,3].

Studierea potențialului intelectual al copiilor este un component al complexului de studiere a organismului uman. Evaluarea labilității intelectuale are o mare importanță în diagnosticarea, corecția, prognozarea dezvoltării psihofiziologice a indivizilor.

Inteligența este o problemă insuficient studiată, cu toate că nivelul ei determină succesul și insuccesul personalității în societate. Deși cele dintâi investigații au fost întreprinse încă la începutul primului deceniu al sec.XX, totuși la momentul actual fondul surselor științifice nu dispune de studii de estimare a exteriorizării inteligențe.

Actualitatea evaluării labilității intelectuale, a gradului de inteligență este incontestabilă, deoarece, după cum se știe, dezvoltarea legilor naturii și ale societății, crearea valorilor materiale și culturale, progresul tehnic și social se bazează, în primul rând, pe volumul de cunoștințe acumulat, pe motivații și conduită care și determină acest proces psihosocial. Odată cu dezvoltarea științei, tehnicii și culturii, modificarea condițiilor de trai, necesitatea cercetării legităților de formare și manifestare a inteligenței în scopul soluționării problemelor, din ce în ce mai complexe, cu care se ocupă societatea, este în creștere. Toate acestea atestă intensificarea interesului specialiștilor din diverse ramuri ale științei: psihologie, pedagogie, fiziologie, sociologie, medicină etc.

Analiza literaturii [4,5] relevă, pe de o parte, importanța studierii formării și exteriorizării, perfecționării metodelor, problemelor și procedurilor de diagnosticare a inteligenței; pe de altă parte – lipsa unei opinii unanim acceptate referitoare la rolul factorilor genetici, fiziologici și ai mediului ambiant în evaluarea inteligenței.

În activitatea medicală, pedagogică, ce ține de selecția și de orientarea profesională în țările economic dezvoltate, ca Anglia, SUA, Germania, Franța, Japonia, se utilizează pe larg determinarea capacităților generale

și a gradului de dotare intelectuală, pe când în Moldova, din cauza conștientizării slabe a necesității de diagnosticare a aptitudinilor elevilor, studenților, nu s-au efectuat investigații speciale, deși au fost întreprinse unele studii de estimare a exteriorizării unor componente ale inteligenței [6].

Particularitatea principală a activității intelectuale este capacitatea crescândă a elevilor de a gândi abstract, schimbarea treptată a corelației dintre gândirea concret-imaginativă și cea abstractă [7]. Componentele intuitive ale gândirii nu dispar, ci se păstrează și se dezvoltă, continuând să aibă un rol important în structura generală a gândirii.

Studierea maturizării și a labilității intelectuale la elevi este determinată de dezvoltarea legilor naturii și ale societății.

Studiul a fost efectuat în cadrul unui lot de 85 elevi în vârstă de 12-16 de la Liceul Teoretic „Mihai Eminescu, mun. Cahul, și de la Liceul Teoretic „Romanești”. Pentru determinarea maturizării intelectuale am aplicat testul propus de F. Goodenough, labilitatea intelectuală a fost determinată după R. Rimskii și R. Rimskaiia (2006) [8].

Evaluând gradul de maturizare intelectuală la băieți din cele zece clustere, după F. Goodenough, s-au evidențiat cinci clustere, cel mai reprezentativ fiind clusterul VII – mediu, ce a inclus 69,05% din ei, la care coeficientul de inteligență a fost de $99,06 \pm 7,57$ unități; clusterul VIII – normal superior, într-o componentă de 14,29% cu coeficientul inteligenței de $116,00 \pm 3,22$ unități. Clusterelor VI și IX au inclus câte 7,14% din cei investigați într-o componentă procentuală identică, dar nominală diferită. Pentru clusterul VI – normal inferior, coeficientul de inteligență a fost de $85,00 \pm 4,35$ unități, ceea ce estimează că procesele cognitive sunt diminuate. Copiii care au exteriorizat un coeficient al inteligenței de $124,00 \pm 3,60$ unități (clusterul IX – superior) posedă capacități de asimilare și reactualizare a informației. La ei procesele de gândire se bazează preponderent pe procesele de analiză; aceștia deliberează, examinează sistematic și procedează prin analiză, adică posedă spirit analitic. Cel mai puțin reprezentativ s-a dovedit a fi clusterul IV – deficiență mintală ușoară, cu o componentă de 2,38% și coeficientul de inteligență de $55,00 \pm 0,8$ unități, ceea ce atestă la ei retard mintal. La acești băieți funcționarea intelectuală generală se află sub nivelul mediu și se asociază cu o deficiență a comportamentului adaptativ. Considerăm că deficiența mintală la acești elevi este de ordin secundar, determinată de factori exteriori din mediu.

La fete, spre deosebire de băieți, nu s-a exteriorizat clusterul IV – deficiență mintală ușoară, însă a apărut clusterul X – excelent, ce atestă un grad de intelectualitate cu capacități deosebite, într-o componentă de 9,30% cu coeficientul de inteligență de $130,50 \pm 0,57$ unități.

Prin urmare, analizând rezultatele distribuirii elevilor după gradul de inteligență la fete și băieți de vârstă școlară s-a constatat: cel mai reprezentativ cluster, atât la fete, cât și băieți, este clusterul VII – mediu, însă la băieți componenta procentuală este cu 23,24% mai reprezentativ decât la fete. Copiii din clusterul mediu exteriorizează o stabilitate a activității intelectuale, o exprimare în substantive concrete, nu lipsește intuiția relațiilor dintre lucruri. Clusterul VIII – normal superior, a inclus o componentă procentuală mai mare la băieți decât la fete, însă nesemnificativă (2,96%). Clusterul IX – superior, a atestat o componentă procentuală mai mare la fete cu 9,14% față de băieți, iar clusterul VI – normal inferior, aproximativ cu același nivel procentual (fete – 6,98%, băieți – 7,14%). Un grad de inteligență cu deficiență mintală ușoară (clusterul IV) s-a înregistrat doar la băieți, iar la fete s-a estimat clusterul X, care reflectă un grad de inteligență excelent (componenta 9,3%). În general, toți elevii, indiferent de performanțele intelectuale exteriorizate și clusterizarea lor, au estimat o dezvoltare mintală conform vârstei lor, cu excepția băieților din clusterul IV – deficiență mintală ușoară.

Analiza individuală și calitativă a răspunsurilor la probele testului în dependență de modul de gândire, soluționare a itemilor propuși a decelat diferențe între desenul fetelor și cel al băieților. 73,80% (31) băieți și 90,69% (39) din fete au reprezentat propriul sex. În timp ce băieții puneau accent pe mișcare și dinamism, fetele au acordat o importanță detaliilor (accesorii, imaginile mai viu colorate etc.).

În concordanță cu opinia unor psihologi [1, 5, 9], considerăm că nu există un tip inferior și altul superior, ci fiecare tip de inteligență este singurul potrivit pentru a produce anumite rezultate.

Potențialul intelectual al elevilor este determinat într-un anumit mod de procesele memorative, de atenție, de aceea este important a cunoaște particularitățile lor. Pentru evaluarea capacităților de memorare s-a aplicat metoda pictogramei, ce permite cercetarea memoriei indirecte, carte este un produs și o condiție a înfăptuirii acțiunilor practice și cognitive [10], iar pentru evaluarea atenției – proba „Praga”.

Studiind rezultatele testului ce reflectă atenția, s-a estimat distribuirea băieților în trei clustere și a fetelor în cinci (Fig.1). S-a constatat că fetele posedă un grad mai înalt al atenției, confirmat prin prezența clusterelor V – excelent și IV – superior. Clusterul III – normal superior, s-a înregistrat mai reprezentativ la băieți

(cu 0,56% mai înalt decât la fete). Clusterul II – mediu, cel mai reprezentativ s-a înregistrat de asemenea la fete, iar pentru băieți cel mai reprezentativ s-a manifestat clusterul I – normal inferior, care a estimat o componență procentuală mai mare cu 21,99% în comparație cu fetele. Ei trebuie să-și dezvolte atenția.

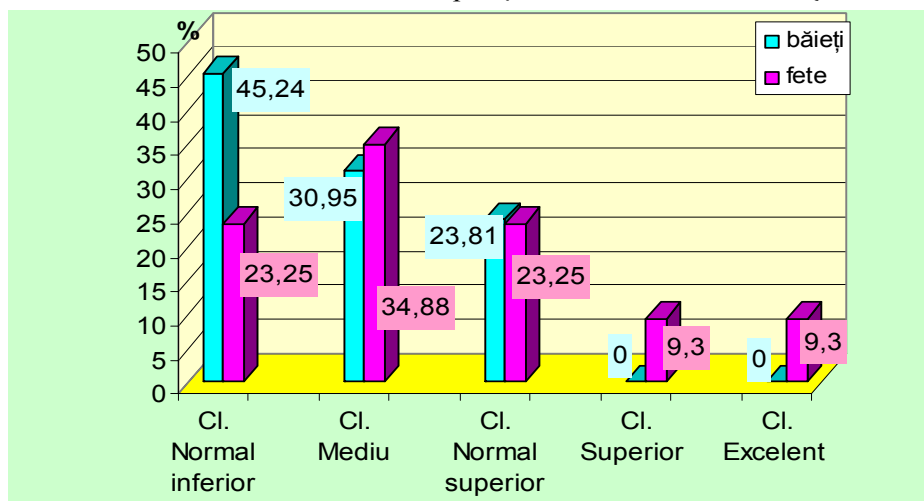


Fig.1. Distribuția procentuală a elevilor conform exteriorizării atenției.

19,05% din băieți și 25,58% din fete au exteriorizat o diminuare a capacităților memorative. Deși acești elevi posedă o memorie slabă, ei păstrează posibilitățile logice de legătură a materialului. La 80,95% din băieți și la 74,42% din fete s-a constatat o capacitate de memorare puternică și eficientă. Nu s-a estimat o careva dependență de gen a proceselor de memorare. Ea depinde de motivația subiectului, particularitățile individuale, prelucrarea logică a informației, de voință, intenția de a memoriza, de interacțiunea între pricepere.

Un alt scop al studiului nostru a fost evaluarea gradului labilității intelectuale, care reflectă abilitatea unui individ de a trece de la o activitate la alta. La băieți din cele patru clustere s-au evidențiat doar două. Cel mai puțin reprezentativ s-a evidențiat clusterul III – labilitate submedie (45,24% din băieți), la care coeficientul labilității intelectuale a fost de $11,8 \pm 2,19$ unități. Clusterul IV inferior a inclus 54,57% din elevi care au comis peste 15 greșeli. Ei au exteriorizat un coeficient al labilității intelectuale de $15,83 \pm 1,63$ unități. Pentru ei este caracteristică o stare anxioasă care se răsfrânge asupra performanțelor intelectuale.

La fete, spre deosebire de băieți, s-au evidențiat patru clustere (Fig.2). Clusterele III și IV au inclus câte 30,23% din fete, dar într-o componență nominală diferită. Ele au comis între 10 și 15 greșeli, ceea ce estimează o diminuare a proceselor cognitive și o plasticitate lentă la nivelul centrilor nervoși. 39,54% din fete au exteriorizat labilitate intelectuală înaltă și medie, care atestă la ele capacități bune de învățare, memorare.

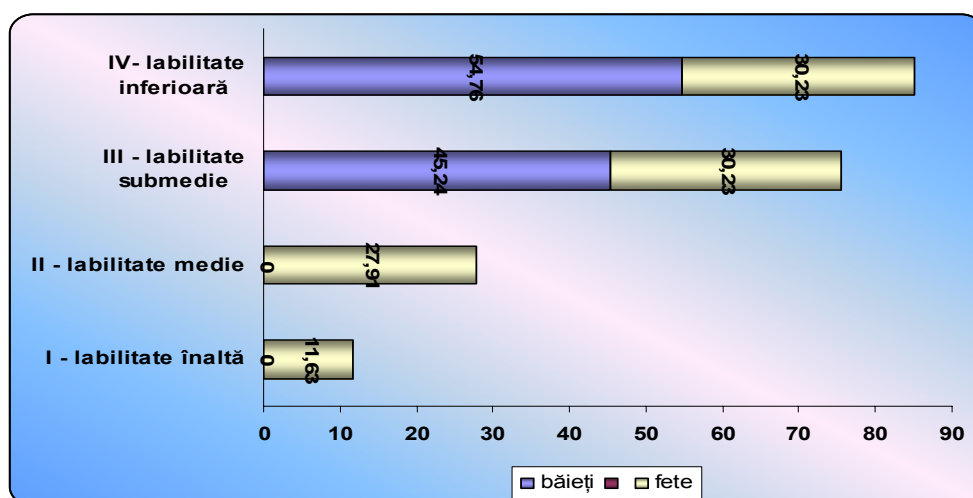


Fig.2. Labilitatea intelectuală.

Performanțele intelectuale, labilitatea intelectuală în decursul vieții este neliniară, complexă, caracterizată printr-un decalaj transversal sau vertical, adică de dezvoltare inegală între diferite caracteristici psihice. La 63,25% din copiii incluși în investigații atenția, memoria, gradul de exteriorizare a inteligenței au manifestat un caracter inegal ca prezență și implicație operativă, dominantă atât la fete, cât și la băieți. 11,63% din fete au exteriorizat o labilitate intelectuală înaltă ($3,5 \pm 1,41$ unități); 27,91% din fete – o labilitate intelectuală medie ($7,2 \pm 1,61$ unități), ceea ce denotă capacitate de redistribuire a atenției, o trecere ușoară de la o activitate la alta fără a comite greșeli.

Prin urmare, pentru oportunitatea corectă a procesului de instruire în instituțiile de învățământ preuniversitare este important nu doar a forma calități pozitive cognitive, dar și a crea condiții pentru manifestarea lor, pentru a forma treptat un stil suficient de productiv de activitate intelectuală, a educa o generație cu un grad înalt de maturizare și labilitate intelectuală.

Referințe:

1. Хлестова Е.Д. Вопросы практического психолога современной школы // Наука и школа, 2006, №5, с.40-43.
2. Crivoi A., Cojocari L., Bacalov Iu. Probleme actuale de fiziologie a activității nervoase superioare. - Chișinău: CEP USM, 2007.
3. Croitoru C., Ostrofeț Gh., Tihon A. Aprecierea capacității de muncă intelectuală a elevilor ce utilizează calculatorul în procesul de instruire. - În: Bioetica, Filosofia, Economia și Medicina în strategia de asigurare a securității umane. Materialele Conferinței a XI-a Științifice Internaționale. - Chișinău, 2006, p.186-189.
4. Недоспасов В.О. Физиология высшей нервной деятельности и сенсорных систем: Учебное пособие. - Москва: УМК «Психология», 2006.
5. Чораян И.О. Онтогенетические аспекты совершенствования интеллектуальной деятельности // Психологический журнал, 2003, Т.24, №3, с.45-55.
6. Prițcan V. Fundamentele psihologice de cultivare a creativității prin intermediul subcompetenței curriculare „conținuturi”: Autoreferat al tezei de doctor în psihologie. - Chișinău, 1998.
7. Zlate M. Psihologia mecanismelor cognitive. - Iași: Polirom, 2000, p.192-323.
8. Римская Р., Римский С. Практическая психология в тестах. - Москва: АСТ-ПРЕСС КНИГА, 2006.
9. Radu N. Psihologia vârștelor. Adolescența: schiță de psihologie istorică. - București: Fundația „România de mâine”, 1995, p.77-82.
10. Melnic B., Crivoi A. Compendiu de lucrări practice la fiziologia omului și a animalelor. - Chișinău: Lumina, 1991.

Prezentat la 25.09.2011

MONITORIZAREA ACTIVITĂȚII BIOELECTRICE A ENCEFALULUI LA STUDENȚI ÎN CADRUL ACTIVITĂȚII INTELLECTUALE

Lidia COJOCARI

LCS „Ecofiziologie Umană și Animală”

Nature, duration and degree of brain bioelectrical reactivity during a tense intellectual activity (during the session, considered a emotional stress) as the control group and representatives of large individual differences and experimental aims depend on the functional reserves.

Omul contemporan este supus unei suprasolicitări psihoemoționale, acțiunii permanente a factorilor mediului înconjurător. El trăiește într-un mediu poluat informațional. De aceea, problema studierii stresului și justificarea analizei multilaterale a acestui concept rămâne una dintre problemele actuale ale mileniului III [1].

Actualmente, în legătură cu accelerarea progresului tehnico-științific, precum și a tempoului de viață, s-a majorat esențial numărul de factori stresogeni acuți și cronici, care influențează negativ asupra organismului uman, provocând dereglări morfofuncționale ale unor sau altor organe și sisteme și diminuând în general funcțiile lor. Potrivit datelor din literatura de specialitate, diminuarea funcției organului, a sistemului de organe este un fenomen predecesor al degradării biologice, fiziologice, psihice premature ce influențează evident asupra potențialului vital al organismului [2].

În condițiile actuale ale perioadei de tranziție menținerea sănătății organismului e de mare importanță. Este cunoscut că sănătatea depinde: de modul de viață – 50%, de ereditate – 20-25%. Aceste cifre indică rolul decisiv al factorilor sociali, economici, ecologici, cognitivi-educativi [3].

Odată cu dezvoltarea civilizației, numărul factorilor stresorici crește. Această problemă este foarte actuală în pedagogie. În cadrul procesului de studii studenții sunt supuși solicitărilor psihoemoționale, determinate de specificul activității intelectuale. Reușita adaptării organismului în aceste condiții este în dependență de diapazonul posibilităților adaptative și compensatorii, precum și de nivelul rezervelor funcționale ale organismului [1, 4-6]. Toate acestea determină una dintre sarcinile psihofiziologilor, pedagogilor – depistarea stres-factorilor actuali. E mult mai ușor a preveni stresul decât a-l exclude. Ca factori de profilaxie a stresului la copii, adolescenți, studenți se impun îmbinarea reușită a muncii intelectuale și fizice cu odihna, starea psihoemotivă pozitivă în familie etc.

În cazul acțiunii factorilor stresorici e deosebit de important gradul de implicare a reacțiilor fiziologice de protecție a organismului pentru a exclude lezarea organelor, a țesuturilor și apariția patologiilor.

Dinamica progresului tehnico-științific necesită o percepere sporită, amplă din partea studenților instituțiilor de învățământ superior, memorarea și însușirea creatoare a unui volum imens de informație. Procedeele multiintermediare de prezentare a informației, programele interactive de studii, noile mijloace tehnologice permit intensificarea acestui proces. În același timp, acest progres se răsfrânge negativ asupra statutului psihofiziologic al studenților. Acest progres înaintază noi probleme ergonomice pentru aprecierea „valorii psihofiziologice” în condițiile noi de activitate a studenților.

Una dintre cele mai informative metode de pronosticare a proceselor adaptative ale organismului uman la influența factorilor stresogeni este înregistrarea activității bioelectrice a encefalului (EEG).

În acest context, ne-am propus să monitorizăm reactivitatea activității bioelectrice a encefalului la studenți în cadrul activității intelectuale.

Studiul a fost efectuat în cadrul Universității de Stat din Tiraspol. În scopul elucidării manifestării unor parametri fiziologici la studenți, investigațiile au fost explorate în condiții obișnuite de activitate, considerate relativ confortogene și în perioada sesiunii – considerată ca stresogenă sau stres emoțional (S_1 – perioada sesiunii de iarnă la anul I de studii; S_2 – perioada sesiunii de iarnă la anul II de studii).

S-a înregistrat electroencefalograma. Ținându-se cont de faptul că răspunsurile emoționale sunt într-o corelație mai strânsă cu funcția lobilor frontali, iar detectarea emoțiilor – cu lobul parietal drept [7,8], pentru analiză au fost propuse derivațiile F3, F4, C1, C2, P1, P2, O1 și O2 amplasate de o parte și de alta a liniei mediane rolandice. Pentru a evidenția rezervele energetice și adaptative ale organismului, s-a aplicat principiul efectului placebo.

În scopul unei estimări obiective a proceselor adaptative la studenți și a rezervelor funcționale ale organismului, am convenit să divizăm studenții incluși în investigații în două loturi: lotul I – lotul martor și lotul II – experimental, supuși efectului placebo. În calitate de indici ai electroencefalogramelor au fost analizate amplitudinea și frecvența ritmurilor de bază.

Rezultatele investigațiilor în condiții obișnuite de activitate denotă la 67% studenți dominarea ritmului alfa, caracteristic pentru majoritatea oamenilor sănătoși, ce corespunde datelor din literatura de specialitate [9,10] și la 33% – ritmul alfa manifestă o amplitudine mică ce variază între 4,07-15,99 mcV (subvoltat), frecvența oscilând la toți subiecții între 9-10 c/sec. Ritmul theta, generat de formațiunile subcorticale, s-a înregistrat sub formă de unde izolate și asincronice pe toate derivațiile analizate cu amplitudinea cuprinsă între 6,49-27,46 mcV și frecvență medie de 5 c/sec. Ritmurile beta 1 și beta 2 de o frecvență înaltă s-au înregistrat cu o amplitudine medie pentru toți indivizii – de $23,17 \pm 1,22$ mcV.

În perioada susținerii examenelor, considerate stres emoțional, s-au constatat modificări ale activității bioelectrice a encefalului. Variațiile celor mai reactive ritmuri ale EEG la studenți în timpul stresului emoțional poartă un caracter specific. Fiecare ritm se manifestă specific la studenți în timpul sesiunii în comparație cu condițiile relativ confortogene. În condițiile stresului emoțional în perioada sesiunii la toți studenții s-a înregistrat o reactivitate variată a ritmului alfa în diferite zone ale encefalului ca răspuns la intensificarea activității psihice, încordării atenției, memoriei, anxietății.

Analiza înregistrărilor EEG la studenții lotului I – martor a relevat: la 56% depresia amplitudinii ritmului alfa la anul I de studii, dintre care la 11% din studenți (nr.4) – o diminuare neesențială cu doar 1,67 mcV; la ceilalți s-a înregistrat creșterea amplitudinii undelor alfa. La anul II de studii la acești studenți s-au constatat modificări destul de variate ale ritmului alfa în comparație cu cele de la anul I: la 44% – depresia undelor ritmului alfa cu 39,47% față de cele înregistrate la anul I; la ceilalți s-a observat o creștere a amplitudinii ritmului alfa în comparație cu condițiile confortogene de activitate, precum și cu cele depistate la anul I, frecvența oscilând în ambele cazuri ale stresului emoțional între 9,79-10,77 c/sec.

La studenții lotului II – experimental s-au observat modificări ale ritmului alfa, de asemenea variate. La anul I de studii, la 56% din studenți s-a relevat sporirea amplitudinii undelor ritmului alfa cu 18,36% comparativ cu condițiile relativ confortogene; la 44% s-a observat diminuarea amplitudinii undelor ritmului alfa cu 27,17%, comparativ cu condițiile obișnuite de activitate. La anul II de studii la acești studenți am constatat o manifestare relativ stabilă a undelor ritmului alfa, comparativ cu cele două situații anterioare, variind între ele cu 3-4 mcV la majoritatea din ei; la 33% din studenți variațiile undelor alfa au fost în sensul diminuării lor cu 19,91% la anul I în raport cu condițiile obișnuite de activitate și cu 28,85% comparativ cu condițiile similare de la anul I. Frecvența ritmului alfa a oscilat între 9,67-10,62 c/sec la anul I de studii în condiții stresogene, iar la anul II doar la 33% din studenți s-a înregistrat frecvență accelerată – de 10,5 c/sec și mai mult.

Reactivitatea variată a ritmului alfa atât în cadrul lotului I – martor, cât și al lotului II – experimental în condiții obișnuite de activitate și în timpul stresului emoțional este determinată, probabil, de particularitățile individuale tipologice ale studenților relatate și în datele literaturii [11-13]. Însă, reacția de activare a ritmului alfa la studenții lotului II – experimental este mai atenuată față de a celor din lotul martor. Aceasta se explică prin intensificarea mecanismelor de adaptare ce determină potențialul sanogen al organismului cunoscute ca rezultat al efectului placebo [14]. Veridicitatea diferențelor dintre confort, stres I și stres II pentru acest ritm este înaltă pentru toate cazurile – de $p < 0,001$; coeficientul de corelare, respectiv: $r = 0,875$; $r = 0,892$; $r = 0,67$.

În favoarea reactivității bioelectrice a encefalului la acțiunea factorilor stresogeni sunt aduse date de „stres ritmul”, numit și theta ritm. Undele ritmului theta, caracteristice mai mult pentru copii, iar la adulți pentru starea de somn, au fost detectate la studenți și în condiții relativ confortogene, deoarece activitatea zilnică a studenților este însoțită de o încordare intelectuală.

În timpul stresului emoțional la anul I de studii la studenții lotului martor am constatat: creșterea amplitudinii undelor ritmului theta la 67% din studenți; la 33% din ei s-a constatat o diminuare neesențială a amplitudinii cu 1,47 mcV, comparativ cu condițiile relativ confortogene. La anul II de studii în timpul sesiunii s-a constatat de asemenea creșterea amplitudinii undelor ritmului theta – la 67%, însă într-o componentă nominală diferită; la 33% studenți – o diminuare neînsemnată. Reactivitatea diminuată a ritmului theta la studenții din acest lot se explică printr-un statut psihoemoțional stabil pe parcursul anilor de studii, determinat, probabil, de activitatea sistematică și succesele reușitei lor. Oscilațiile amplitudinii, frecvenței undelor acestui ritm în aceleași limite în reacțiile de răspuns la acțiunea factorilor stresogeni, la anul I, II de studii, sunt determinate de evaluarea mecanismelor de adaptare la aceste etape ale procesului de instruire.

Analiza ritmului theta la reprezentanții lotului II – experimental denotă sporirea amplitudinii undelor ritmului la 44% din studenți în perioada sesiunii, atât la anul I, cât și la anul II de studii, însă într-o componentă nominală diferită. La ceilalți s-a constatat diminuarea amplitudinii acestui ritm la anul I de studii în comparație cu condițiile relativ confortogene doar cu 8,9% și, respectiv, la anul II de studii – o diminuare neînsemnată. Lipsa unei reactivități a undelor theta, caracteristice stărilor emoționale, la studenții din acest lot experimental se explică, probabil, prin acțiunea efectului placebo asupra proceselor adaptative ale organismului, ce sunt similare cu efectul preparatelor farmacologice neuroleptice, manifestate prin stingerea reacției de activare la stimuli externi. Veridicitatea diferențelor dintre condițiile obișnuite de activitate normă și stres I, stres II pentru aceste loturi alcătuiește, respectiv: $p < 0,05$; $p < 0,001$; $p < 0,001$; coeficientul de corelare: $r = 0,66$; $r = 0,82$; $r = 0,78$.

Modificările activității bioelectrice a unui alt ritm lent – delta în timpul stresului în comparație cu condițiile relativ confortogene își are specificul său. Activitatea ritmului delta la studenții lotului martor atestă, în cazul stresului la anul I de studii, o tendință spre creșterea amplitudinii la 44% din studenți – cu 32,55%, la ceilalți se remarcă tendința spre diminuarea amplitudinii. La anul II de studii s-a remarcat creșterea amplitudinii în stresul emoțional, față de cel anterior, de asemenea la 44% din studenți – cu 35,22%.

Menționăm că modificările ritmului delta în cazul stresului I și II poartă același caracter în comparație cu condițiile relativ confortogene, schimbându-se ritmicitatea și oscilațiile periodice. Acest grad de modificări neesențiale ale ritmului delta în timpul activității intelectuale poartă un caracter individual, fiind în dependență de gradul de dificultate a problemelor ce necesită a fi soluționate.

În cadrul lotului experimental la anul I de studii în timpul stresului emoțional s-a relevat: la 67% din studenți o tendință spre amplificarea amplitudinii undelor ritmului delta cu 12,25%, frecvența oscilând între 1,44-1,57 c/sec.; la ceilalți s-a evidențiat diminuarea amplitudinii cu 8,82% în raport cu condițiile obișnuite de activitate. La anul II de studii, în perioada sesiunii, la majoritatea din ei s-a constatat o tendință spre micșorarea amplitudinii și doar la 33% din cei investigați – o tendință spre creșterea amplitudinii; la unii studenți (nr.3, 7, 11, 17) această tendință s-a remarcat și în cazul stresului I, pe când la alții (nr.9, 15) – numai în cazul dat. Probabil, reactivitatea ritmului delta la acești studenți în direcția diminuării amplitudinii la anul I de studii se explică prin particularitățile individuale ale activității intelectuale, care nu întotdeauna corelează cu gradul de dificultate a obiectivelor stabilite. De asemenea, la studenții lotului II, mai cu seamă la cei din anul II de studii, s-a estimat o reactivitate a undelor lente delta mai atenuată la acțiunea factorilor stresogeni decât la studenții lotului martor. Prin urmare, sub influența efectului placebo se intensifică procesele adaptative, studenții devenind mai stresostabili, precum și sub influența proceselor de adaptare naturale, ce sporesc treptat de la un an la altul de studii. Veridicitatea diferențelor dintre aceste grupuri în condițiile de activitate studiate alcătuiește, respectiv: $p < 0,02$; $p < 0,05$; $p < 0,001$; coeficientul de corelare $r = 0,75$; $r = 0,68$; $r = 0,89$.

Ritmurile beta de frecvență înaltă s-au înregistrat mai evidențiat în regiunile anterioare ale encefalului, dar în același timp difuzându-se și în cele postero-occipitale. Ritmul beta este legat în mare măsură de mecanismele corticale somatosenzitive și motorii că răspuns la stimularea tactilă sau motoră. La îndeplinirea sau imaginarea unei acțiuni ritmul beta dispare în proiecția respectivă [15, 16]. Ritmul beta 1 cu o frecvență de 15-30 c/sec și amplitudine medie de 50 mcV vizual s-a constatat la 15% din studenți, îndeosebi în zona rolandică. Se activează acest ritm și în timpul încordării psihoemoționale. Ritmul beta 2 înregistrat nu a manifestat modificări vădite.

Rezultatele investigațiilor ce pun în evidență ritmul beta 1 la studenții lotului martor în condițiile stresului emoțional la anul I de studii atestă: la 33% din studenți o intensificare a amplitudinii, pe când la ceilalți – o diminuare a ei; la anul II de studii s-a observat o tendință spre creșterea amplitudinii ritmului beta 1 la 78% din studenți, la 22% din ei amplitudinea se micșorează față de condițiile stresogene anterioare cu 2% și, respectiv, cu 29% față de cele confortogene.

La studenții lotului II – experimental, anul I de studii, s-a estimat o diminuare a amplitudinii ritmului beta 1 la toți studenții. La anul II de studii, în comparație cu starea emoțională din anul I, s-a înregistrat creșterea amplitudinii beta 1 la 22% din studenți, la ceilalți – diminuarea amplitudinii. Veridicitatea diferențelor dintre aceste loturi pentru condițiile investigate alcătuiește, respectiv: $p < 0,05$; $p < 0,01$; $p < 0,01$; coeficientul de corelare: $r = 0,64$; $r = 0,72$; $r = 0,76$.

Analiza manifestării ritmului beta 1 a pus în evidență intensificarea activității acestui ritm la 33% din studenții lotului martor, amplitudinea sporind cu 40,86% la anul I de studii și cu 43,78% la 78% din studenți

la anul II, comparativ cu condițiile obișnuite de activitate. La studenții lotului experimental s-a relevat o sporire neesențială a amplitudinii undelor acestui ritm la 44% din studenți doar la anul II de studii. Sporirea activității ritmului beta reflectă activarea encefalului, așa-numitul fenomen „de includere”, descris în timpul activității intelectuale sau vizează apariția oboselii, care atinge în special sistemele de inhibiție ale emisferei stângi. Simptome ale unei oboseli exprimate s-au înregistrat la studenții cu nr.1, 13 (anul II de studii) și cu nr.5, 9 (anul I de studii) din grupul martori. La acești studenți intensificarea ritmului beta a fost însoțită de diminuarea ritmului alfa, care atestă o obosire vădită.

Reactivitatea scăzută a undelor beta 1, stabilitatea lor ca răspuns la încordarea psihoemoțională în ambele cazuri la reprezentanții lotului experimental de studenți se explică prin influența efectului placebo asupra mecanismelor adaptative. Presupunem că devierile înregistrate depind de faptul că studenții se află într-o perioadă stabilizatoare de formare a mecanismelor adaptative, ce determină efectul sanogen al organismului. Prin urmare, în cadrul lotului martor am constatat o dispersie, o reactivitate mai variată a manifestărilor EEG înregistrate în toate stările examinate.

În scopul unei analize mai ample a reactivității organismului din punctul de vedere al posibilităților adaptative ale organismului la acțiunea factorilor emoționali, stabilirii relațiilor dintre acțiunea factorilor stresospecifici procesului de instruire, s-a determinat indicele rezervelor funcționale ale organismului (I_{RF}), după A.Barseneva (1987).

Analizând indicele privind rezervele funcționale la studenții din lotul martor, s-a constatat un indice destul de înalt – de 44,48 unități în condițiile stresului emoțional la anul I de studii și de 51,74 unități la anul II de studii în condiții similare.

Analiza individuală a acestui indice în cadrul grupului martori a relevat diminuarea indicelui la 33% (la 11% din ei cu 51,44%; la 22% din ei cu 4,03%) la anul II de studii (stres emoțional) față de anul I, ceea ce atestă stabilizarea mecanismelor de adaptare la procesul de instruire în instituțiile de învățământ superior. La 67% din studenți, în legătură cu faptul că mecanismele adaptării se află în plină desfășurare, indicele privind rezervele funcționale a sporit la 22% studenți cu doar 11,45% la anul II, față de anul I de studii, iar la ceilalți în medie destul de semnificativ – cu 49,34%.

La studenții lotului experimental s-au constatat de asemenea valori destul de înalte ale acestui indice – de 46,82 unități la studenții anului I de studii în condițiile stresului emoțional și de 45,78 unități la anul II de studii în condiții similare, deci cu 2,22% mai diminuat. La 22% din studenții incluși în acest lot s-a constatat o tendință spre sporirea lui aproximativ cu 34,53% la anul II față de anul I în timpul sesiunii. La 45% din cei investigați s-a depistat o tendință spre diminuare cuprinsă între 10,33-27,57%; la 33% acest indice s-a înregistrat în aceleași limite; probabil, la acești studenți procesele adaptative s-au stabilit încă la anul I de studii.

Sub influența efectului placebo, la acești studenți are loc intensificarea stabilizării mecanismelor de adaptare a organismului deja la anul I de studii, fapt confirmat prin indicele privind rezervele funcționale care atestă la ei mobilizarea și folosirea mai rațională a rezervelor funcționale ale sistemului nervos în timpul încordării psihoemoționale. Influența ameliorabilă a efectului placebo în timpul unei activități intelectuale încordate poate fi pusă în evidență prin valorile indicelui privind rezervele funcționale la ei, mai cu seamă la anul II de studii. La studenții lotului martor de la anul II acest indice sporește, față de anul I de studii, în medie cu 16,32%, constituind „valoarea încordării psihoemoționale”. Acesta atestă o încordare în stabilizarea proceselor adaptative, iar creșterea „valorii încordării psihoemoționale” determină mobilizarea rezervelor funcționale și o tendință spre epuizarea lor.

Menționăm că varietatea indicelui privind rezervele funcționale în cadrul lotului II – experimental este determinat de efectul placebo, care este în dependență de tipul activității nervoase superioare, de convingerile și așteptările efectului dorit.

S-a estimat că activitatea bioelectrică a encefalului este mai atenuată la studenții lotului II din cauza efectului placebo, cunoscut în medicina netradițională la tratarea diferitelor maladii, care determină mobilizarea și folosirea rațională a rezervelor funcționale ale organismului [17,18], astfel determinând activarea proceselor adaptative stabilizatoare la acțiunea factorilor stresogeni.

Modificările activității bioelectrice a encefalului în stările încordării psihoemoționale atât la studenții din lotul martor, cât și la cei din lotul experimental nu întotdeauna a fost însoțit de desincronizarea alfa-ritmului. Dimpotrivă, la unii studenți, fie de la anul I sau II de studii, s-a constatat intensificarea amplitudinii alfa-ritmului, apariția undelor theta înregistrate în diferite derivații ale encefalului; în loc de sporirea activității sumare medii a activității bioelectrice s-a constatat diminuarea ei, ca reacție de răspuns la intensificarea activității intelectuale.

Prin urmare, caracterul, durata și gradul reactivității bioelectrice a encefalului în timpul unei activități intelectuale încordate (perioada sesiunii, considerată ca stres emoțional) atât la reprezentanții lotului martor, cât și ai lotului experimental prezintă mari diferențe individuale și depind de nivelul rezervelor funcționale.

Referințe:

1. Cojocari L. Unele aspecte ale activității bioelectrice a encefalului în cadrul activității intelectuale. - În: Materialele Conferinței a XI-a științifice internaționale „Bioetica, filosofia, economia și medicina în strategia de asigurare a securității umane”, 6-7 martie, 2006. - Chișinău: CEP „Medicină”, 2006, p.319-321.
2. Furdui T., Ciochină V. și al. Viitorul sanocreatologiei este determinat de necesitățile practice ale societății. - În: Materialele Congresului XI al fiziologilor din Republica Moldova cu participare internațională. - Chișinău, 2005, p.45-46.
3. Melnic B., Crivoi A. Obiectivele psihofiziologice ale emotivității, moralei și comportării. - Chișinău: CE USM, 2003, p.9-15, 54-58.
4. Cojocari L. Dinamica unor parametri fiziologici la studenți în condițiile suprasolicitării informaționale. - În: Materialele Congresului VI al fiziologilor din Republica Moldova cu participare internațională. - Chișinău: Tipogr. AȘM, 2005, p.35-36.
5. Cojocari L., Crivoi A. Posibilitățile adaptative ale organismului studenților în condițiile stresului emoțional. - În: Materialele Conferinței a IX-a științifice internaționale „Bioetica, filosofia, economia și medicina practică”, 10-11 martie, 2004. - Chișinău: CE UMF „N.Testemițanu”, 2004, p.81-85.
6. Crivoi A., Cojocari L., Bacalov Iu. Homologia, sănătatea și folosirea rațională a rezervelor funcționale. - Chișinău: CEP USM, 2010.
7. Crivoi A., Sîrbu A. Electroencefalografia. - Chișinău: CE USM, 2002, p.10-71.
8. Шагас Ч. Вызванные потенциалы мозга в норме и патологии. - Москва: Мир, 1985, с.31-34.
9. Благосклонова Н.К., Новикова Л.А. Детская клиническая электроэнцефалография. - Москва: Медицина, 1994, с.22-29.
10. Кирой В.Н. Электроэнцефалография. - Ростов-на-Дону: РГУ, 1998, с.10-36.
11. Crivoi A., Sîrbu A. Electroencefalografia. - Chișinău: CE USM, 2002, p.10-71.
12. Кирой В.Н. Электроэнцефалография. - Ростов-на-Дону: РГУ, 1998, с.10-36.
13. Шагас Ч. Вызванные потенциалы мозга в норме и патологии. - Москва: Мир, 1985, с.31-34.
14. Крамер А., Митренина М. Энергия жизни – ключ к исцелению. - Москва: Россия, 2002, с.7-8.
15. Crivoi A., Sîrbu A. Electroencefalografia. - Chișinău: CE USM, 2002, p.10-71.
16. Благосклонова Н.К., Новикова Л.А. Детская клиническая электроэнцефалография. - Москва: Медицина, 1994, с.22-29.
17. Crivoi A., Cojocari L., Bacalov Iu. Homologia, sănătatea și folosirea rațională a rezervelor funcționale. - Chișinău: CEP USM, 2010.
18. Крамер А., Митренина М. Энергия жизни – ключ к исцелению. - Москва: Россия, 2002, с.7-8.

Prezentat la 15.09.2011

CARACTERISTICA GENERALĂ ȘI BENEFICIILE *SPIRULINEI PLATENSIS* ÎN BIOLOGIE ȘI MEDICINĂ

Doina CASCO

LCȘ „Ecofiziologie Umană și Animală”

Spirulina is a photosynthetic, filamentous, spiral-shaped, multi-cellular and green-blue micro-alga. The most important species is *Spirulina platensis*. Its chemical composition includes proteins (55%-70%), carbohydrates (15%-25%), essential fatty acids (18%) vitamins, minerals and pigments like carotenes, chlorophyll a and phycocyanin. Spirulina is considered as an excellent food, lacking toxicity and having corrective properties against viral attacks, anemia, tumor growth and malnutrition.

Introducere

Organizația Națiunilor Unite „World Food” la una din conferințe a declarat spirulina ca „cel mai bun aliment pentru ziua de mâine” și, astfel, ea a câștigat popularitate în ultimii ani. Această cianobacterie a devenit una din sursele cele mai solicitate și explorate la momentul de față în aspectul relevării principiilor biologice active cu multiple efecte terapeutice. Facilități în producere, tehnici de extragere complexă, lipsa producerii toxinelor, a efectelor și a substanțelor nocive, valoarea și performanțele înalte terapeutice ale spirulinei ca materie primă pentru producerea remediilor medicamentoase – toate acestea sunt redade de cele circa 50 de substanțe biologice active cu un impact semnificativ în derularea normală a proceselor vitale în organismul uman și animal.

Caracteristica morfofiziologică și cea ecologică

Pentru prima dată *Spirulina platensis* a fost descrisă în anul 1884 de către algologul Nordstedt, cu denumirea de *Spirulina jenneri Nordstedt var. platensis*. Ulterior, profesorul Gomont consideră că taxonul descris de Nordstedt se deosebește mult de *Spirulina jenneri* și propune ca o specie de sine stătătoare *Arthrospira platensis Gomont*. În anul 1925 profesorul Geitler revizuieste genul *Arthrospira* și include specia *Arthrospira platensis* în genul *Spirulina*, cu denumirea de *Spirulina platensis*, atribuind-o la clasa *Hormogonoficeae* din filumul *Cyanophyta*, datorită aspectului morfologic (prezența septurilor). Analizând nomenclatorul sistematic bacteriologic prezentat în Determinatorul Bergey, *Spirulina (Arthrospira)* face parte din grupul de organisme cu o fotosinteză ce are loc în prezența oxigenului. Relațiile filogenetice au demonstrat că aceste organisme procariote fac parte din grupul eubacteriilor [9].

Spirulina platensis este o algă filamentoasă, pluricelulară spiralată, cu talul de culoare verde-albastră, care în condiții de laborator se dispersalizează. Filamentele sunt mobile, lunecând de-a lungul axei sale. Heterocistele lipsesc. Trihomii sunt solitari, însă în anumite condiții se unesc în fascicule macroscopice cu dimensiuni de până la 2-5 mm. Trihomii au lățimea de 6-8 μ și sunt ușor strangulați în zona pereților transversali dintre celule. Spre capete trihomul nu se îngustează [10]. La microscopul electronic se poate vedea că peretele celular este alcătuit din 4 straturi, fiind similar cu cel al bacteriilor Gram-negative. Acestea conțin peptidoglican, un heteropolimer cu lizozomi sensibili care conferă formă și osmoticitate de protecție. Ciclul vital are trei etape fundamentale: fragmentarea trihomilor, creșterea și maturizarea hormogoniilor, alungirea trihomilor. Trihomii maturi se rup cu formarea celulelor specializate – nicridii. În procesul diviziunii citoplasma este mai puțin granulară, iar celulele capătă o culoare verde-albastră pală. Numărul celulelor crește prin diviziune binară, odată cu sporirea granulațiilor din citoplasmă, și celula capătă culoare verde-albastră pronunțată.

Din punct de vedere ecologic, este o algă cosmopolită, răspândită pe toate continentele, preferând bazinele cu apă alcalină stagnată cu mineralizare sporită în care predomină bicarbonatul de sodiu, iar pH-ul de obicei oscilează între 8,5 și 9,0. Se întâlnește, de asemenea, și în unele râuri cu scurgere lentă și apă alcalină, în care predomină hidrocarbonați, în fond bicarbonatul de sodiu. Se întâlnește mai frecvent în bazinele cu apă alcalină din Africa Centrală, Mexic, Brazilia și în alte țări din zonele tropicale. A fost depistat și în unele bazine din Siberia, Caucaz. Se dezvoltă intens în bazinele din Israel. A fost întâlnită și în Republica Moldova, într-un iaz din raionul Ungheni [10].

Compoziția chimică

Începând cu anii '70, a fost studiată compoziția biochimică a acestei tulpini de alge. S-a stabilit că *Spirulina platensis* este o sursă bogată în proteine, vitamine și minerale [15].

Conținutul total de proteină este de 60-70% din biomasa absolut uscată (BAU). Acest procent este mult mai mare decât cel din pește (25%), soia (35%), lapte praf (35%) și cereale (14%). Din punct de vedere calitativ, proteina din spirulină conține toți aminoacizii esențiali [16]. Cea mai mare cantitate o deține leucina (10,9% din totalul acizilor aminici), valina (7,5%) și izoleucina (6,8%). Cantitatea sporită de proteină este obținută în faza staționară de creștere a culturii. Odată cu îmbătrânirea ei, calitatea și cantitatea proteinei scade. Denaturarea proteinei are loc atunci când temperatura e mai ridicată de 60°C [9].

Spirulina este o sursă foarte bogată în vitamina B₁₂ (cobalamina), motiv pentru care această cianobacterie este de o mare valoare pentru persoanele cu anemie. Pe lângă vitamina B₁₂, s-au mai depistat și vitaminele E (tocoferol) – 45,00 mcg; B₆ (piridoxină) – 13,20 mcg; B₂ (riboflavină) – 99,00 mcg; B₁ (tiamină) – 102,00 mcg; H (biotină) – 0,969 mg; A (retinol) – 15,000 IU; beta-caroten – 9,00 mg; B₉ (acid folic) – 0,90 mcg; B₃ (niacină) – 621,00 mcg; inositol – 2,04 mg din BAU [12].

Lipidele constituie, în general, 6-8% din greutatea uscată, dar pot ajunge și la 11%. Compoziția de lipide totală este redată printr-un echilibru între acizii grași polinesaturați și saturați. Aceasta este împărțită în două fracțiuni: fracțiunea saponificabilă, sau acizi grași (83%), și o fracție nesaponificabilă (17%). Acizii grași reprezintă de la 4,9% la 5,7% din materia uscată de spirulină. Trigliceridele sunt prezente la niveluri foarte scăzute (0,3%). Trebuie remarcat faptul că 4,6% din fosfolipide sunt nedefinite. Polizaharidele transportă reziduurile și constau din riboză, manoză, fructoză, galactoză, xiloză, glucoză, acid glucuronic și galacturonic; ele conțin și ioni de calciu și de sodiu. Acestea au proprietăți imunostimulatoare și antivirale [11]. Spirulina conține acid linoleic (omega 6) și γ -linoleic (omega 3) cu proprietăți medicale. Acest acid constituie circa 19-22% din cantitatea totală de acizi determinați în biomasă [15]. A fost stabilit experimental că acizii grași polinesaturați esențiali din biomasa de spirulină sunt, de asemenea, semnificativi în reducerea colesterolului și în reglarea nivelului de trigliceride în cazul aterosclerozei și maladiilor cardiovasculare. Biomasa de spirulină conține în cantități mici campisterol și stigmasterol. Aceștia manifestă un efect antimicrobian puternic [16].

Spirulina este remarcată și prin prezența mineralelor, printre care putem enumera: calciu – 12,00 mg; fosfor – 31,20 mg; fier – 3,18 mg; sodiu – 21,90 mg; magneziu – 14,40 mg; potasiu – 45,60 mg; mangan – 78,00 mcg; zinc – 36,00 mcg; bor – 30,00 mcg; cupru – 3,00 mcg din BAU [9]. Conținutul de fier din spirulină este cu 60% mai bine absorbit decât sulfatul de fier. În consecință, ar putea reprezenta o sursă adecvată de fier la femeile gravide cu anemie [15].

Spirulina conține mulți pigmenți, inclusiv clorofilă, xantofilă, beta-caroten.

Metode de cultivare și productivitatea Spirulinei

Cultivarea pe scară largă a microalgei de *Spirulina platensis* a început în anul 1970 la Lacul Texcoco din Mexic [17]. Actualmente, spirulina se cultivă: artizanal, semiindustrial și industrial. Caracteristicile distinctive ale acestor tipuri de producție sunt suprafața bazinelor, tehnologia, mijloacele și materialele utilizate. Procesul de cultivare semiindustrial și cel industrial diferă în ce privește mărimea investițiilor, suprafața de cultură a iazului, tonajul și nivelul de sofisticare a tehnicilor de producție. Capacitatea de producție anuală la fermele semiindustriale este de 10-50 tone. Cererea de spirulină în lume este în creștere și unele ferme au crescut pe scară industrială. Producția industrială este reprezentată timp de peste 20 de ani de către companiile mari, ca Earthrise, Cyanotech și Siam Alge. Exploatarea industrială, cu o suprafață totală de mai multe hectare, poate produce între 50 și 500 de tone de spirulină uscată pe an. Bazinele au suprafața de la 1000 la 5000 m² [8]. Spre exemplu, în China a fost înregistrată o producție de 19 080 tone în 2003, care a crescut brusc la 41 570 tone în 2004 [2].

Comparând productivitatea spirulinei cu alte plante, s-a constatat că ea crește rapid și produce de 20 de ori mai multe proteine pe unitate de suprafață decât soia [16]. Atunci când se compară creșterea spirulinei cu a plantelor agricole, diferența de timp a producției este notabilă. În agricultură, recolta se obține după mai multe luni de cultivare, în timp ce spirulina este produsă continuu. Procesul de cultivare a spirulinei necesită culturi clonale sau unialgale. Astfel, se cunosc câteva etape ale procesului de cultivare: colectarea probelor acvatice, obținerea culturii intensive a organismului în condiții de laborator, selectarea culturilor algologic pure, algale bacteriologic pure, optimizarea condițiilor de cultivare și a componentei mediilor de cultură, menținerea tulpinilor obținute în condiții de muzeu și cultivarea propriu-zisă. Spirulina se cultivă pe medii lichide în sisteme închise și deschise. În cazul sistemului deschis costul de producție e redus și cu o productivitate mare de biomasă. Acest tip este ales pentru producții industriale. La aplicarea acestei metode se folosește un bazin cu o insuliță centrală, un motor de operare cu o roată cu palete, care permite deplasarea continuă a culturii lichide din canalul periferic [17].

Alte tehnici de cultivare industrială a *Spirulinei platensis* sunt: cultivarea periodică, cultivarea periodică în adâncime, multiciclică, semicontinuă, continuă [12].

Cele mai multe companii aleg metode și tehnici de cultivare care oferă o productivitate mare de biomasă și cu un sinecost mai mic.

Starea actuală a problemei

Analiza datelor bibliografice scot în evidență că sunt numeroase studii ce relevă beneficiile utilizării spirulinei în medicină, datorită proprietăților sale. Astfel, *Spirulina platensis* are proprietăți puternic antivirale, anticancer, hipocolesterolemiant și de îmbunătățire a sănătății [3,7].

Cercetările științifice din ultimii ani au arătat că consumul de spirulină timp de 4 săptămâni reduce nivelul de colesterol la ființele umane cu 4,5% și reduce semnificativ greutatea corporală de la 1,4 kg la 0,4 kg după patru săptămâni. Reducerea colesterolului este parțial datorată acidului γ -linolenic ce se conține în cianobacterii [2].

O altă boală a secolului XXI este cancerul. S-a stabilit că β -carotenul este una dintre substanțele cele mai eficiente pentru a contracara celulele ce cauzează cancer. Ea se găsește în biomasa de spirulină. La Universitatea Harvard, Școala de Medicină Dentară, s-a constatat o reducere a numărului și mărimii tumorilor de cancer de gură, ca rezultat al utilizării spirulinei [13]. Spirulina poate ameliora, restaura hematopoezia la oameni și astfel se folosește ca tratament în terapii de cancer pentru a reduce efectele adverse. Un complex de polizaharide a fost extras din spirulină și numit „Immulina”. Acest extract este foarte solubil și variază între 0,5% și 2% din greutatea uscată a cianofitei. S-a observat activarea *in vitro* a monocitelor, acestea fiind de la 100 la 1000 de ori mai mare decât cea produsă de preparate din polizaharide, folosite clinic pentru tratarea cancerului. Într-un articol publicat recent cu privire la ingerarea de „Immulina” se menționează că administrarea preparatului la pacienți are efecte benefice asupra organismului [8].

Un extract de polizaharide, numit calciu-spirulan (Ca-SP), alcătuit din riboză, fructoză, manoză, galactoză, xiloză, glucoză, acid glucuronic, acid galacturonic și sulfat de calciu, obținute din spirulină, a demonstrat o activitate împotriva virusului HI (HIV), herpes simplex, gripal A, urlian și a virusului rujeolei. Cercetătorii de la Universitatea din Carolina de Sud au investigat pe larg inhibarea HIV de către alge, prin experiențele *in vivo* și *in vitro*, demonstrând că oamenii din Ciad, inclusiv din tribul Kanembu, care mănâncă zilnic spirulină, au o incidență mult mai mică la Sindromul Imunodeficienței Dobândite (SIDA) decât africanii din țările de primprejur. Consumul regulat de alge în cadrul dietelor ar putea ajuta la prevenirea infectării cu HIV și la suprimarea încărcăturii virale în rândul celor infectați [15].

Spirulanul de calciu are și o activitate anticoagulantă: acționează prin activarea cofactorului al II-lea de heparină, care inhibă trombina. Spirulanul de sodiu (Na-Sp), o altă polizaharidă specifică, are efecte anticoagulante [9]. Activitatea Ca-Sp are loc prin intermediul a două mecanisme: inhibarea penetrării și replicarea virusului.

Numeroase experiențe pozitive pe animale arată că spirulina reglementează în mod pozitiv sistemul imunitar. Aceasta mărește activitatea macrofagelor, cea celulară și a celulelor T natural distructive, procese ce ar permite eliberarea de gamma-interferon, care face virusul inactiv. Aceste acțiuni se datorează polizaharidelor din spirulină.

Extractul de celule din spirulină a demonstrat activitate antimicrobiană. Spirulina conține vitamina A, importantă în prevenirea bolilor ochiului, fier și vitamina B₁₂. Este utilizată în tratarea anemiei, în tratamentul eczemei atopice la copii, pentru a atenua sindromul premenstrual și la stimularea sistemului imunitar [3,4]. De asemenea, spirulina este eficientă în conservarea florei intestinale [1].

Spirulina are, de asemenea, un efect pozitiv asupra bolilor cardiace, asupra bolii Parkinson, malnutriției, sclerozei [7]. Și alte beneficii sunt atribuite spirulinei: efect antiinflamatoriu, antioxidant, antiaterogen, inhibarea sarcinii tumorale. A fost examinată activitatea antivirală a spirulinei, stabilind inhibarea Herpesului simplex [8].

O altă boală cu o incidență mare pentru societate este diabetul zaharat, ce reprezintă un grup de tulburări metabolice, determinate de dezvoltarea unei hiperglicemii cronice în urma defectelor în secreția insulinei. Diabetul zaharat rămâne până în prezent o problemă medico-socială [5]. Principala cauză a apariției diabetului este stilul modern de viață, care include două elemente distincte: aportul caloric crescut și dezechilibrat (surplusul de grăsime) și gradul tot mai scăzut de activitate fizică (sedentarism). La persoana cu diabet zaharat crește nivelul de glucoză în sânge, ceea ce se manifestă prin: sete excesivă, urinare frecventă, oboseală, vedere încețoșată, vindecare lentă a rănilor, pierdere în greutate. Diabetul zaharat este o boala serioasă care conduce la complicații severe, dacă nu este diagnosticată la timp și tratată corespunzător. Valoarea crescută a glicemiei (mai mare de 110 mg/d) poate afecta ochii, rinichii, nervii și vasele mari de sânge, ducând la: pierderea vederii, amputări sau la disfuncția rinichilor.

Deși există un număr mare de medicamente disponibile pe piață, utilizarea lor o perioadă lungă de timp poate provoca o serie de efecte secundare. În legătură cu aceasta, în ultimul timp se efectuează numeroase investigații pentru a găsi surse naturale, care să fie eficiente în ce privește reducerea intensității de diabet

zaharat. De asemenea, se fac investigații asupra unor medicamente mai efective pentru tratamentul acestei maladii. Un rol important în rezolvarea acestei probleme are *Spirulina platensis*.

S-au efectuat experiențe cu introducerea spirulinei la șobolani cu scopul de a evalua efectul antidiabetic. Administrarea extraselor din spirulină asigură tendința de normalizare a metabolismului, ceea ce se explică prin reducerea simptomelor primare. Nivelurile de glucoză în sânge au fost crescute la șobolani prin injectarea alloxanului sub formă de soluție de 5%. Diabetul alloxanic se caracterizează prin dereglarea metabolismului glucidic, lipidic și proteic. Valoarea diagnostică a fiecărui indice este diferită, însă, luați împreună, aceștia documentează elocvent prezența unui diabet zaharat experimental alloxanic la șobolani. Extrasele de spirulină utilizate în investigațiile științifice relevă acțiunea lor fiziologică asupra întregului organism în vederea reducerii glicemiei în sânge, știind că la diabetici extrasul de glucoză în sânge se elimină la nivelul rinichilor. Indicii diabetului zaharat (glucoză, plasma serică de insulină, C-peptide și altele) au fost estimate folosind protocoale standardizate. Cercetările au demonstrat că administrarea spirulinei are efecte pozitive.

Regimul alimentar al diabeticului este întotdeauna obligatoriu și stă la baza oricărui tratament corect. Când regimul alimentar singur nu este capabil să asigure menținerea glicemiei în valori normale, se recurge, după caz, la preparate antidiabetice, la insulinoterapie sau la tratamente asociate, cum ar fi tratamentele fitoterapeutice. Un studiu a arătat că 3 g de spirulină consumată zilnic scad cu până la 15% nivelul glicemiei și ajută, de asemenea, la reducerea riscului de afecțiuni cardiovasculare (principalul risc al bolnavului diabetic). Bolnavilor diabetici sau cu alte afecțiuni similare spirulina le poate da un ajutor substanțial. Consumul zilnic de această cianofită devine satisfăcător pentru organism, putând înlocui, în cea mai mare proporție, proteinele animale [14]. Efectul terapeutic al spirulinei este scăderea nivelului de glucoză în sânge. Prin urmare, se poate spune că spirulina are un efect benefic asupra insulinei plasmatice, peptidelor și activității hexochinazei. Datorită proprietăților chimice pe care le încadrează, spirulina prezintă avantaje colosale, printre care: nu supune organismul unui risc crescut de toxine, amplifică procesul de regenerare a celulelor β ale insulelor Langerhans, exercită acțiuni hipoglicemice, precum și elimină simptomele primare în stadiile incipiente.

În prezent se constată creșterea numărului de persoane cu dereglări ale unei dintre cele mai principale glande – ale glandei tiroide, în special la noi în țară, unde se simte o carență a iodului. Ea joacă un rol important, producând cei doi hormoni – tiroxina și triiodtironina, care stimulează metabolismul general, influențează asupra termoreglării organismului, stimulează la copii creșterea scheletului, influențează asupra compoziției sângelui și intensifică excitabilitatea sistemului nervos. Hormonii sunt depozitați în foliculi, unde sunt legați de o proteină, formând tiroglobuline. Pentru elaborarea hormonilor e nevoie de iod, care este furnizat prin alimentație. De asemenea, tiroida produce calcitonina, antagonist al hormonului paratiroidian, ce scade pragul calcemiei și stimulează osteogeneza. Aceste disfuncții pot fi reglate cu ajutorul medicamentelor sau al produselor naturiste (sau fitoterapiei). Pentru aceasta ar fi binevenită spirulina – o algă cu un conținut bogat în substanțe biologice active. Ea conține toți aminoacizii esențiali, o multitudine de micro- și macroelemente, o mare cantitate de vitamine, acizii nucleici: dezoxiribonucleic (AND) și ribonucleic (ARN), care îndeplinesc funcțiile principale pentru păstrarea și transmiterea informației genetice. Mai conține acid gama-linoleic, colinesterază, clorofilă (substanță extraordinară pentru detoxifierea organismului), fitociamin (stimulează sistemul imunitar, stagnează dezvoltarea celulelor cancerigene), fermenți și alte substanțe active. Aceasta reprezintă un supliment dietetic care intervine în reglarea principalelor funcții metabolice și imunologice ale organismului.

Consumul de spirulină în fiecare zi în cadrul anumitor diete este un alt pas important pentru a trăi o viață lungă și sănătoasă. Au fost efectuate peste 200 de studii științifice, inclusiv experimente *in vitro*, și studii clinice care au arătat o gamă largă de beneficii ale spirulinei pentru sănătatea omului [6].

Spirulina este considerată o microalgă cu proprietăți nutriționale deosebite, utilizată ca adaos alimentar și ca medicament auxiliar. Astfel, unele spitale din orașul Kunming, provincia Yunan, au acceptat spirulina ca un medicament auxiliar, care s-a dovedit a fi eficace în scăderea lipidelor din sânge, combaterea oboselii și în creșterea nivelului de imunoglobuline A și M. Ficocianina din *Spirulina platensis* inhibă creșterea celulelor umane – leucemia, atunci când devine un produs complementar la regimul alimentar. După cum este deja cunoscut, spirulina este bogată în proteine de înaltă calitate, vitamine, minerale și multe substanțe biologice active [3]. Peretele său celular este format din polizaharide, care au o digestibilitate de 86 la sută, și ar putea fi ușor absorbite de corpul uman. Spirulina este un supliment alimentar important. Institutul de Botanică din China a investigat efectul pastilelor de spirulină la starea fizică a sportivilor. Rezultatele au arătat ca la sportivii care au consumat 10 g de spirulină pe zi timp de patru săptămâni a crescut nivelul de hemoglobină. Capacitatea pulmonară a sportivilor minori a fost îmbunătățită. Nu s-a observat nici un efect asupra

tensiunii arteriale. Forma de administrare a spirulinei e foarte diferită: pulbere, comprimate în pastile sub diverse denumiri: „Linavina” și „Pirulamin” – în Vietnam, „Immulina”, „Lactogil”.

Unele dintre substanțele nutritive din spirulină, cum ar fi glicolipidele, sulfolipidele, diverse carotenoide, ARN-ul și ADN-ul sunt doar începutul pentru a atrage atenția, în timp ce altele nu au fost încă cercetate și vor trece mulți ani până vom avea date științifice suficiente pentru a fi formulate concluzii cu privire la contribuția lor pentru bunăstarea umană. Însă, o mare parte de cercetări au relatat beneficiile consumului de spirulină, care conține un complex de vitamine și microelemente într-o combinație optimală pentru organism, normalizează microflora intestinală, metabolismul, majorează eliminarea din organism a substanțelor toxice și a metaboliților, normalizează activitatea sistemului nervos și endocrin, mărește metabolismul energetic și sporește capacitatea de muncă.

Astfel, putem rezuma numeroase beneficii potențiale ale spirulinei: tratarea anumitor alergii, anemiei, a cancerului, hepatotoxicității, bolilor virale și cardiovasculare, hiperglicemiei, hiperlipidemiei, a imunodeficienței, a proceselor inflamatorii și altele.

Concluzii

În ultimele două decenii *Spirulina platensis* ocupă un loc unic în ce privește cercetarea algelor și comercializarea lor. Este pe larg utilizată în diverse domenii ale activității umane. O analiză bibliografică a relevat un număr destul de semnificativ de cercetări efectuate asupra proprietăților sale. Spirulina este susținută ca un aliment non-toxic, adaos alimentar și ca medicament. Aceste beneficii se datorează compoziției chimice. Componentii ai spirulinei și exponenții ai unor proprietăți biologice remarcabile sunt aminoacizii esențiali și imunoactivi, ficobiliproteinele (cu efect imunostimulator și hematopoetic), polizaharidele sulfatate (efect antiviral), carotenoizii, în special β -carotenul (efect anticancerigen), vitaminele, α -tocoferolul, acidul ascorbic (antioxidanți), acidul gama-linoleic, substanțele fenolice, enzimele, peroxidaza, catalaza și microelemente ce o plasează ca o sursă valoroasă ecologic pură și inofensivă.

Studii preclinice și clinice sugerează unele efecte terapeutice, cum ar fi reducerea colesterolului din sânge, protecția împotriva unor forme de cancer, îmbunătățirea sistemului imunitar, creșterea de lactobacili intestinali, reducerea toxicității prin metale grele și droguri, protecția împotriva radiațiilor, obezității.

Referințe:

1. Adams D. How do cyanobacteria glide // *Microbiology today*, 2001, vol.28, p.131-133.
2. Ahsan M., Habib B., Mashuda P. A review on culture, production and use of spirulina as food for humans and feeds for domestic animals and fish // *Food and agriculture organization of the united nations*. - Rome, 2008, p.41.
3. Becker E. Microalgae as source of protein // *Biotechnology advances*, 2007, no.25, p.207-210.
4. Borowitzka M. Spirulina in human nutrition and health // *Appl. Phycol.*, 2009, no.21, p.747-748.
5. Bostanică I. Diabetul zaharat. - Iași: 1996, p.128.
6. Burtin P. Propriétés antioxydantes de molécules algales. - France. www.algaia.com (accesat în 2010).
7. Cemal C., Meltem Conk-Dalay., Hamdi C. et.al. The effects of spirulina on allergic rhinitis // *Eur. Arch. Otorhinolaryngol*, 2008, no.265, p.1219-1223.
8. Charpy L., Langla M., Romain Alliod. La Spiruline peut-elle être un atout pour la santé et le développement en Afrique. - Institut de Recherche pour le Développement, 2008, p.48 .
9. Ciferri Or. Spirulina the Edible Microorganism // *Microbiological Reviews*, 1983, vol. 47, no.4, p.551-578.
10. Dobrojan S. Modificările morfofiziologice și biochimice ale algei *Spirulina platensis* (Nordst.) Geitl. cultivate pe ape reziduale și utilizarea ei: Teza de doctor. - Chișinău, 2011, p.139.
11. Donald Ginsberg I. Blue- green algae as a nutritional suppliment. Evidence for effects on the circulation an function of immune cell in humans. Thesis dh. - Quebec, 2000, p.205.
12. Kapoor R., Mehta Us. Supplementary effect of spirulina on hematological status of rats during pregnancy and lactation // *Plant Foods for Human Nutrition*, 1998, no.52, p.315-324.
13. Moorhead K., Capelli B., Gerald R. Cysewski. Spirulina nature's superfood. - Edition Copyright, Cyanotech. Corporation, 2006, p.75.
14. Obuh P. Curs de plante inferioare. - Chișinău: Cartea Moldovenească, 1990, p.237-239.
15. Sánchez M., Bernal-Castillo J., Rozo C. et al. Spirulina (arthrospira): an edible microorganism a review <http://www.algbiotek.com> (accesat în 2009).
16. Еленкин А. Синезеленые водоросли СССР. Специальная часть 2. - Москва-Ленинград: АИ СССР, 1949, с.1908.
17. Музафаров А., Таубаев Т. Культивирование и применение микроводорослей. - Ташкент: Фан ССР, 1984, с.82.

Prezentat la 02.12.2011

STRESUL – STUDIU ISTORIC ȘI DE PERSPECTIVĂ**Vasile MATEI***Catedra Biologie Umană și Animală*

Un des problèmes du passé et du présent, mais qui n'exclut pas le futur c'est l'étude et la connaissance de l'évolution des mécanismes du stress, pour éviter ou minimiser le taux acceptable, pour ne pas nuire à la santé humaine et à l'organisme social.

On a décrit succinctement les thèses les plus importantes liées au stress, ses phases et les mécanismes du corps impliqués dans ce processus. Le stress a toujours accompagné l'humanité et a eu des effets néfastes. Mais, le stress a été également un promoteur du développement de l'humanité; la relation homme-nature a développé des mécanismes biologiques de réponse au stress, décrit largement dans l'article. Les mécanismes de réponse au stress et les stratégies d'adaptation, formés dans un long terme, ont été matérialisés dans les organes. Actuellement, ils sont capables d'adapter le corps à l'environnement naturel, à l'exclusion des facteurs sociaux.

Timp de secole, stresul era conceput în legătură directă cu acțiunile fizice, periculoase pentru organism. În perioada pleistocenului stresori tipici erau atacul fiarelor, al altor indivizi ai speciei umane, pericolele legate de mediul fizic extern și în fiecare din aceste cazuri reacția organismului era activarea generalizată a sistemului nervos autonom, numită ulterior reacția fugă/atac, ea descriind întocmai aspectele funcționale ale acestei reacții.

Sistemul nervos periferic, și anume: compartimentul simpatic al acestuia, care mijlocește reacția de fugă/atac, acționează un șir de organe pentru a asigura fuga sau atacul. Spre exemplu, frecvența bătăilor inimii se mărește, vasele sangvine se îngustează îndreptând tot mai mult sânge către mușchii scheletali, responsabili de mișcări, are loc mărirea pupilei ochiului care în acest mod acumulează tot mai multă informație, iar celelalte sisteme ce nu au atribuții directe la această activitate sporită sunt neactivate sau chiar blocate (sistemul digestiv, reproductiv, imun) [1].

Pentru desfășurarea reacției de fugă/atac sunt secretați și hormoni ai stresului, precum: glicocorticoizii, cortizolul, adrenalina (epinefrina, suprarenina). Ultima amplifică efectele sistemului nervos simpatic și, ajunsă în sânge, determină creșterea frecvenței cardiace, a presiunii sangvine, dilatarea bronhiilor și pregătirea organismului pentru o producere masivă de energie prin arderea lipidelor (lipoliză) și sinteza glucozei pentru consumul acesteia de encefal și mușchi, descompunerea glicogenului în acizi grași pentru mușchi și descompunerea proteinelor (glicocorticoizii și adrenalina) în aminoacizi, care ulterior vor fi consumați, în dependență de necesitățile organismului (consum, histogeneză). Circulația sângelui este activată la nivelul sistemului nervos central, pe când la nivelul tractului digestiv este diminuată [2].

Reacția fugă/atac asigură pentru numeroasele generații de strămoși un sprijin fizic necesar de a supraviețui în situații de criză. Chiar și în prezent activarea sistemului nervos simpatic poate avea importanță decisivă pentru supraviețuire. Sunt cunoscute cazurile de „obținere” a unor forțe fizice extreme când întrebarea privind supraviețuirea copiilor ține de părinți, alte cazuri, descrise foarte expresiv în literatură, mass-media. Sistemul nervos autonom joacă un rol vital în viața cotidiană, el asigurând adaptarea la cele mai elementare schimbări ale mediului, serviciului etc. Cu toate acestea, activitatea sistemului dat are rezultate de dezadaptare în societate, când este activată reacția de fugă/atac de formă primitivă și duce la incapacitatea de a consuma aceste reacții fiziologice și la apariția bolilor, de asemenea menționate expresiv ca fenomene diferite ce apar în urma stresului (tensiune arterială înaltă pe parcursul orelor, acizii grași neconsumați depunându-se pe pereții vaselor sanguine duc la ateroscleroză și altele) [2].

În prezenta lucrare vom întreprinde o analiză și generalizare a informațiilor ce vizează stresul. Concepția stresului a avut o influență enormă în diferite ramuri ale științei despre om – medicină, psihologie, sociologie etc.

În urma studierii literaturii de specialitate am evidențiat trei orientări în descrierea și explicarea stresului:

1) reducerea noțiunii de stres până la mecanism de apărare biologic nespecific și de adaptare a celulelor, țesuturilor și organelor la acțiuni majore;

2) extinderea noțiunii până la orice tensiune, chemată de diferiți stimuli, în reacția de apărare fiind implicate sistemele organismului;

3) descrierea stresului prin prisma stresorilor externi de natură diferită de a celor ce acționează asupra celulelor, țesuturilor și sistemelor de organe, dar care au o influență enormă, negativă sau pozitivă, la nivelul nu doar al organismului biologic, dar al societății în ansamblu, organizației, familiei ș.a.

Vom menționa că pentru a ne forma o viziune mai completă asupra stresului, ca, de fapt, și asupra altor procese și fenomene din natură și societate, ne-am condus de principiile unanim recunoscute: „ontogeneza e scurta repetare a filogenezei” și „omul este un fenomen bio-psiho-social”.

Încercând a găsi răspunsuri la anumite probleme cu care se confruntă societatea umană, permanent s-a recurs la definirea problemei în aspectul filosofic al acesteia. Este de menționat că atât în literatura de specialitate, cât și în cea de cercetare a fenomenelor aceste repere nu se întâlnesc la descrierea fenomenului stresului, lăsând rezerve pentru înțelegerea unanimă a acestuia.

Filosoful antic Aristotel menționează că „nimic nu epuizează și nu distruge mai mult organismul decât inactivitatea fizică” [3].

Lucrarea lui Charles Darwin *Originea speciilor* (1871), care, oricât de contestată și de controversată s-a dovedit a fi la vremea respectivă, astăzi are meritul de a fi propus o ordine în lumea atât de complexă a viului. Evoluționismul darwinian a pătruns în filosofie, culturologie, în antropologie, reținând atenția lui Herbert Spencer, a lui Lewis H. Morgan, „care au aplicat teoria la instituțiile umane și au construit o explicație unilinelă a dezvoltării civilizației” [4].

Noțiunea de frică, folosită anterior pentru evidențierea unei neliniști provocate de un pericol iminent sau unul posibil, care limitează, în cele mai dese cazuri, capacitatea de a acționa, având efect paralizant asupra sistemului muscular, flux sangvin și care poate duce la deces [6], actualmente este noțiunea cea mai apropiată prin manifestare de stres, cu toate că este cu mult depășită de timp.

Adaptarea, ca proces care decurge concomitent pentru restabilirea echilibrului provocată de factorii naturali, inițial avea amprentă strict biologică, referindu-se la structura și funcția organismului, biocenozelor, speciilor. Charles Darwin a făcut legătura dintre biologic și mediul extrem, menționând că adaptarea survine în urma selecției naturale.

Ca și noțiunea „frică”, interpretarea „adaptării” a fost depășită de timp, ea fiind definită diferit în științele tehnice, reale și umanitare, chiar dacă este o definire unanim științifică: o forma deosebită a reflectării de către sistem a acțiunilor mediului extern și intern și reprezintă tendința de stabilire cu mediul a unui echilibru dinamic [6].

Noțiunea „stres” a intrat în uz relativ recent, iar în ultimele decenii în toate domeniile de activitate umană se discută despre efectul stresului asupra acestor activități, stresul nefiind deja personalizat, dar fiind ceva statistic, apărând și o știință în acest sens.

Trecând în regim rapid peste ceea ce în științele exacte se numește tendință generală, care după o lungă perioadă de acumulări, de observații empirice își pune problema sistematizării, clasificării, ordonării unui material imens, multiform și greu de manevrat, stresologia preia modele și principii oferite de științele naturii [4] și psihosociale, formulând clasificări și o imensă palitră de acțiuni ale stresului atât asupra oamenilor, cât și asupra domeniilor lor de activitate.

Ar fi cazul să examinăm un șir de clauze comune și diferite și să identificăm ce este totuși stresul. Existența unui număr mare de explicații ale acestui fenomen, lipsa unei definiții unanim acceptate vorbesc de la sine că acesta este universal și complex, astfel că formulările stresului rămân a fi fragmentare și nedefinite [8].

Lazarus R. (1979) și Moroz B. (2001) de asemenea menționează că diferitele viziuni asupra fenomenului stresului, teoriile și modelele în mare parte sunt contradictorii. În acest domeniu nu există terminologie și definirea stresului foarte mult diferă. Această situație de incertitudine se întâlnește și în alte probleme majore ca: adaptarea, personalitatea, oboseala ș.a. Complexitatea și multiplele forme ale stresului determină multitudinea de abordări teoretice ale acestui fenomen [7,9].

Complexul de reacții generale ca răspuns la leziunile celulare în aspect istoric au fost evidențiate ca: „homeostazie” (W.Kennon); ideea echilibrului mediului interior și exterior inițial a fost propusă de C.Bernar în secolul XIX; „măsură fiziologică a organismului contra leziunii” (I.Pavlov); „sistemul nervos simpatic adaptativ-trofic” (L.Orbeli). Dezvoltarea inițială a conceptului despre sistemul general adaptativ-compensator a fost teoria lui Hans Selye despre „stres” (1936), și ar fi cel mai corect să ne adresăm definiției date de autorul concepției despre stresului biologic: „reacție nespecifică a organismului, care se dezvoltă sub influența diferitelor acțiuni, cu diferită intensitate (durere, frig, sarcină fizică, traumă psihică ș.a.) sau răspunsul organis-

mului la oricare cerință față de el ..." [11]. Până la apariția lucrărilor lui H.Selye, se presupunea că reacția organismului la frig și cald, mișcare și imobilitate îndelungată sunt diametral opuse; cu toate acestea, dânsul a reușit să demonstreze că în toate aceste cazuri corticosuprarenalele elimină unii și aceiași hormoni „antistres”, care ajută organismul să se adapteze la oricare stresor [7].

În teoria lui Selye, stresul se descrie din punctul de vedere al reacțiilor fiziologice la factorii fizici, chimici și organici. Concepția sa poate fi generalizată în patru teze:

1. Toate organismele biologice dispun de mecanisme de menținere a echilibrului intern sau de funcționare a sistemelor sale. Menținerea echilibrului se asigură de procesele de homeostazie, iar menținerea homeostaziei este una primordială pentru organism.

2. Stresorii externi puternici tulbură echilibrul interior al organismului, acesta din urmă reacționează la oricare stresor atât pozitiv, cât și negativ printr-o excitare fiziologică nespecifică. Această reacție este una de adaptare și apărare.

3. Evoluția stresului și a adaptării trece câteva etape. Timpul de decurgere a fiecărei etape și de trecere la următoarele depinde de nivelul rezistenței organismului, intensitatea și durata de acțiune a stresorului.

4. Organismul dispune de posibilități (rezerve) limitate de preîntâmpinare și recuperare a stresului – consumul lor poate duce la îmbolnăvire și moarte [12].

Generalizarea rezultatelor cercetărilor i-a permis lui H.Selye să fundamenteze existența a trei etape ale stresului și ale procesului de adaptare. În continuare vom descrie aceste etape din perspectiva în care acestea au fost descrise:

- 1) stadiul de alarmă (etapa de șoc și cea de contrașoc);
- 2) stadiul de rezistență (adaptare);
- 3) stadiul de epuizare.

Stadiul de alarmă constă din două faze – faza de șoc și faza de contrașoc [13] și durează cca 48 ore de la începutul acțiunii factorului stresant [9].

Faza de șoc apare imediat după acțiunea factorului stresant și se manifestă prin „sindromul lezional primar” apărut în locul acțiunii factorului patogen. Modificările locale produse de factorul stresant (leziuni celulare, distrofii, necroză, inflamație) prin mecanisme reflexe și umorale conduc la excitația sistemului nervos simpatic, la stimularea medulosuprarenalelor și a corticosuprarenalelor. Adrenalina și noradrenalina eliberată în circulația sangvină mobilizează forțele de apărare ale organismului – se intensifică activitatea cardiacă, respirația externă, survine vasoconstricția periferică cu vasodilatație în miocard, encefal și circulația pulmonară, crește tensiunea arterială, se intensifică procesele catabolice (glicogenoliza, lipoliza, proteoliza, gluconeogeneza, bilanț negativ de azot, sporește consumul de O₂ și formarea de CO₂) se intensifică fagocitoza. Hipersecreția de adrenalină, hiperlipidemia, eliberarea fierului din hemoglobină și mioglobină, scindarea ATP până la ADP și AMP conduc la activarea procesului de peroxidare a lipidelor membranei citoplasmice și a organelor celulare cu efectele nocive tipice. Efectul peroxidizilor lipidici este patogen și epuizează sistemele antioxidante (SOD, catalaza ș.a.) [13].

Faza de contrașoc debutează cu predominarea sistemului simpato-adrenergic, urmată de secreția crescută a hormonului antidiuretic (ADH). Includerea în proces a axei hipotalamo-hipofizo-corticosuprarenale se manifestă prin hipersecreția de corticoliberine hipotalamice (RF-ACTH), corticotropină hipofizară (ACTH) și, consecutiv, prin activarea corticosuprarenalelor cu hipersecreția semnificativă a gluco- și mineralocorticoizilor, ce intervin în metabolismul glucidic, proteic, mineral și măresc adaptabilitatea și rezistența organismului. Stimularea sistemului ortosimpatic și descărcările postagresive de catecolamine conduc la o creștere marcată a disponibilităților de energie necesară activității biologice specifice mecanismelor de adaptare prin mobilizarea pronunțată și eficientă a rezervelor de glucide (glicogen hepatic) și lipide (din depozitele adipotulare), la intensificarea formării de compuși macroergici (ATP) etc. Acțiunea sinergică a catecolaminelor și corticosteroidelor, în special asupra sectorului vascular și intensificării catabolismului, asigură condiții pentru o activitate biologică mai eficientă. Astfel, se intensifică circulația locală și cea sistemică, în special în organele de importanță vitală: creier, inimă, plămâni – are loc vasoconstricția periferică cu redistribuirea sângelui, mobilizarea sângelui depozitat. Glucocorticoizii intensifică neogluconezeza, ceea ce amplifică hiperglicemia inițiată de catecolamine, posedă acțiune antiinflamatorie, intensifică eritropoieza. Sporește cu mult activitatea leucopoietică a organelor hematopoietice cu o creștere preponderentă a neutrofilelor. Sub acțiunea glucocorticoizilor are loc activarea factorilor de coagulare a sângelui, sporirea trombocitopoezei, creșterea

catabolismului proteic, menținerea stabilității membranelor celulare și a organitelor celulare, în special a celor mitocondriale și lizozomale [13].

Consecutiv tulburării bilanțului hidroelectrolitic are loc secreția de mineralocorticoizi, prevenind astfel pierderile excesive de Na^+ și K^+ , precum și economisirea apei prin secreția de ADH [13].

Din manifestările primului stadiu face parte hiperplazia și hipersecreția corticosuprarenalelor, involuția organelor limfoide urmată de limfocitopenie, oprimarea fagocitozei, eozinopenie, creșterea presiunii arteriale și a tonusului muscular, hiperglicemie, normalizarea temperaturii corpului, hipersecreția cu hiperaciditate gastrică, care, concomitent cu spasmul vaselor sangvine și inhibiția proliferării mucoasei gastrice, diminuează protecția mucoasei și poate duce la apariția ulcerelor stomacale [13].

Stadiul de rezistență se caracterizează prin intensitatea maximă a reacțiilor adaptative și protective adecvate factorului stresant cu restabilirea și menținerea homeostaziei organismului, ceea ce asigură o activitate vitală normală în condiții noi de viață, deseori nefavorabile. Acest stadiu este de cea mai lungă durată, se activează după 48 de ore [9], fiind controlat de hormonii anabolizanți (somatotropină, androgeni, insulină). Are loc refacerea rezervelor de glicogen, lipide și proteine în sânge și normalizarea constantelor mediului intern al organismului [13].

Stadiul de rezistență are manifestări caracteristice în toate sistemele organismului:

✓ sistemul cardiovascular – reacționează în primul rând la stres și, totodată, este una dintre primele ținte ale stresului ([14-16], prin tahicardie și hipertensiune arterială datorită efectelor catecolaminelor și adrenocorticoizilor de tulburare a barierei de trecere a membranelor celulelor inimii și duc la tulburări de metabolism și hipoxie [7], centralizarea hemocirculației prin intermediul vasoconstricției și vasodilatației selective, creșterea volumului sângelui circulant prin mobilizarea sângelui depozitat în ficat, splină, plexul subpapilar și intensificarea eritropoiezei;

✓ aparatul respirator – creșterea frecvenței respirației, dilatarea bronșiilor, majorarea suprafeței alveolare etc.;

✓ rinichii – are loc vasoconstricție și micșorarea debitului sangvin renal, a presiunii efective de filtrație glomerulară și a diurezei, care se micșorează și mai mult odată cu creșterea secreției de ADH;

✓ glandele endocrine – din cele mai importante reacții face parte hipertrofia suprarenalelor cu creșterea secreției de hormoni catabolizanți – catecolamine, glucocorticoizi, hipersecreția glucagonului, somatotropinei cu acțiune catabolizantă asupra metabolismului glucidic și lipidic, concomitent are loc inhibiția secreției hormonilor anabolizanți: a testosteronului și insulinei;

✓ metabolismul – intensificarea glicolizei în ficat și mușchii striati cu efect hiperglicemic, intensificarea lipolizei cu hiperlipidemie de transport cu acizi grași liberi în plasmă, proteoliza în organe și gluconeogeneza;

✓ sistemul hematopoietic și imun – se atrofiază timusul și țesutul limfoid cu micșorarea numărului de limfocite în sângele periferic, redistribuirea limfocitelor din compartimentul intravascular în splină, noduli limfatici, duct toracic și măduva osoasă, supresia limfocitelor T, scăderea eozinofilelor și monocitelor prin redistribuire. Toate aceste fenomene determină imunodeficiența stresogenă. Concomitent are loc creșterea numărului de neutrofile în circulație prin mobilizarea lor din măduva osoasă, însă cu inhibarea emigrării și acumulării lor în focarul inflamator [13]. Ar fi cazul de menționat că H.Selye, în teoria sa despre stres și adaptare, menționa rolul primordial al corticosuprarenalelor, care în procesul de stres sintetizează hormoni steroizi-glucocorticoizi, care, de fapt, și îndeplinesc funcția de adaptare. Nu nega Selye nici rolul important al părților superioare ale sistemului nervos central la formarea reacțiilor de adaptare a organismului. Totuși, personal cu această întrebare nu s-a preocupat și, respectiv, sistemului nervos central în teoria sa îi este determinat un loc secund. W.Kennon, I.Pavlov, L.Orbeli și alții în teoriile lor au accentuat rolul important al sistemului nervos în formarea reacțiilor de adaptare a organismului la condițiile stresului [7].

În evoluția stresului sunt implicate mecanisme nervoase și endocrine [13]. Hipotalamusul și ariile adiacente acestuia sunt considerate a fi componentele centrale ale răspunsului la stres [13] și determină caracterul reacțiilor neuromorale. Ele primesc stimuli de la formațiunea reticulară a trunchiului cerebral, de la ariile limbice și de la talamus. Semnalele stresului psihogen parvin la hipotalamus prin căile corticale descendente (corticohipotalamice), în timp ce stresul fizic (somatic) este declanșat prin căile nervoase ascendente de la măduva spinării [13]. Pe de o parte, el mărește activitatea sistemului nervos vegetativ-simpatic, iar, pe de altă parte, impulsionează secreția hormonilor antistres ai corticosuprarenalei [7].

Formația reticulară este un component nervos primar în răspunsul la stres, prin care are loc activarea nespecifică a creierului [13].

Sistemul nervos simpatic este pista eferentă comună, care face conexie cu organele periferice efectoare și prin care se realizează starea de alertă a sistemului nervos. Neurotransmițătorul periferic, care acționează la nivelul organelor și determină reacțiile fiziologice caracteristice stresului, este noradrenalina. Unul dintre efectele stimulării fibrelor preganglionare, care fac sinapsă în medulara suprarenalei, este provocarea sintezei și secreției în sânge a adrenalinei. Totodată, adrenalina pare să aibă un efect de interconexie la nivelul unor arii cerebrale, în special la nivelul formațiunii reticulare. Astfel, există o autoamplificare a răspunsului sistemului nervos la stres [13].

Mecanismele endocrine implicate în stres includ hipersecreția de adrenalină și noradrenalină, somatotropină, corticotropină și de glucocorticoizi [7,13].

Stadiul de epuizare a organismului survine la acțiunea îndelungată a factorului stresant și denotă epuizarea mecanismelor adaptative și de protecție, în special insuficiența de glucocorticoizi și epuizarea rezervelor energetice. Stadiul de epuizare se manifestă prin limitarea adaptabilității organismului, instalarea hipoplaziei și hipofuncției suprarenalelor, micșorarea secreției de corticosteroizi, ceea ce duce la hipotensiune arterială, bradicardie, hipotermie, permeabilitate capilară crescută, anemie, osteoporoză, atrofia gonadelor, tulburări metabolice grave, acidoză decompensată, cașexie, epuizarea și moartea organismului [13]. Totodată, e de menționat că acest proces nu este numai într-o direcție și sunt forțe care reabilitează organismul. La ele poate fi atribuită activarea sistemului nervos vegetativ parasimpatic, în sarcina căruia este restabilirea și păstrarea resurselor, activarea lui având loc în timpul somnului, alimentării și odihnei [7].

Sub acțiunea permanentă a schimbărilor mediului înconjurător procesul evolutiv se asigura atât pe baza păstrării integrității organismului, cât și a formațiunilor structural-funcționale: obținerea altor particularități fiziologice, comportamentale [9], specializarea unor grupe de celule și componente și formarea organelor și sistemelor specializate [17]. Reieșind din aceste schimbări, organismul și-a format un mod de reacționare stereotip la factorii stresogeni, format filogenetic [10], descris în etapele stresului.

A doua jumătate a secolului XX se caracterizează nu doar prin dezvoltarea furtunoasă a științei și tehnicii, care a adus bunuri omenirii, pe care cei ce au trăit la începutul secolului nici nu și-au fi putut-o imagina, dar și prin apariția unor pericole, unanim recunoscute, pentru următoarea existență a omenirii – ecologice, alimentare, energetice, demografice, acumularea armamentului, degradarea biologică a omului [18].

Dacă anterior pericolele veneau strict din partea naturii (animalele sălbatice, focul, frigul, triburile străine etc.) și la acestea omul (și cel contemporan) și-a format stereotipul de a reacționa, stresorii veniți din partea activităților umane, stresorii sociali sunt mult mai variați și au o paletă de acțiune care implică și adaptarea filogenetică, și conștiința umană, și societatea în ansamblu. După cum menționa academicianul C.Sudakov (1981), „centrul de greutate al cercetărilor problemei stresului din domeniul interrelațiilor neuroendocrine tot mai evident se schimbă în domeniul psihic, baza căruia, fără îndoială, o reprezintă trăirile emoționale ale omului” [19].

În prezent este greu a găsi un om care să nu fi auzit despre stres. S-a format o părere că stresul este un fenomen caracteristic vieții actuale complicate, este periculos și cu el urmează să ne luptăm. Psihofiziologul Iu.Alexandrov susține că „stresul a devenit unul dintre cele mai populare diagnoze medico-psihologice. El se stabilește omului atunci când în viața personală, la domiciliu sau la serviciu apar careva probleme ce duc la înrăutățirea sănătății psihice sau fizice”. Cu toate acestea, medicii, fiziologii și lucrătorii sociali deseori includ în noțiunea de stres un conținut absolut diferit, din care cauză la oameni se formează o închipuire eronată/negativă despre stres [7]. Desigur, în această părere este o parte de adevăr, dar numai o parte, care reflectă doar urmările negative cele mai evidente. Situațiile stresante „atacă” oamenii tot mai des; ca urmare este și interesul mare față de acest fenomen (îndeosebi față de stresul emoțional) și dorința cercetătorilor de a clarifica natura și mecanismele lui [9]. Aceste poziții negativiste se întâlnesc și la cercetători. Astfel, V.Suvorova (1975) consideră că „stresul este starea funcțională a organismului, care apare în rezultatul acțiunii externe negative asupra funcțiilor psihice, proceselor nervoase sau activitatea organelor periferice” [20], iar P.Gorizontov (1988) privea stresul ca „reacție generală de adaptare a organismului, ce se dezvoltă ca răspuns la pericolul tulburării homeostazei” [21]. Șirul acestor definiții poate fi continuat [7].

Luând în considerație că omul (animalul) este obiectul și subiectul în stres, fiind descrise manifestările stresului ce se produc în interiorul organismului, în continuare vom examina formele stresului, simptomele lui, factorii ce provoacă stresul și metodele de prevenire sau de luptă cu rezultatul acțiunii stresului asupra organismului, prognozele legate de evoluția ulterioară a acestuia.

Conform teoriei lui H.Selye (1982), pot fi delimitate două forme de stres [23]:

– stresul pozitiv (eustresul), care „tonifică” activitatea organismului și intermediază mobilizarea forțelor de apărare (inclusiv sistemul imun), iar pentru ca stresul să devină eustres sunt necesare anumite condiții, după cum urmează:

- a) fon emoțional pozitiv,
- b) experiență în lucru și prognoză pozitivă pentru viitor,
- c) acceptarea acțiunilor individului din partea societății,
- d) existența unor resurse suficiente pentru învingerea stresului;

– stresul patologic, negativ (distres). În lipsa condițiilor enumerate la eustres, sau la acțiunea negativă a stresorului asupra organismului, stresul devine distructiv, fiind favorizat de un șir de factori, atât obiectivi, cât și subiectivi.

Unii cercetători diferențiază stresul după natura lui (E.Haufmann, 1950; R.Lazarus, 1952; H.Basowitz, 1954; M.Rogovin, 1962) [24-27]:

✓ stresul social – la temelia acestuia stau condițiile de existență socioeconomice ale persoanei. Conflictele sociale și crizele, inflația, șomajul și altele creează tensiune și neîncredere în ziua de mâine;

✓ stresul fiziologic – descris mai sus;

✓ stresul psihologic – determinat de activitatea tensionantă a omului. Condițiile de lucru actuale, volumul mare de informație ce urmează a fi prelucrată și ce urmează a fi primită și altele care țin de timpul vieții contemporane duc la dezorganizarea comportamentului și a funcțiilor psihice [20].

Clasificarea stresului poate fi bazată pe diferite principii:

1) principiul analizei factorilor și condițiilor ce au provocat stresul: stresori ce tulbură homeostaza organismului sau integritatea organismului viu; stresori ce tulbură activitatea individului, stresori de acțiune socială;

2) după intensitate – stresori puternici, ce duc la traume emoțional-psihice, sau cu intensitate mai mică, care duc la frustrare;

3) analiza comportamentului individului în stare de stres – activ sau pasiv;

4) după aprecierea reacțiilor în cadrul stresului: reacții înnăscute nespecifice, condiționate sau dobândite de individ pe parcursul vieții;

5) analiza rolului factorului emoțional în stare tensionată.

H.Selye menționa că noi nu suntem în stare să evităm stresul, dar putem să-l orientăm în direcția necesară pentru a primi satisfacții, în cazul în care vom cunoaște mecanismele lui și ne vom forma o respectivă filosofie a vieții [23].

Concluzii:

În organismul omului (animalului) permanent au loc procese de prelucrare a informațiilor și de reacționare a organismului în dependență de intensitatea lor. Considerăm că stresul este un proces care influențează negativ asupra organismului, iar ca o reacție de stres să fie declanșată este necesar ca stimulii să fie de intensitate mai mare sau necunoscuți, capabili de a o provoca. Respectiv, aceste reacții ale organismului la stimuli nu tot timpul sunt de intensitate majoră, din care cauză nu putem numi stres o excitație simplă a organismului.

Schimbările morfofuncționale și de reacționare a organismului întotdeauna au avut loc din necesitate, în dependență de mediul exterior sau interior care îl influențau, dar având la dispoziție un termen lung de fundamentare a acestor schimbări. Astăzi, când, de rând cu pericolele naturale, a apărut și un volum mare de informație, activități diferențiate, organismul uman nu are timpul necesar pentru a-și forma acele funcții de protecție la asemenea influențe, care de asemenea, de rând cu cele naturale, pot duce organismul până la îmbolnăvire sau deces.

Putem presupune că natura totuși a prevăzut și a asigurat omului dezvoltarea masivă a scoarței cerebrale, comparativ cu animalele, ca fiind un mecanism de adaptare a omului la viitor. Astfel, la momentul actual, prin obținerea cunoștințelor, omul este în stare să se adapteze mediului actual foarte schimbător. Rămâne totuși o întrebare pentru discuție, și anume: a prevăzut natura influența atât de majoră a informației și societății asupra naturii biologice a omului?

Referințe:

1. Carlson N.R. Physiology of behavior (6th ed.). - Boston: Allyn and Bacon, 1998.
2. Palmer J, Palmer L. Evolutionary Psychology. The Ultimate Origins of Human Behavior, 2002.
3. Ibidem.
4. Апчел В.Я., Цыган В.Н. Стресс и стрессустойчивость человека. - Санкт-Петербург, 1999.
5. Van Gennep Arnold. Riturile de trecere. - Iași: Polirom, 1996.
6. Философский словарь / Под ред. Э.Л. Радловы. - Санкт-Петербург: Вестники и библиотека самообразования, 1904.
7. Новейший философский словарь / Сост. А.А. Грицанов. - Минск. Изд. В.М. Скакуна, 1998.
8. Щербатых Ю. В. Психология стресса и методы коррекции. - Санкт-Петербург: Питер, 2006.
9. Rizvi N.H. A critique of the models to study stress // Journal Social Science and Human. 1985, vol.1-2, p.103-123.
10. Актуальные проблемы патофизиологии / Под ред. Б.Б. Мороза. - Москва: Медицина, 2001.
11. Selye H. Syndrome-produced by diverse nocuous agents // Nature, 1936, vol.138, no 3479.
12. Селье Г. Стресс без дистресса. - Москва: Прогресс, 1979.
13. Бодров В.А. Информационный стресс. - Москва: ПЕР СЭ, 2000.
14. Fiziopatologie medicală. Vol.I / Sub redacția lui Luțan Vasile. - Chișinău: Centrul editorial-poligrafic „Medicina”, 2004.
15. Маришук В.Л., Евдокимов В.И. Поведение и саморегуляция человека в условиях стресса. - Санкт-Петербург: Издательский дом «Сентябрь», 2001.
16. Меерсон Ф.З. Адаптация организма к стрессовым ситуациям и предупреждение нарушений ритма сердца // Успехи физиологических наук, 1987, т.18, №4, с.56-79.
17. Вейн А.М. Предисловие к сборнику научных трудов, посвященных эмоциональному стрессу // Роль эмоционального стресса в генезисе нервно-психических заболеваний. - Москва, 1977.
18. Фурдуй Ф.И. и др. Причины и факторы биологической деградации человека и пути его выживания // Stresul, adaptarea, dereglările funcționale și sanocreatologia. - Chișinău: Cartea Moldovei, 1999.
19. Фурдуй Ф.И. и др. Симптомы физиологической, психической и биологической деградации человека как биологического вида // Stresul, adaptarea, dereglările funcționale și sanocreatologia. - Chișinău: Cartea Moldovei, 1999.
20. Судаков К.В. Системные механизмы эмоционального стресса. - Москва: Медицина, 1981.
21. Суворова В.В. Психофизиология стресса. - Москва: Педагогика, 1975.
22. Горизонтов П.Д., Белоусова О.Н., Федотова М.И. Стресс и система крови. - Москва: Медицина, 1988.
23. Данилова Н.Я., Крылова А.Л. Физиология высшей нервной деятельности. - Ростов на Дону: Феникс, 2002.
24. Селье Г. Стресс без дистресса. - Москва, 1982.
25. Naufmann E. Psychological Approaches to the study of Anxiety. In „Anxiety”. - New-York, 1950.
26. Lazarus R.S., Eriksen C.W. Psychological stress and its personality correlates. Part I. The effects of failure stress upon skilled performance // J. Exp. Psychol., 1952.
27. Basowitz H., Sheldon H. Persky, Korchin S., Grinker Roy R. Anxiety and Stress. - New-York, Toronto, London // J. Exp. Psychol., 1954.

Prezentat la 12.10.2011

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ ФУНКЦИИ СОКРАЩЕНИЯ И РЕГУЛЯЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СКЕЛЕТНО-МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗМА

***Петр ПАВАЛЮК., Анна ЛЕОРДА. Светлана ГАРАЕВА,
Галина РЕДКОЗУБОВА, Галина ПОСТОЛАТИ***

Институт физиологии и санокреатологии АН Молдовы

În acest articol este prezentată informația despre sistemele morfofuncționale (bazală, operativă și modulatorie) ce asigură funcțiile de contracție și reglare a activității sistemului muscular scheletic al organismului.

In the scientific report there are presented data which include information about the morpho-functional systems (basal, operational and modulation) which provide functions of contraction and activity's regulation of musculoskeletal system of the organism.

Скелетно-мышечной системе двигательного аппарата присуща выраженная сократительная способность. Мышцы, однако, прикреплены к костям скелета – пассивным элементам (рычагам), которые будучи приведенными в функцию в результате процесса сокращения производят движения различного типа. Санокреатология – новое направление в биомедицине – для целенаправленного формирования, поддержания и укрепления здоровья организма предусматривает индивидуальные воздействия через саногенную двигательную активность на морфофункциональный статус других физиологических систем, обеспечивая, таким образом, укрепление здоровья и функциональную работоспособность. От количественных и качественных показателей (частота, интенсивность, длительность) двигательной активности, циркадной ее ритмики зависит во многом функциональное состояние всех систем и организма в целом. Вполне понятно, что двигательная активность на всех уровнях жизнедеятельности – это обязательное условие существования организма и поддержания его здоровья.

Исходя из этого, нами была поставлена задача на основании анализа и обобщения данных научной литературы и данных Института физиологии и санокреатологии АНМ выявить и проанализировать, какие структурно-функциональные системы обеспечивают функцию регуляции процесса сокращения мышц опорно-двигательного аппарата.

Исследования, проведенные нами в последние годы в области физиологии и санокреатологии опорно-двигательного аппарата, показали, что решение проблемы целенаправленного формирования и поддержания структурно-функционального статуса, как и классификация возможных нарушений его функций, невозможно без выявления и описания двигательных структурно-функциональных единиц, обеспечивающих функцию сокращения различных уровней структуры скелетной мышцы в базальном и оперативном режиме, подобно исследованиям на сердце и респираторной системы [1, 2].

В одной из опубликованных нами работ [3] были описаны двигательные структурно-функциональные единицы, непосредственно реализующие функцию сокращения различных структурных уровней скелетной мышцы.

Системы обеспечения саногенной деятельности опорно-двигательного аппарата, в частности – сократительной функции его мышечной системы, весьма сложны и разнообразны. Согласно данным научной литературы о макро-, микро- и ультраструктуре мышцы, в условиях физиологической нормы сокращение скелетных мышечных волокон осуществляется за счет генерации нервных импульсов мотонейронами спинного мозга, которые проводятся по аксонам к нервно-мышечным синапсам клеточных мембран (сарколемм). Благодаря осуществлению на уровне синапсов сарколеммы физико-химических процессов, происходит деполяризация, вследствие чего генерируется потенциал действия, который проводится вдоль клеточной мембраны и Т-системы, вызывая распад АТФ и освобождение

энергии в присутствии актомиозина и ионов Ca^{2+} , диффузию ионов Ca^{2+} к миофибриллам и скольжение нитей актина относительно таковых миозина, т.е. осуществляется функция сокращения [1, 2, 4, 5].

Сокращение скелетной мышцы как интегрального органа осуществляется ансамблем двигательных единиц (пулом), что позволяет рассматривать его как системную морфофизиологическую структуру, формирующую ее саногеническую функцию благодаря снабжению ее энергетическими и пластическими ресурсами, электролитами и кислородом, а также выносу конечных продуктов обмена кровеносными и лимфатическими сосудами других функциональных систем.

Для формирования функции сокращения скелетных мышц необходимы, по крайней мере, три морфологические структуры:

- 1) структура, генерирующая импульс, – мотонейрон;
- 2) проводящая импульс – аксон мотонейрона с нервными терминалями;
- 3) структура, обладающая свойством сокращаться, – миофибриллы группы мышечных волокон мышцы; т.е. элементарная структурно-функциональная единица сокращения группы мышечных волокон – двигательная единица, состоящая из структур, инициирующих генерацию импульсов, проводящих их и реализующих эффект сокращения.

Таким образом, вышеуказанная структурная система может обеспечить лишь базальную (фундаментальную) активность мышцы, которая проявляется только в условиях полного физического покоя.

В условиях постоянной физической и (или) психической активности организма человека сократительная функция мышц и в целом всего опорно-двигательного аппарата непременно изменяется в соответствии с частотой, интенсивностью и продолжительностью нагрузок. Это может происходить под влиянием модулирующих систем регуляции, классификация которых ранее была осуществлена в отношении сердца [3]. Следует обратить внимание и на необходимость выделения морфофизиологической системы, обеспечивающей саногенную оперативную периодическую сократительную функцию мышц и в целом опорно-двигательного аппарата, как и в случае сердца [3]. Она включает все структурные компоненты морфофизиологической системы, обеспечивающей базальную периодическую активность мышц, т.е. базальную систему, и в зависимости от конкретных условий применяемых нагрузок – также те или иные системы регуляции. К ним относятся: проекционные зоны коры больших полушарий, пирамидальная и экстрапирамидальная системы (включая черную субстанцию), подкорковые ядра, мозжечок, мотонейроны спинного мозга и система обратной связи. Оперативная система осуществляет инициацию, поддержание тонуса, взаимодействие, регуляцию и координацию как простых двигательных реакций, так и сложных двигательных актов организма.

Таким образом, базальная морфофункциональная единица, обеспечивающая совместно с такими же единицами саногенную функцию (контракцию) миофибриллы мышечного волокна – саркомер со специфической ультраструктурой как субстрат для сокращения, лежит в основе саногенного механизма мышечного сокращения. В обеспечении функции сокращения скелетной мышцы, соответственно уровням ее организации, участвуют три морфофункциональные системы: *базальная*, *оперативная* и *модулирующая*, способствующие сокращению миофибрилл, групп мышечных волокон двигательных единиц и мышцы в целом.

Модулирующая система может усиливать и тормозить сократительный процесс и включает систему афферентного синтеза, лимбическую систему, ретикулярную формацию, вегетативную нервную систему, эндокринную систему. Эти структуры модулируют функции базальной и оперативной систем, усиливая или угнетая, таким образом, простые двигательные реакции или сложные двигательные акты организма.

Схема, включающая системы регуляции и координации сократительной функции скелетной мышцы, приведена на стр.28.

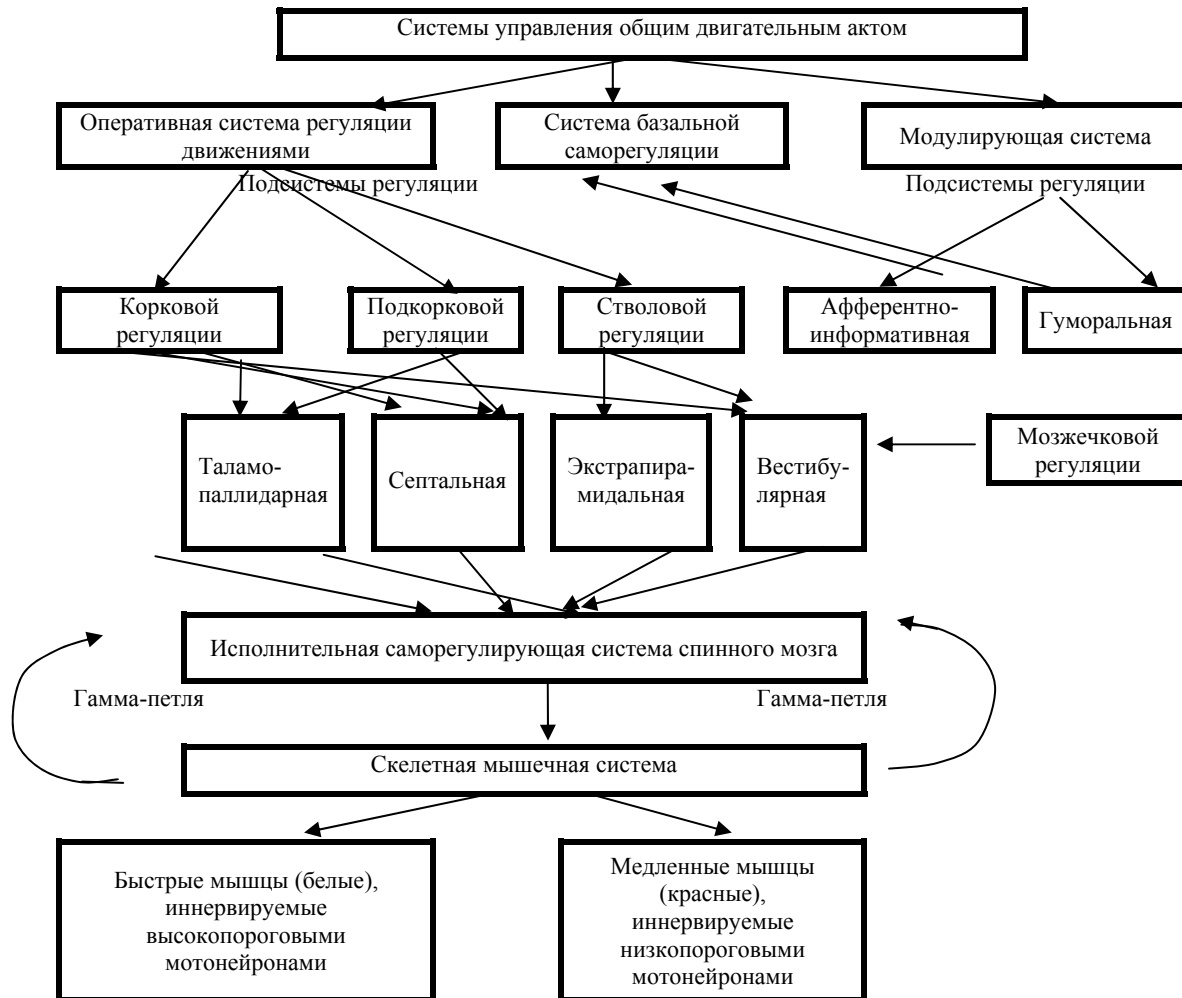


Схема. Системы управления общим двигательным актом

Итак, оперативная система включает базальную и модулирующие системы и осуществляет оперативные сокращения мышц. Эти системы функционируют содружественно, обеспечивая в конечном итоге конечный физиологический эффект – процесс сокращения мышц и на его основе различную двигательную активность и в целом поведенческий акт организма.

Выводы:

1. В функциогенезе скелетной мышцы необходимо учитывать: а) системную структурно-функциональную единицу сокращения скелетной мышцы (ансамбль двигательных единиц – пул); б) элементарную структурно-функциональную единицу – двигательную единицу, которая лежит в основе функции группы мышечных волокон, входящих в состав мышцы; в) базальную структурно-функциональную единицу – саркомер, который совместно с другими такими же единицами обеспечивает сокращение миофибриллы как составного элемента мышечного волокна.

2. В обеспечении функции сокращения скелетной мышцы, соответственно уровням ее организации, участвуют три морфофункциональные системы: *базальная*, *оперативная* и *модулирующие*, которые, соответственно, способствуют сокращению миофибрилл, групп мышечных волокон двигательных единиц и мышцы в целом. Модулирующие системы могут усиливать или тормозить сократительный процесс, а оперативная система осуществляет повседневные (оперативные) сокращения мышц.

3. Важную модулирующую роль в регуляции двигательной активности играют системы саморегуляции скелетной мышцы, вегетативной нервной, гуморальной и модулирующей афферентной информативной регуляции.

4. Двигательная активность, регулируемая многими блоками регуляции и координации, бывает саногенной только при строгой координации тонической и физической форм мышечной деятельности. Во время формирования двигательных навыков происходит образование как нервно-мышечного, так и вегетативного компонентов, а вегетативные реакции становятся более специфическими и отражают запросы двигательной сферы. Важное значение имеет и сенсорная коррекция, поступающая в центральную нервную систему от различных рецепторных образований.

Литература:

1. Фурдуй Ф.И., Чокинэ В.К., Фурдуй В.Ф. и др. Элементарная структурно-функциональная единица сокращения, базальная и оперативная морфофункциональные системы ритмической активности сердца. // Известия АНМ. Биологические, химические и сельскохозяйственные науки, 2003, №1(290), с.34-42.
2. Фурдуй Ф.И., Чокинэ В.К., Вуду Л.Ф. и др. Механизмы регуляции системы внешнего дыхания в саногенных условиях. 1. Современное представление о механизмах регуляции функции респираторной системы. Элементарная морфофункциональная единица вдоха и выдоха // Известия АНМ. Науки о жизни, 2006, №3(300), с.4-17.
3. Павалюк П., Леорда А., Мереуцэ И. Двигательные структурно-функциональные единицы – основа саногенной функции скелетной мышечной системы // *Medicină Alternativă, Fiziologie clinică și metode de tratament*, 2009, №14, с.55-59.
4. Clamann H. Statistical analysis of motor unit firing patterns in a human skeletal muscle. // *Biophysical Journal*, 2009, No9(10), с.1223-1251.
5. Landete-Castillejos N., Currey J.P., Estevez J.A. et al. Influence of physiological effort of growth and chemical composition on antler bone mechanical properties // *Bone*, 2007, №41, с.794-803.

Prezentat la 30.09.2011

PARTICULARITĂȚILE FUNCȚIONĂRII SISTEMULUI NEUROHORMONAL ÎN DIABETUL EXPERIMENTAL PE FONDALUL ADMINISTĂRII FITOPREPARATELOR

Yaacoubi SALEH

Catedra Biologie Umană și Animală

The aim of this study is to investigate the neurohormonal responses and metabolic changes to a different plants used more likely among obese patients with diabetes mellitus type II. The significant variations of hypothalamus neurohormons changes demonstrate that plants treatment is more likely to reduce the insulin resistance among obese diabetic patients. The phytotherapy has a crucial role to regulate the hunger and satiety centers in the hypothalamus by the effects of the Arcuate nucleus's neurohormons upon the appetite and increasing the metabolic rates in the adipose tissues.

Diabetul zaharat este o epidemie globală, determinată genetic. În 2010 a fost estimat că aproximativ 220 milioane de persoane suferă de diabet zaharat. Această maladie cauzează aproximativ 5% din totalul deceselor din lume în fiecare an. 80% din persoanele cu diabet zaharat trăiesc în țările cu venituri mici și mijlocii. Majoritatea persoanelor bolnave din aceste țări sunt de vârstă mijlocie – 45-64 de ani. Numărul deceselor din cauza diabetului are tendința de a crește cu peste 50% în următorii 10 ani, dacă nu se vor lua măsuri urgente. Datele statistice atestă că în America pacienții cu diabet zaharat sunt în număr de 23,6 milioane copii și 7,8% de adulți din populație. În fiecare an se depistează 1,6 milioane de cazuri noi la persoanele cu vârsta de 20 de ani și mai mare. Diabetul zaharat este una dintre provocările cele mai grave pentru sănătate în întreaga lume. Astăzi 28 milioane de oameni din Europa de Vest, 19 milioane din America de Nord și 138 milioane din Asia au diabet zaharat. În 2007, numărul de pacienți cu diabet zaharat care primesc medicație pentru diabet zaharat în Israel a fost de aproximativ 392 de mii. Aproximativ o cincime din populație cu vârstă de 65 ani și mai mult suferă de diabet zaharat. Se estimează că aproximativ 200000 de persoane în Israel nu știu că sunt bolnave de diabet zaharat [1]. Statisticile denotă că în Republica Moldova numărul bolnavilor de această maladie este în continuă creștere, a cărei prevalență în anul 2006 a constituit 45845 de diabetici, iar incidența diabetului zaharat a constituit 19,0 la 100000 populație [2,3].

Diabetul zaharat tip 2 se datorează rezistenței crescute la insulină a țesuturilor, însoțită de scăderea secreției de insulină. Lipsa de răspuns la insulină a țesuturilor se datorează cel mai probabil modificării receptorului pentru insulină de pe membrana celulară. Factorii care pot cauza diabetul includ: abundența calorică a dietei moderne, fapt concretizat în obezitate sau în indici ai masei corporale ridicate, fumatul, nivelul ridicat de colesterol, tensiune arterială înaltă. Obezitatea și excesul de greutate reprezintă un risc major pentru maladiile cronice, inclusiv pentru diabetul de tip 2, bolile cardiovasculare, hipertensiunea arterială și accidentele vasculare cerebrale, precum și pentru anumite forme de cancer. Excesul de grăsime cauzează scăderea rezistenței la insulină. Acest hormon în cantități mari poate afecta capacitatea organismului de a utiliza eficient calorii, provocând astfel obezitatea [4].

Unii dietologi-experti care promovează dietele sărace în carbohidrați sunt de părere că rezistența la insulină este cauza obezității. Obezitatea și diabetul zaharat de tip 2 sunt asociate cu epidemiile emergente din acest secol. Identificarea mecanismului-cheie al fiziopatologiei oferă perspective unice în ce privește potențialul de prevenire și tratament cu ajutorul plantelor. Obezitatea este o stare de sănătate care se caracterizează prin excesul de grăsime corporală. Ea poate fi evaluată cu ajutorul indicelui de masă corporală (IMC), care indică relațiile dintre masa corpului și talia organismului. Una dintre principalele cauze ale obezității clinice este consumul de calorii mai mare decât acestea pot arde prin intermediul activităților fizice. Diabetul de tip 2 apare atunci când există o încetinire sau pierdere a eficacității în transferul de zahăr la celulele sangvine din fluxul de sânge. Această situație este cauzată de modificarea rezistenței la insulină, care duce la dezechilibrarea chimică sau la o serie de complicații riscante [5,6].

Savanții susțin că obezitatea și diabetul zaharat de tip 2 au ca premisă o serie de factori, deoarece peste 85% din maladiile indicate sunt interdependente. Obezitatea face ca celulele corpului să devină rezistente la insulină. O altă legătură importantă între cele două dereglări funcționale este că ambele pot provoca sau agrava o varietate de complicații medicale, cum ar fi: nivelul ridicat de colesterol, de trigliceride, bolile cardiace

coronariene, hipertensiunea arterială, accidentul vascular cerebral, bolile de rinichi. Există o corelație strânsă între diabetul zaharat de tip 2 și obezitate. Pierderea a aproximativ 5-10% din greutatea corporală poate reduce semnificativ riscul de sănătate [7].

Pacienții obezi cu diabet zaharat de tip 2 au rezistență la insulină. Dacă nivelul de insulină din sânge este scăzut, aceasta poate provoca secreția redusă a factorului de sațietate – a leptinei din țesutul adipos. Nivelul scăzut de insulină și leptina provoacă stimularea nucleului arcuit din hipotalamus, care contribuie la creșterea secreției de neuropeptide Y și la scăderea peptidelor melanocortine care conțin MSH (hormon melanocit stimulator). Neuropeptidele Y (NPY) și peptidele melanocortine vor stimula nucleele secundare hipotalamice pentru a reduce pofta de mâncare și rata metabolică. Cercetătorii consideră că dacă la pacienții cu diabet zaharat va crește rata metabolică și va scădea apetitul, aceasta va fi suficient pentru a reduce rezistența la insulină și nivelul de zahăr din sânge. Țesutul adipos secretă un factor de săturare hormonal – un produs chimic circulant care scade pofta de mâncare. Secreția factorului de sațietate ar crește după mese și ar scădea în condiții de repaus alimentar. Factorul de sațietate acționează prin intermediul centrelor din hipotalamus, acesta fiind secretat de țesutul adipos. El este produs de o genă observată pentru prima dată la șoareci, cunoscută sub numele de OB / OB (OB desemnează „obezi”, simbolul dublu indică faptul că șoarecii sunt homozigoți pentru această genă). La aceste animale se observă hiperfagie (mănâncă prea mult) și este scăzut consumul de energie. Genă OB a fost clonată la șoareci și oameni și a fost găsită numai în adipocite. Afectul acestei gene este scăzut în timpul postului și crescut după hrănire. Produsul proteic, presupus factorul de sațietate, este un polipeptid 167-aminoacid care se numește *leptină*. OB la șoareci produce o formă mutantă și ineficientă din leptină și acest defect provoacă obezitatea lor. Atunci când sunt injectați cu leptină normală ei se opresc a manca și pierd în greutate. Oamenii de știință au identificat, de asemenea, câțiva pacienți obezi cu defectele genei leptina. Studiile arată că la oamenii cu activitatea genei OB concentrațiile sangvine de leptină sunt ridicate la majoritatea persoanelor obeze, rezultatele pierderii în greutate sunt interdependente de conținutul plasmatic de leptină [8].

La șoarecii homozigoți injecțiile de leptină cauzează scăderea neuropeptidelor Y (NPY) în hipotalamus. Această observație demonstrează că neuropeptidele Y sunt un puternic stimulator al poftei de mâncare. Ele funcționează ca un neurotransmițător al axonilor care se extind în cadrul hipotalamusului din nucleul arcuat la nucleul paraventricular – cele două regiuni implicate în controlul de comportament. Pierderea în greutate reduce secreția de leptină din adipocite, care duce la creșterea producției de neuropeptide Y, stimulează foamea, aportul alimentar și scăderea cheltuielilor de energie [9,10].

O secreție crescută de leptină poate reduce foamea prin inhibarea Y neuropeptidelor în hipotalamus. Savanții au descoperit că pofta de mâncare poate fi suprimată prin intermediul hormonului melanocit stimulator sau de către o neuropeptidă Y și melanocortină care se leagă cu receptorul specific în hipotalamus. Creșterea nivelului de leptină activează melanocortina, influențează pofta de mâncare și consumul de energie. Leptina este țintă pentru nucleul arcuat al hipotalamusului, în cazul în care aceasta afectează două populații de neuroni. O populație produce neuropeptidele Y, acești neuroni sunt inhibați de leptină. Altă populație produce MSH și este stimulată de leptină. Ca urmare, nivelul ridicat de leptină suprimă pofta de mâncare, în timp ce nivelul scăzut ar trebui să provoace pofta de mâncare. Aceste efecte ajută organismul să mențină nivelul său obișnuit de adipozitate [11].

Scopul studiului

Investigarea relației dintre Scorțișoară – *Cinnamomum verum* și neurohormonii hipotalamusului (neuropeptide Y și melanocortin peptidă) sub influența *Cinnamon* asupra secreției de insulină în sânge la diabetul alloxanic. Scorțișoara poate să crească nivelul de insulină din sânge și poate să reducă rezistența la insulină, prin scăderea secreției de neuropeptide Y și creșterea melanocortin peptidei (MSH) din nucleul arcuat al hipotalamusului.

Prezintă interes studiul secreției de insulină în sânge, pentru a stimula secreția de leptină de la masă adipos și examinarea influenței leptinei asupra eliberării de neuropeptide Y (NPY) și MSH hipotalamice. Scăderea concentrației de NPY, creșterea nivelului de MSH duc la creșterea ratei metabolice bazale, precum și la scăderea poftei de mâncare, reduc obezitatea, scade rezistența la insulină.

Fitoterapia

În Israel este crescut interesul pe scară națională față de plantele medicinale. Aceasta remarcă rolul lor indispensabil în tratamentul diabetului zaharat. În prezent, fitoterapia este considerată procedeu și concepție științifică în tratamentul cu ajutorul plantelor medicinale. Datorită spectrului bogat de substanțe chimice, plantele medicinale sunt utilizate în Israel în diverse patologii, iar amestecurile multicomponente exercită acțiuni sistemice asupra întregului organism. Această acțiune este determinată de faptul că plantele medicinale posedă numeroase proprietăți chimice care pot fi de mare necesitate nu doar pentru organismul de origine vegetală, ci și pentru tratamentul diabetului zaharat. Diferite plante medicinale sunt folosite în Israel ca tratament al diabetului zaharat, cum ar fi: *Cinnamomum verum*, *Achillea fragrantissima*, *Ammi visnaga*, *Vicia hybrida*, *Eryngium cretiucum*, *Inula vascoza*, *Prosopis farcata*, *Artemisia sieberi*, *Atriplex halimus*. Multe dintre ele sunt în curs de cercetări medicale, în scopul de a cunoaște mecanismul lor fiziologic și efectele acestora.

Prin dietă are loc îmbogățirea cu fibre naturale, glucide complexe, proteine vegetale, antioxidanți, vitamine și minerale. Deficiențele minerale sunt comune în diabetul zaharat și pot agrava rezistența la insulină. Multe dintre aceste minerale sunt co-factori ai metabolismului glucozei. În cele ce urmează va fi studiată influența extractelor de plante medicinale asupra proceselor metabolice [12].

Prezintă interes **Scorțișoara** (*Cinnamomum verum*, sinonim *C.zeylanicum*), folosită pe larg în tratamentul dereglărilor metabolice în Israel. Ea este un copac mic, veșnic verde, care aparține familiei *Lauraceae*, condiment obținut din scoarță de copac numit scorțișoară. Cinnamonul scade rata respirației celulare din drojdie. Scorțișoara este un arbore tropical, care crește dens, având înălțimea de până la 10-15 metri. Este, de asemenea, răspândită în Europa de Sud-Est, Asia, America de Sud și de Vest. Are flori galbene și fructe mici de culoare roz, conține uleiuri esențiale, bogate în cobalt [3].

Uleiul conține o componentă principală – cinamaldehydă. Scoarța de copac conține scorțișoară Tanins condensat, catechine, urme de cumarină. Scoarța de scorțișoară produce greață, vărsături, diaree, dureri musculare și creșterea secreției de salivă, a acidului gastric, reduce hipertensiunea arterială. Scorțișoara și textura fac ca celulele grase să răspundă mai bine la insulină, care reglementează procesul de scădere a zahărului în sânge și consumul acestuia în celulele corpului, fiind convertit în energie. Ajută să faciliteze procesul de naștere. Una dintre componentele principale ale uleiului, cunoscută sub denumirea de cinamaldehydă compozit, este atribuită mai mult la efectele farmacologice. O lingură de scorțișoară conține ca antioxidanți cât ar conține o cană plină de suc de rodie și o jumătate de ceașcă de afine. Uleiul esențial este factorul principal în efectul tonic și de stimulare a circulației sangvine, a respirației, a vaselor de sânge din intestine. Scoarța *Cinnamon* este folosită ca condiment. Este utilizată la prepararea unor tipuri de deserturi în alimentație. În Orientul Mijlociu, este adesea utilizată în bucate ca condiment pentru carnea de pui și de miel. În Statele Unite, scorțișoara și zahărul sunt adesea folosite ca aromă la produsele din cereale, pâine, în diferite feluri de mâncare, mai ales din fructe; scorțișoara mai este un amestec de zahăr. Scoarța *Cinnamon* este unul dintre puținele condimente care pot fi consumate direct [4]. Scorțișoara pudră a fost mult timp un condiment important în bucătăria persană, folosită într-o varietate de supe groase, băuturi și dulciuri. Acesta este adesea amestecat cu apa-roz sau cu alte mirodenii pentru a face o scorțișoară pe bază de curry, pulbere pentru tocane sau doar stropit pentru a fi dulce (mai ales Shole-persană zard). Aroma ei este datorată unui ulei aromatic esențial, ce constituie de la 0,5% la 1% din compoziția sa. Este de culoare galben-aurie, cu un miros caracteristic de scorțișoară și un gust foarte aromatizat. Gustul și mirosul înțepător provin de la alhida cinamică sau cinamaldehydă. Alte componente chimice ale uleiului esențial includ Cinamat de etil, Eugenol (cu precădere în frunze), cinamaldehydă, beta-caryophyllene, linalool și chavicol de metil. În medicină este un remediu pentru răceală. Aceasta a fost, de asemenea, utilizat pentru a trata diareea. Cinnamonul digestiv este folosit pe larg ca antioxidant. Uleiul esențial de scorțișoară are proprietăți antimicrobiene, care ajută la conservarea anumitor produse alimentare. Cinnamonul poate avea efecte farmacologice remarcabile în tratamentul diabetului zaharat de tip 2 și al rezistenței la insulină. Cinnamonul a fost în mod tradițional utilizat pentru a trata durerea de dinți și a normaliza respirația. Compușii cinamaldehydă, acetatul de cinamic, Eugenol și de anetol, care se conțin în uleiul de frunze de scorțișoară, s-au dovedit a avea cea mai mare eficacitate împotriva larvelor de țânțar. Consumul regulat de ceai făcut din coajă de *Cinnamomum zeylanicum* ar putea fi benefic pentru stresul oxidativ [3,4].

Concluzii

Diferite plante medicinale sunt folosite în Israel în tratamentul diabetului zaharat, dar multe dintre ele sunt în curs de cercetări medicale, în scopul de a cunoaște mecanismul lor fiziologic. *Cinnamomum verum* este folosit ca plantă în tratamente antidiabetice. Investigațiile nivelului secreției de insulină au un rol important pentru a reduce rezistența la insulina în diabetul zaharat de tip 2. Neurohormonii hipotalamici NPY și MSH provoacă creșterea activității nervoase simpatice care ar putea duce la intensificarea ratei metabolice și a consumului de energie și, ca rezultat, la scăderea obezității, la reducerea rezistenței la insulină.

Referințe:

1. Zaiev E., Wienstien H. Diabetic care // The Israel journal of medicine, 2009, p.1-2 .
2. Walley A.J., Blakemore A.I., Froguel P. Genetics of obesity and the prediction of risk for health // Human Molecular Genetic, 2008, p.124-130.
3. Wild S., Roglic G., Green A., Sicree R., King H. Global prevalence of diabetes: estimates for 2000 and projections for 2030 // Diabetes Care, 2004, 27 (5):1047.
4. Rother K.I. Diabetes treatment-bridging the divide // The New England Journal of Medicine, 2007, no356 (15), p.1499-1450.
5. Arlan Rosenbloom, Janet H. Type 2 Diabetes in Children and Adolescents: A Clinician's Guide to Diagnosis, Epidemiology, Pathogenesis, Prevention, and Treatment. - American Diabetes Association, U.S., 2003, p.1-2.
6. Hoffman M. Centers for Disease Control and Prevention (CDC) // Morbidity and Mortality Weekly Report 53, 2004, p.1066-1068.
7. Mozaffarian D., Kamineni A., Carnethon M., Djoussé L., Mukamal K.J., Siscovick D. Lifestyle risk factors and new-onset diabetes mellitus in older adults: the cardiovascular health study // Archives of Internal Medicine (April 2009), 169 (8), p.798-807.
8. Mcwall S., Fox Human physiology, 8th ed, 2004, p.606-607.
9. Taniguchi T., Hamasaki A., Okamoto M. Endocrine Journal 55 (May 2008), p.429-432.
10. Walley A.J., Blakemore A.I., Froguel P. Genetics of obesity and the prediction of risk for health // Human Molecular Genetic, 2008, p.124-130.
11. Lyssenko V., Jonsson A., Almgren P. Clinical risk factors, DNA variants, and the development of type 2 diabetes // The New England Journal of Medicine, 2008, 359 (21), p.2220-2232.
12. Bailey C.J., Day C. Traditional plant medicines as treatment for diabetes // Diabetes Care, 1989, p.553-564.
13. Baker L. Effect of Cinnamon on Glucose Control and Lipid Parameters // Diabetes Care, 2008, p.31-41.
14. Daniel B. Cinnamon and physiological effects in diabetes mellitus // Diabetes Care, 2009, p.437.
15. Tierney L.M., McPhee A., Papadakis M. Current medical Diagnosis & Treatment. International edition. - New York: Lange Medical Books/McGraw-Hill, p.1203-1215.

Prezentat la 2.12.2011

**ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ И МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ
НА ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЕМ БЕЛКА И АКТИВНОСТЬЮ
РИБОНУКЛЕАЗЫ В ЗЕРНЕ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ**

Андрей БАБИЦКИЙ

Ботанический сад, г. Тирасполь

Factorul principal de care depinde în primul rând conținutul proteinei în bobul de grâu este nivelul de umiditate din sol și al nutriției minerale. Conținutul majorat de proteină, urmat de scăderea activității enzimei ribonucleaza, este indus prin deficitul de umiditate a solului. Prin urmare, sinteza proteinei de rezervă și enzimei ribonucleaza este independentă și are loc în diferite compartimente ale bobului în perioada maturizării.

Effect of soil moisture and mineral nutrition on the relationship between the protein content and activity of ribonuclease in kernels of durum wheat

The main factor determining the protein content in wheat grain is the level of soil moisture and mineral nutrition is of secondary importance. High levels of protein, followed by a decrease in the activity of the enzyme ribonuclease, are induced by deficit of soil moisture. Hence the synthesis of storage protein and the ribonuclease enzyme occur independently in different processes of wheat grains.

В серии предыдущих исследований [1-3] было показано, что главным фактором, определяющим содержание белка в зерне пшеницы, является уровень почвенной влаги при возделывании растений пшеницы, при которой репродуцируется ее зерно. При этом размах изменчивости содержания белка в зависимости от уровня влажности почвы превышает таковой, вызываемый уровнями и сочетаниями минеральных удобрений, который является минорным и включается в размах изменчивости, вызванный влажностью почвы.

Высокое содержание белка в зерне индуцируется дефицитом почвенной влаги, в то время как ее избыток приводит к снижению содержания белка до уровня 9-10%, который, очевидно, и является физиологически номинальным содержанием запасного белка в зерне пшеницы. Превышение белковитости выше этого значения идет за счет прибавления к нормальному уровню запасных белков зерновки еще и индуцируемого водным стрессом внешней среды избыточного накопления не сбалансированной по аминокислотному составу проламиновой белковой фракции, а именно – глиадинов. Отсюда глиадин классифицирован стрессовым белком, индуцируемым дефицитом почвенной влаги у пшеницы (water deficit protein) WDP [3-5].

В связи с этим возникает необходимость в выяснении следующего: существует ли количественная связь между содержанием запасного белка и уровнем ферментов в зерне, синтезируются ли ферменты синхронно с накоплением глиадина или их синтеза идут независимо. Для этого выбран фермент рибонуклеаза (РНКаза), реагирующий на водный дефицит [6,7] и выполняющий существенную роль как на стадии созревания, так и при прорастании зерна.

При переходе зерновки от стадии растяжения к стадии интенсивного синтеза запасного белка, в клетках эндосперма появляется большое количество рибосом, прикрепленных к мембранам ретикуло-эндотелиальной системы. После завершения этого процесса и перехода эндосперма зерновки к бесклеточной стадии, лизиса клеточных ядер и подготовки к процессу обезвоживания идет заключительный акт разрушения связи рибосом с мембранами, после чего уже свободные рибосомы подвергаются атаке ферментом РНКазой и на заключительной стадии гидролизуются рибосомная РНК. В результате в зрелом семени в эндосперме имеются только следы РНК, в то время как значительное количество РНКазы сохраняется и защищает сухое семя от атаки РНК-содержащей вирусной инфекции. К концу стадии созревания семян остаточное количество РНКазы в эндосперме зрелых семян достигает такого уровня, что мука из семян злаков может служить источником для выделения фермента РНКазы в препаративных целях [7].

До настоящего времени взаимосвязь между содержанием белка и активностью РНКазы не изучена и представляет значительный научный интерес в связи с влиянием минерального питания и уровня почвенной влаги при репродукции семян пшеницы, что и является предметом данного исследования.

Методы исследования

Опыт основан на изучении влияния 13 вариантов различных уровней и сочетаний минеральных удобрений при трех режимах влажности почвы на содержание белка в зерне яровой твердой пшеницы Харьковская 46 в агроэкологических условиях степной зоны юга Украины. Растения возделывали при трех режимах влажности почвы, которые здесь в тексте обозначаются под номерами как опыты: **1** - без полива, или дефицит почвенной влаги (увлажнение за счет атмосферных осадков); **2** - 75% полной почвенной влагоемкости (ППВ), или оптимум влажности почвы; **3** - избыток влаги в почве при 90% ППВ, создаваемый передвижной дождевальная установкой. Норма высева: 5 млн. семян на гектар, глубина заделки 4 см, ширина междурядий 15 см. Учетная площадь делянки 18 м². Посев произведен сеялкой точного высева, уборка комбайном Сампо. Уровни примененных удобрений представлены в таблице.

Из полученных семян на зерновых решетках для анализа были отобраны семена средней наиболее массовой фракции 2,5–2,75 мм [5-8]. Из семян получена тонкоизмельченная мука на вальцевой мельнице с вальцами из легированной стали, залитыми внутрь свинцом для их утяжеления. Полученная мука экстрагировалась в диэтиловом эфире в аппарате Соксклета от пигментов и фенольных соединений и использовалась для определения белка и активности в ней фермента РНКазы. Белок определен биуретовым методом [8] и выражен в процентах к сухому весу семян.

Активность РНКазы определялась в 0,1 М Na – ацетатном буфере pH 5,4. В центрифужные пробирки вносилось по 2 мл этого буфера и 100 мг муки и после перемешивания и 10-минутного выдерживания на водяной бане при t = 30°C в пробирки вносили по 2 мл раствора дрожжевой РНК на этом же буфере при ее концентрации 2 мг/мл. Инкубация проходила при t = 30°C в течение 12 минут. Реакцию останавливали перенесением штатива с пробирками в ледяную баню и добавлением в пробирки по 4 мл 0,25 М переохлажденного до -10°C раствора безводного MgCl₂ на 96% этаноле для осаждения РНК [9]. После 10-минутного выдерживания в ледяной бане пробирки переносили в ротор охлаждаемой до -10°C центрифуги и центрифугировали в течение 10 минут при 16 000 g. Супернатант количественно переносили в мерные колбы на 25 мл и после приведения содержимого к комнатной температуре измеряли оптическую плотность при 260 нм на спектрофотометре СФ-46. Расчет количества гидролизованной РНК производили исходя из специфической экстинкции РНК при 260 нмб, равной 0,27 при концентрации гидролизованной РНК 10 мкг/мл и длине светового пути 1 см.

Для математической обработки использовался подход изучения групповой изменчивости содержания белка и активности РНКазы с применением статистических методов анализа и последующего моделирования функциональных зависимостей на основе параметров функции распределения: средней величины и среднеквадратического отклонения, введенных в приложение **нормрасп** по программе Эксел для четкой репрезентативности полученных экспериментально данных.

Результаты и их обсуждение

Полученные экспериментальные результаты представлены в таблице, из которой видно, что увеличение влажности почвы ведет к уменьшению содержания белка и повышению активности РНКазы в зерне пшеницы. При этом влияние минерального питания на эти показатели намного меньше и вкладывается во внутрь размаха изменчивости, вызываемого уровнем влажности почвы при репродукции семян. Оценивается по коэффициенту изменчивости (КИ). Влияние минерального питания на содержание белка намного меньше, чем на активность РНКазы, и соответственно КИ содержания белка находится в пределах от 3,8% до 5%, в то время как КИ активности РНКазы находится в пределах 18-19%. Итак, активность РНКазы более отзывчива на минеральное питание, нежели содержание белка. Степень влияния уровня влажности на содержание белка и активность РНКазы оценивается

по величине относительной разницы Rd (Relative difference) их средних величин и вычисляется по формуле:

$$Rd = \frac{X_1 - X_3}{X_2},$$

где Rd – относительная разница активностей РНКазы или содержания белка, вызванных различиями уровней влажности почвы без полива и при максимальном поливе 90% ППВ;

X_1 – максимальное частное среднее;

X_2 – обобщенное среднее;

X_3 – минимальное частное среднее.

Пример вычисления Rd для показателя содержания белка: $13,3 - 10,7 = 2,6$. Обобщенное среднее: $13,3 + 11,4 + 10,7 = 35,4$; $35,4/3 = 11,8$; $Rd = 2,6/11,8 = 0,22$.

Аналогичным образом для активности РНКазы получаем: $Rd = 0,330$.

Следовательно, влияние влажности почвы на активность РНКазы более значительное, нежели на содержание белка. Влияние различий по влажности почвы на содержание белка и активность РНКазы происходит в противоположных направлениях: при высокой влажности активность РНКазы повышается, а содержание белка падает. Из направленности этих показателей можно сделать вывод, что дефицит почвенной влаги индуцирует синтез белка в зерновке пшеницы, в основном его фракцию глиадина [3-5] с одновременным падением активности фермента РНКазы. Такая ответная реакция на высокую влажность почвы путем увеличения активности РНКазы гармонирует с повышением урожайных качеств семян, репродуцированных при высокой влажности почвы. Это позволяет использовать активность фермента РНКазы в качестве теста при отборе семян с высокими урожайными качествами. По высокой активности РНКазы относительно содержания белка можно судить о высоких урожайных качествах семян.

Таблица

Влияние уровней минерального питания и режимов влажности почвы на активность РНКазы в семенах яровой твердой пшеницы Харьковская 46

Минеральное питание	Без полива		75% ППВ		90% ППВ	
	Белок, %	РНКазы, мг РНК/г белка в час	Белок, %	РНКазы, мг РНК/г белка в час	Белок, %	РНКазы, мг РНК/г белка в час
N0P0K0	12,1	248	11,1	261	10,4	240
N30P30K30	13,2	189	11	318	10,2	294
N60P60K60	13,2	189	11,9	244	10,3	262
N90P90K90	13,9	144	12,3	179	11,2	179
N0P60K60	12,6	198	10,6	283	10,4	250
N30P60K60	13,3	173	10,4	269	9,9	313
N90P60K60	13,7	131	11,6	198	11,7	205
N60K0P60	13,4	224	11,8	229	11,3	239
N60K30P60	14,1	135	11,9	227	11,1	225
N60K90P60	13,4	216	11,2	286	10,2	343
N60K60P0	13,2	182	11,2	259	10,4	288
N60K60P30	13,4	224	11,6	190	10,4	269
N60K60P90	13,2	174	11,5	174	11,1	304
Средняя величина	13,3	186,7	11,4	239,8	10,7	262,4
Среднеквадратическое отклонение	0,51	35,95	0,54	45,0	0,54	45,9
Коэффициент изменчивости %	3,8	19,3	4,7	18,8	5	17,5

Для получения более четкой репрезентативности экспериментально полученных данных, представленных в таблице, на основе средних величин и их среднеквадратических отклонений использован метод моделирования кривых нормального распределения по программе Эксель в приложении **нормрасп**. Эти данные содержания белка в зерне пшеницы представлены на рис.1, где четко видно, что семена, полученные при дефиците почвенной влаги, четко отделяются от остальных вариантов более высоким содержанием белка. Аналогичный подход, примененный к активности фермента РНКазы, представлен на рис.2. Из рисунка видно, что уровень влажности имеет прямо противоположное влияние на этот показатель. Однако семена с высокой активностью РНКазы не так четко отстоят от двух других вариантов по влажности почвы, отсюда как критерий на высокие урожайные качества семян активность РНКазы не так репрезентативна, как содержание белка.



Рис.1. Влияние влажности почвы на статистическое распределение содержания белка в зерне твердой пшеницы Харьковская-46

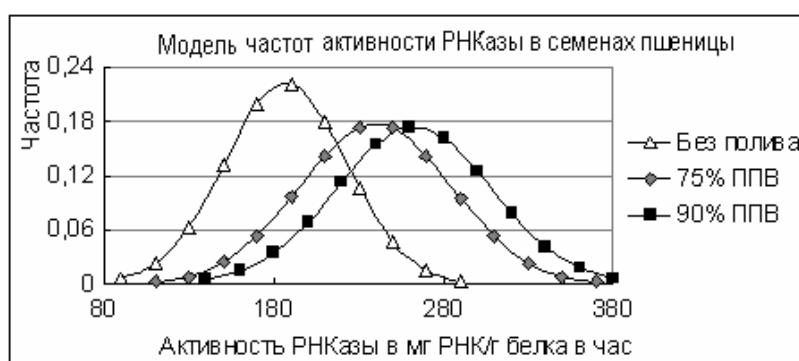


Рис.2. Влияние влажности почвы на статистическое распределение активности РНКазы в расчете на белок в зерне твердой пшеницы Харьковская-46

Из рис.1 видно, что главным фактором, определяющим содержание белка в зерне пшеницы, является уровень влажности почвы, а величины и сочетания минеральных питаний вкладываются в пределы кривых распределений, зависящих от влажности почвы. При этом, судя по кривым распределения содержания белка, уровень влажности почвы при 75% ППВ накладывается на данные избыточной влажности при 90% ППВ, и совершенно четко отстоит распределение повышенного содержания белка в зерне, репродуцированного при дефиците почвенной влаги.

Отсюда вполне очевидно, что повышенное содержание белка в семенах индуцируется дефицитом почвенной влаги при выращивании растений пшеницы или стрессом в водном режиме, что приводит также и к формированию семян с пониженными урожайными качествами [10-17]. Напротив, высокая влажность почвы способствует формированию низкобелковых семян пшеницы с высокими урожайными качествами.

Из вышеприведенных данных явствует, что даже один и тот же сорт или генотип пшеницы значительно варьирует по содержанию белка в зависимости от условий влажности почвы и уровней минерального питания. При этом генотип сорта не имеет решающего значения, все решает внешняя среда и главное в ней – это уровень влажности почвы, поскольку избыточное накопление белка вызвано

стрессом от дефицита влаги в почве, и избыточно накопленный белок является стрессовым белком дефицита почвенной влаги WDP [3-5].

Чтобы оценить, как связана активность фермента РНКазы, принадлежащего альбуминовой фракции запасного белка зерновки пшеницы, с общим белком, эти данные отражены в графике на рис.3.

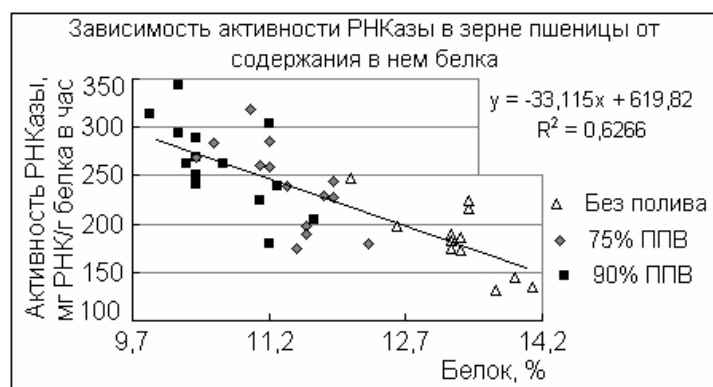


Рис.3. Влияние влажности почвы на взаимосвязь между содержанием белка и активностью фермента РНКазы в зерне твердой пшеницы Харьковская-46

На графике четко прослеживается обратная линейная зависимость между активностью РНКазы, представителем альбуминов, и общим белком, в основном представленным глиадином. Водный стресс значительно снижает активность РНКазы, поэтому можно считать, что ее синтез не протекает синхронно и не осуществляется в том же компартменте, где происходит синтез проламиновой фракции белка, поэтому РНКазу необходимо отнести к конституциональным белкам зерна пшеницы.

Выводы

Экспериментально показано, что главным фактором, определяющим содержание белка в зерне пшеницы, является уровень влажности почвы. Уровни и сочетания минеральных удобрений включаются как второстепенные факторы в общий размах изменчивости, вызываемый водным режимом растений пшеницы. РНКазы в ответ на водный стресс не активизируют свою активность подобно фракции глиадинов, а наоборот, снижают свою активность и поэтому не может быть отнесена к стрессовым белкам, индуцируемым дефицитом почвенной влаги. Она является конституциональным белком зерна пшеницы.

Литература:

1. Бабицкий А., Тома З. Влияние минеральных удобрений и влажности почвы на содержание белка в зерне пшеницы // Международный сельскохозяйственный журнал, 2008, №1, с.53-54.
2. Бабицкий А.Ф. Определяющие факторы содержания и качества белка в зерне твердой пшеницы // Агроном (Украина), 2011, № 2 (32), с.70-72.
3. Бабицкий А.Ф. Главный фактор, определяющий содержание белка и его качество в зерне твердой пшеницы // Studia Universitatis. Universitatea de Stat din Moldova. Revista științifică. Seria: Științe ale naturii. Chișinău, 2011, nr.1 (41), p.92-96.
4. Бабицкий А.Ф. Белок в зерне пшеницы: от чего зависит и чем является // Материалы XX Международного научного симпозиума. - Симферополь, 2011, с.388-393.
5. Бабицкий А.Ф. Белок зерна пшеницы – от чего зависит и чем является глиадин // Рациональное использование ресурсного потенциала регионов России и сопредельных государств: Сборник научных статей / Ред. А.А. Афонин. - Брянск: Издательство «Курсив», 2011, с.23-30.
6. Yi C., Todd G. W. Changes in ribonuclease activity of wheat plants during water stress // Physiologia plantarum, 1979, Vol.46, P.13-16.
7. Ingle J. Corn meal as a source of ribonuclease // Biochimica et Biophysica Acta, 1963, Vol.73, No.2, P.331-334.
8. Сечняк Л.К., Бабицкий А.Ф., Гармашова К.Н., Брединский А.А. Биохимические аспекты изучения урожайных качеств семян яровой пшеницы под влиянием условий минерального питания материнских растений // Пути создания исходного материала для селекции зерновых злаковых культур: Труды Всесоюзного селекционно-генетического института. - Одесса, 1976, т.14, с.12-21.

9. Razzell W. E. The precipitation of polyribonucleotides with magnesium salts and ethanol // *The Journal of Biological Chemistry*, 1963, vol.238, No.9, p.3953-3057.
10. Бабицкий А.Ф., Сечняк Л.К., Брединский А.А. Репродуктивная память семян пшеницы // *Fiziologia și biochimia plantelor de cultură (Aspecte Ecologice)*. - Chișinău, 2004, p.26-31.
11. Бабицкий А.Ф., Сечняк Л. К., Брединский А. А. Модификатор урожайных качеств семян пшеницы // *Fiziologia și biochimia plantelor de cultură (Aspecte Ecologice)*. - Chișinău, 2004, p.22-25.
12. Бабицкий А., Брединский А. Урожайные качества семян пшеницы степной зоны // *Analele științifice ale Universității de Stat din Moldova. Seria: Științe chimico-biologice*. - Chișinău, 2005, p.418-421.
13. Бабицкий А. Эволюция и репродуктивная память // *Genetica și ameliorarea plantelor, animalelor și microorganismelor: Materiale Congresului VIII al Societății Științifice a Geneticienilor și Amelioratorilor din Republica Moldova*, 29-30 septembrie 2005. - Chișinău, 2005, p.696-701.
14. Бабицкий А.Ф., Брединский А.А. Уровень влажности почвы при репродукции семян пшеницы формирует их урожайные качества // *Международная конференция. Современная физиология растений: от молекул до экосистем, Часть 3*. - Сыктывкар, 2007, с. 290-291.
15. Бабицкий А.Ф. Экологически индуцируемая наследственность пшеницы // *Проблемы биоэкологии и пути их решения: (Вторые Ржавитинские чтения): Материалы научной конференции*. Саранск 15-18 мая 2008 г. - Саранск: Издательство Мордовского университета, 2008, с.207-209.
16. Бабицкий А.Ф. Онтогенетическая наследственность культивируемых растений // *Studia Universitatis. Universitatea de Stat din Moldova. Revista științifică. Seria: Științe ale naturii*. - Chișinău, 2009, nr.6 (26), p.170-173.
17. Бабицкий А.Ф. Режим влажности почвы при выращивании пшеницы модифицирует продуктивные качества ее семян // *Культурные растения для устойчивого сельского хозяйства в 21 веке (Иммунитет, селекция, интродукция)*. Том 4. Часть 1. - Москва, 2011, с.373 -380.

Prezentat la 07.11.2011

**ELABORAREA PROCEDEELOR METODOLOGICE ȘI TEHNOLOGICE DE REGLARE
A DENSITĂȚII POPULAȚIEI FITOFAGULUI *GRAPHOLITHA FUNEBRANA* Tr.
PRIN APLICAREA FEROMONULUI SEXUAL SINTETIC**

Tudor NASTASE

Institutul de Protecție a Plantelor și Agricultură Ecologică, AȘM

In this article there are reflected the results of optimization of structure of sexual pheromone of *Grapholitha funebrana* species and a new preparatory pheromone form for males' disorientation method was elaborated. As well there was appreciated the seasonal sexual cycle of this species in climatic conditions of Republic of Moldova. As an experiment there were elaborated the methodological and technological parameters of application of the synthetic sexual pheromone for reduction of population density of this pest by means of methods of mass capture and disorientation of males.

Elaborarea mijloacelor de diminuare a populațiilor de insecte fitofage prin aplicarea feromonilor sexuali sintetici necesită investigații privind specificul biologic al reacției de comportament la faza imago. Aprecierea particularităților comportamentului sexual este una dintre sarcinile oportune ale metodologiei de aplicare a feromonilor sexuali în sistemele de protecție integrată a culturilor agricole. Succesul aplicării feromonilor sexuali sintetici depinde în mare măsură de profunzimea cunoștințelor despre toate verigile lanțului comportării sexuale a fiecărei specii de fitofagi. Din aceste considerente, aprecierea comportamentului sexual al speciei *Grapholitha funebrana* Tr., care este un dăunător economic grav pentru cultura prunului, prezintă un interes deosebit din punct de vedere practic. Pentru estimarea activității biologice și a specificității feromonilor sexuali sintetici cea mai adecvată este metoda aprecierii lor în condiții de câmp, care se bazează pe gradul eficienței de atragere a masculilor în capcanele înzestrate cu momele feromonale. Aprecierea corectă a ciclului de dezvoltare sezonier are o importanță majoră pentru metodele de aplicare a feromonilor sexuali în protecția plantelor. Unul dintre elementele principale constă în aprecierea eficienței biologice a compoziției feromonilor sexuali de origine sintetică. Actualmente, feromonul standard al speciei *G. funebrana* constă din doi componenți: „Z8–12Ac (97%) + E8–12Ac (3%)”.

Scopul cercetărilor a fost de a optimiza compoziția feromonului sexual sintetic, de a aprecia ciclul sexual sezonier al speciei *G. funebrana* și de a elabora procedee metodologice și tehnologice care ar permite obținerea unor rezultate pozitive în ce privește reglarea densității populației acestui fitofag prin aplicarea feromonilor sexuali sintetici.

Optimizarea compoziției feromonale

Pentru elucidarea acestor sarcini au fost supuse testărilor patru compoziții feromonale în care treptat se majora rata componentului minor „E8–12Ac” și se reducea rata componentului principal „Z8–12Ac” în compoziția feromonului standard al speciei *G. funebrana* (Tab.1).

Tabelul 1

Reacția sexuală manifestată de către masculii speciei *Grapholitha funebrana* la capcanele feromonale în dependență de rata componentului minor „E8–12Ac”

Variantele	Prima generație			A doua generație		
	Numărul masculilor	Devierea de la martor	Grupul	Numărul masculilor	Devierea de la martor	Grupul
Martor Z8–12Ac(97%) + E8–12Ac(3%)	240,0	-	-	394,0	-	-
I Z8–12Ac(95%) + E8–12Ac(5%)	182,0	- 58,0	III	206,0	- 188,0	III
II Z8–12Ac(90%) + E8–12Ac(10%)	76,0	- 164,0	III	192,0	- 202,0	III
III Z8–12Ac(85%) + E8–12Ac(15%)	30,0	- 210,0	III	100,0	- 294,0	III
	DEM ₀₅ = 44,0			DEM ₀₅ = 47,0		

Testările au demonstrat că, odată cu majorarea ratei componentului minor „E8–12Ac” în compoziția feromonului sexual al speciei *G. funebrana* „Z8–12Ac(97%) + E8–12Ac(3%)”, se reduce substanțial eficiența lui biologică. Reieșind din rezultatele obținute s-a constatat că cu cât mai mare este rata componentului minor în compoziția feromonului sexual, cu atât mai mic este și numărul masculilor, care reacționează la capcanele înzestrate cu asemenea compoziție feromonală. Astfel s-a constatat că în compoziția feromonului sexual de origine sintetică al speciei *G. funebrana* rata componentului minor „E8–12Ac” trebuie să nu depășească limita de 3,0%. În continuare, testărilor au fost supuse alte șapte compoziții feromonale, în care componentul principal „Z8–12Ac”, era substituit cu componentul minor „H–12Ac”. Eficiența biologică a celor șapte compoziții feromonale a fost apreciată după numărul masculilor care au reacționat la capcanele înzestrate cu compozițiile feromonale corespunzătoare (Tab.2).

Tabelul 2

Reacția sexuală manifestată de către masculii speciei *Grapholitha funebrana* la capcanele înzestrate cu diferite compoziții al feromonului sexual sintetic

Variantele	Prima generație			A doua generație		
	Numărul masculilor	Deviere de la martor	Grupul	Numărul masculilor	Deviere de la martor	Grupul
Etalon Z8–12Ac (97%) + E8–12Ac (3%)	197,4	-	-	97,0	-	-
E8–12Ac (3%) + H–12Ac (97%)	0	- 197,4	III	0	- 97,0	III
Z8–12Ac (62%) + E8–12Ac (3%) + H–12Ac (35%)	257,4	+ 59,6	I	124,0	+ 27,0	II
Z8–12Ac (47%) + E8–12Ac (3%) + C–12Ac (50%)	247,8	+ 50,4	II	67,3	- 29,7	II
Z8–12Ac (32%) + E8–12Ac (3%) + H–12Ac (65%)	205,4	+ 8,0	II	65,5	- 31,5	II
Z8–12Ac (22%) + E8–12Ac (3%) + H–12Ac (75%)	202,4	+ 5,0	II	84,0	- 13,0	II
Z8–12Ac (7%) + E8–12Ac (3%) + H–12Ac (90%)	250,0	+ 52,6	I	117,0	+ 20,0	II
	DEM ₀₅ = 51,8			DEM ₀₅ = 57,8		

Analiza rezultatelor obținute au demonstrat că în absența componentului principal în compoziția feromonală (variante II) a fost provocată blocarea totală a reacției sexuale a masculilor speciei *G. funebrana*. Testarea următoarelor compoziții feromonale a scos la iveală faptul că prin substituirea componentului principal „Z8–12Ac” cu cel minor „H–12Ac” (variante III–VI) nu a fost provocată reducerea reacției sexuale a masculilor; dimpotrivă, aceștia au devenit mai atractivi. Astfel, s-a constatat că o înlocuire treptată a componentului principal „Z8–12Ac”, care este foarte costisitor, cu cel minor „H–12Ac” – mai puțin costisitor, nu provoacă reducerea reacției sexuale a masculilor speciei date în comparație cu compoziția feromonului sexual standard. Concomitent, rezultatele obținute au permis selectarea unei compoziții feromonale biologic efective și economic rentabile. Luând în considerație cele expuse, pentru investigațiile ulterioare au fost selectate două compoziții feromonale:

- 1) Z8–12Ac (62%) + E8 – 12Ac (3%) + H–12Ac (35%);
- 2) Z8–12Ac (7%) + E8 – 12Ac (3%) + H–12Ac (90%).

Dacă până la investigațiile curente rata componentului principal în compoziția feromonală standard era la nivelul de 97%, datorită rezultatelor obținute s-a constatat că reducerea ratei componentului principal cu 90% nu a influențat negativ eficiența biologică. Astfel, a fost demonstrat că compoziția feromonului „Z8–12Ac (7%) + E8–12Ac (3%) + H–12Ac (90%)” poate fi recomandată pentru aplicare, deoarece este biologic efektivă și economic mai rentabilă decât compoziția feromonului standard, aplicat până în prezent.

Aprecierea ciclului sexual sezonier

În calitate de momeală, în capcane a fost aplicată compoziția feromonală „Z8–12Ac (62%) + E8–12Ac (3%) + H–12Ac (35%)”. Rezultatele obținute au demonstrat că *G. funebrana* se dezvoltă în două generații. S-a constatat că prima generație își începe activitatea sexuală la finele decadei a treia a lunii aprilie, extinzându-se

până în prima decadă a lunii iunie. Piscul activității sexuale în prima generație a fost fixat la finele decadei a doua și la începutul decadei a treia a lunii mai. Activitatea sexuală a generației a doua se extinde pe o durată de timp mult mai lungă și se află în limitele primei decade a lunii iulie și ale primei decade a lunii septembrie. Piscul activității sexuale a masculilor din generația a doua a fost înregistrat de la finele primei decade a lunii iulie și până la finele decadei trei a lunii iulie (Fig.1).

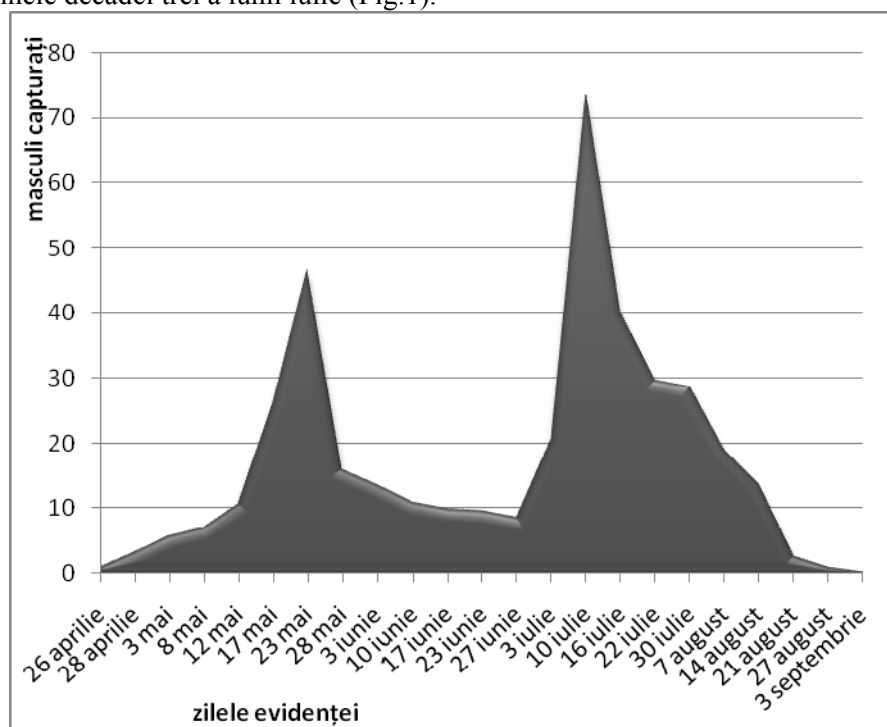


Fig.1. Ciclu sexual sezonier al masculilor speciei fitofagului *Grapholitha funebrana* în condițiile agroclimaterice ale Republicii Moldova.

Astfel, în rezultatul multiplelor investigații a fost demonstrat că ciclul sexual sezonier al speciei fitofagului *G. funebrana* se extinde pe o perioadă de circa 120 zile (de la finele lunii aprilie până la începutul lunii septembrie). Luând în considerație reacția sexuală a masculilor manifestată față de capcanele feromonale, a fost apreciată perioada activității sexuale sezoniere a speciei fitofagului *G. funebrana* în condițiile agroclimaterice ale Republicii Moldova. Rezultatele obținute pot servi ca suport practic în aplicarea diferitelor mijloace de reglare a densității populației speciei fitofagului dat.

Elaborarea procedeele metodologice și tehnologice ale metodei de captare în masă a masculilor *Grapholitha funebrana* Tr.

Feromonii sexuali sintetici ai speciilor de insecte fitofage fac parte din arsenalul elementelor principale în elaborarea sistemelor de protecție integrată a culturilor agricole. Ei pot fi aplicați cu succes nu doar ca un mijloc sigur de monitorizare a speciilor de fitofagi, dar și ca un mijloc efektiv de gestionare a acestor organisme dăunătoare. Una dintre cele mai importante particularități ale aplicării feromonilor sexuali în sistemele de protecție este specificul lor de a influența asupra speciilor de insecte fitofage, împotriva cărora mijloacele existente nu sunt efective în măsura necesară sau pentru combaterea lor sunt necesare tratări multiple cu diferite insecticide.

Reieșind din caracteristica feromonilor sexuali sintetici a și fost determinat ca scop demonstrarea eficienței gestionării speciei *G. funebrana* prin diferite modalități de aplicare a lor. Astfel, testărilor au fost supuse două metode de aplicare a feromonilor sexuali sintetici în gestionarea densității populației: 1) Captarea în masă a masculilor prin metoda de atragere a lor în capcanele feromonale și 2) dereglarea legăturilor de comunicare sexuală între genurile acestei specii (metoda de dezorientare a masculilor), prin crearea condițiilor de saturare a mediului cu moleculele feromonului sexual de origine sintetică.

Esența metodei de captare în masă constă în eliminarea din populațiile speciilor de fitofagi a unui număr major de masculi activi. Eliminarea masculilor activi din populațiile de fitofagi pe întregul ciclu de dezvoltare

va influența în mod direct majorarea numărului de femele care nu au inițiat actul de acuplare. Femelele care nu au fost acuplate nu vor depune ouă fertile și, astfel, densitatea populațiilor fitofagilor corespunzători va fi redusă. Rezultatele obținute au demonstrat că cu ajutorul capcanelor înzestrate cu compoziții efective de feromoni sexuali sintetici poate fi atrasă majoritatea masculilor activi din populațiile speciilor corespunzătoare de fitofagi. Investigațiile efectuate au fost destinate elaborării unor procedee metodologice și tehnologice, care ar permite obținerea unor rezultate pozitive la aplicarea metodei de captare în masă a masculilor pentru a diminua densitatea populației fitofagului *G. funebrana*.

Testarea metodei de captare în masă a masculilor speciei fitofagului *G. funebrana* a fost precedată, în primul rând, de determinarea capacităților migratoare ale masculilor, iar în al doilea rând – de aprecierea razei de acțiune a unei capcane feromonale.

Pe parcursul testărilor a fost stabilit că în livada experimentală densitatea populației speciei fitofagului *G. funebrana* în prima generație a fost medie (49,0 masculi la o capcană feromonală în decursul a 7 zile). Densitatea populației în generația a doua a fost înaltă (circa 101,3 masculi la o capcană feromonală în decursul a 7 zile). În raza distanței de aproximativ 1 km de la livada experimentală nu se aflau alte livezi de prun. Pentru aprecierea capacităților migratoare ale masculilor, capcanele feromonale au fost amplasate conform direcției predominante a vântului la o distanță de circa 25,0, 50,0 și 100 metri de la livada de prun. Numărul masculilor, care au reacționat la capcanele feromonale, era comparat cu numărul celor care au reacționat la capcanele amplasate în interiorul livezii de prun.

Analiza rezultatelor obținute pe parcursul ciclului sezonier de dezvoltare a speciei *G. funebrana* a demonstrat că numărul masculilor care au reacționat la capcanele feromonale amplasate în afara livezii de prun a fost cu mult mai redus decât numărul masculilor care au reacționat la capcanele amplasate în interiorul livezii de prun. Astfel, la capcanele feromonale amplasate la o distanță de 25,0 m de la livada de prun au reacționat cu 85,1% mai puțini masculi decât la capcanele amplasate în interiorul livezii de prun. În capcanele feromonale amplasate la o distanță de 50 și 100 m de la livada de prun a fost atras un număr și mai redus de masculi (8,2 – 4,2% corespunzător), în comparație cu numărul masculilor atrași în capcanele amplasate în interiorul livezii. Astfel, a fost demonstrat că *G. funebrana* nu face parte din rândul speciilor cu proprietăți majore de migrație. Această concluzie prezintă un interes practic important, deoarece experimental s-a constatat că este puțin probabil ca insectele ce aparțin altor populații să pătrundă în livada de prun respectivă, fapt ce va influența pozitiv asupra aprecierii corecte a randamentului metodei de captare în masă a masculilor (Tab.3).

În continuare, investigațiile au fost direcționate spre determinarea înălțimii optime la care imago speciei fitofagului *G. funebrana* preferă să-și desfășoare un mod activ de viață, adică: în partea de jos, medie, sau în cea de sus a coroanei pomilor de prun. În calitate de criteriu la determinarea înălțimii optime la care imago speciei *G. funebrana* își desfășoară modul activ de viață a servit numărul masculilor capturați în capcanele feromonale la înălțimile corespunzătoare. Capcanele feromonale au fost amplasate în coroana pomilor de prun la nivel jos – 1,0 m de la suprafața solului, mediu – 2,0 m și de sus – 3,0 m. Numărul masculilor capturați în capcanele feromonale amplasate la înălțimea de 1,0 și 3,0 m a fost comparat cu numărul celor capturați în capcanele amplasate la înălțimea de 2,0 m de la sol (în calitate de martor). Rezultatele obținute sunt reflectate în Tabelul 4.

Tabelul 3

Rata masculilor speciei fitofagului *Grapholitha funebrana* atrași de capcanele feromonale în dependență de distanța amplasării lor de la livada de prun

Variantele	Prima generație			A doua generație		
	Numărul masculilor care au reacționat la o capcană	Devierea de la martor	Grupul	Numărul masculilor care au reacționat la o capcană	Devierea de la martor	Grupul
Martorul (capcane amplasate în livada de prun)	49,0	-	-	101,3	-	-
Capcane amplasate la 25,0 m de la livada de prun	7,3	- 41,7	III	31,0	- 70,3	III
Capcane amplasate la 50,0 m de la livada de prun	4,0	- 45,0	III	23,0	- 78,3	III
Capcane amplasate la 100 m de la livada de prun	2,0	- 47,0	III	17,0	- 84,3	III
	DEM ₀₅ = 10,1			DEM ₀₅ = 26,8		

Tabelul 4

Rata masculilor speciei fitofagului *Grapholitha funebrana* atrași la capcanele feromonale în dependență de înălțimea amplasării lor în coroana pomilor de prun

Variantele	Prima generație			A doua generație		
	Numărul masculilor care au reacționat la o capcană	Deviere a de la martor	Grupul	Numărul masculilor care au reacționat la o capcană	Devierea de la martor	Grupul
Martorul (capcanele amplasate la 2,0 m de la sol)	32,8	-	-	23,5	-	-
Capcane amplasate la 1,0 m de la sol	26,2	- 6,6	II	15,5	- 8,0	II
Capcane amplasate la 3,0 m de la sol	33,4	+ 0,6	II	20,5	- 30,0	II
DEM ₀₅ = 7,2			DEM ₀₅ = 13,6			

Analiza rezultatelor obținute a demonstrat că nu a existat o diferență esențială între numărul masculilor care au reacționat la capcanele feromonale. Astfel, s-a determinat că pentru imago speciei *G. funebrana* nu este caracteristic un brâu în înălțimii în care se desfășoară fazele etologice ale ciclului de dezvoltare. Considerăm că imago speciei date își duc un mod activ de viață în întreaga coroană a pomilor de prun. Rezultatele obținute pot fi luate în considerație ca un element metodologic la elaborarea metodei de captare în masă a masculilor speciei *G. funebrana*. Totodată, constatăm că cea mai optimă înălțime de afișare a capcanelor feromonale pentru metoda de captare în masă (atât din punct de vedere practic, cât și al eficienței biologice) este cea de 2,0 m de la suprafața solului.

În continuare s-au efectuat investigații cu scopul de a aprecia numărul optimal de capcane feromonale necesar pentru captarea masculilor activi ai speciei fitofagului *G. funebrana*. Pentru aceasta au fost montate trei variante cu suprafața a câte 1 hectar, pe care au fost amplasate câte 9, 18, și 27 capcane feromonale. În rezultatul investigațiilor corespunzătoare a fost demonstrat că amplasarea pe un hectar a câte 18 și 27 capcane feromonale nu influențează esențial eficiența biologică a metodei de captare în masă al masculilor comparativ cu eficiența obținută prin amplasarea a 9 capcane feromonale pe un hectar. Din aceste considerente, s-a decis ca în testările ulterioare ale metodei de captare în masă a masculilor speciei *G. funebrana* să fie aplicate câte 10 capcane feromonale pe un hectar.

Metoda de captare în masă a masculilor speciei *G. funebrana* a fost testată în mai multe gospodării pe diferite suprafețe și pe un fon diferit al densității populației. În livezile de prun (10 ha) situate în gospodăria „Moldova” din raionul Orhei și în gospodăria din raionul Vulcănești (15 ha) a fost testată metoda de captare în masă a masculilor pe fonul unor populații cu o densitate medie și înaltă. Capcanele feromonale au fost repartizate pe toată suprafața, a câte 10 pe un hectar. Rezultatele obținute sunt oglindite în tabelele 5 și 6.

Tabelul 5

Eficiența biologică a metodei de captare în masă a masculilor speciei *Grapholitha funebrana* pe fonul densității medii a populației. (s = 10 ha, gospodăria „Moldova” raionul Orhei)

Variantele	Prima generație		A doua generație		Numărul tratărilor chimice
	Masculi capturați în medie la o capcană/7 zile	Prune atacate (%)	Masculi capturați în medie la o capcană/7 zile	Prune atacate (%)	
Martor	-	50,0	-	60,0	-
Etalon	-	2,0	-	1,8	3
Captarea în masă a masculilor	18,4	1,8	28,4	1,5	1

Tabelul 6

Eficiența biologică a metodei de captare în masă a masculilor speciei *Grapholitha funebrana* pe fonul densității înalte a populației (s = 15 ha, raionul Vulcănești)

Variantele	Prima generație		A doua generație		Numărul tratărilor chimice
	Masculi capturați în medie la o capcană/7 zile	Prune atacate (%)	Masculi capturați în medie la o capcană/7 zile	Prune atacate (%)	
Etalon	-	10,0	-	2,0	3
Captarea în masă a masculilor	30,9	0,4	27,7	0,3	1

Reieșind din rezultatele expuse, s-a demonstrat că aplicarea metodei de captare în masă a masculilor fitofagului *G. funebrana* are o eficiență biologică impunătoare și pe fonul unor densități medii și înalte ale populației. Dacă pe sectorul martor numărul prunelor atacate atingea rata de 50,0-60,0%, atunci pe sectorul unde a fost aplicată metoda de captare în masă, însoțită de o tratare cu insecticide, a fost obținută o reducere a prunelor atacate până la pragul economic de daună. Pentru a atinge același nivel de reducere a ratei prunelor atacate, pe sectorul etalon au fost efectuate trei tratări cu insecticid.

Testările efectuate în continuare au avut ca scop determinarea eficienței biologice a eliminării masculilor activi din populația speciei fitofagului *G. funebrana* pe parcursul mai multor ani la rând în una și aceeași livadă de prun. Testările și aprecierea eficienței biologice a metodei de captare în masă a masculilor a evoluat pe parcursul a trei ani (2008 – 2010) în una și aceeași livadă de prun, care se extindea pe o suprafață de 11 ha (s. Băcioi). Capcanele feromonale erau amplasate la o înălțime de 2,0 m de la sol câte 10 capcane pe un hectar. Masculii capturați erau înlăturați o dată în 7 zile. Testările efectuate au demonstrat că aplicarea metodei de captare în masă a masculilor speciei *G. funebrana* pe parcursul mai multor ani în una și aceeași livadă duce la creșterea eficienței biologice. Fapt confirmat prin reducerea treptată a numărului de masculi și prin reducerea esențială a ratei prunelor atacate de către larvele acestui fitofag. Astfel, pe sectorul livezii etalon, pentru a reduce dauna provocată de către larvele fitofagului dat până la nivelul pragului economic de daună, au fost efectuate anual câte 2 – 3 tratări cu insecticide. Luând în considerație faptul că de pe sectorul livezii experimentale a fost înlăturat un număr considerabil de masculi activi prin intermediul capcanelor feromonale, majoritatea femelelor au rămas neacuplate. Acest fapt a fost confirmat printr-o reducere esențială a densității populației pe sectorul supus testării metodei de captare în masă a masculilor și, ca urmare, rata prunelor afectate de larve a fost redusă până la minimum. În mod experimental a fost demonstrat că prin aplicarea metodei de captare în masă a masculilor e posibil a reduce gradul de nocivitate a populației speciei *G. funebrana* și a obține o roadă de prune ecologice (Tab.7).

Tabelul 7

Eficiența biologică a metodei de captare în masă a masculilor speciei fitofagului *Grapholitha funebrana* în dependență de longevitatea aplicării (s = 11 ha, s. Băcioi)

Variantele	Prima generație		A doua generație		Numărul tratărilor chimice
	Numărul masculilor capturați	Prune afectate (%)	Numărul masculilor capturați	Prune afectate (%)	
Anul 2008					
Sectorul etalon	-	8,0	-	2,0	3
Sectorul cu aplicarea metodei de captare în masă a masculilor	11696	2,6	6630	2,8	1
Anul 2009					
Sectorul etalon	-	6,0	-	2,0	2
Sectorul cu aplicarea metodei de captare în masă a masculilor	9418	2,0	5100	2,4	1
Anul 2010					
Sectorul etalon	-	2,5	-	1,6	2
Sectorul cu aplicarea metodei de captare în masă a masculilor	731	1,0	1748	2,0	0

Elaborarea procedeelelor metodologice și tehnologice ale metodei de dezorientare a masculilor *Grapholitha funebrana* Tr.

O altă metodă de gestionare a speciilor de insecte fitofage este așa-numita metodă de dezorientare a masculilor. Principiul acțiunii metodei de dezorientare asupra speciilor de insecte fitofage este pe cât de simplu, pe atât de sofisticat, deoarece afectează legăturile sexuale între genuri, care au fost obținute și cizelate pe parcursul evoluției fiecărei specii în parte. Din aceste considerente, metoda de dezorientare a masculilor rămâne a fi una dintre cele mai efective (cu aplicarea feromonilor sexuali), dar, totodată, una dintre cele mai sofisticate din punctul de vedere al elaborării. În investigația noastră au fost elaborate unele procedee metodologice și tehnologice, care ar permite obținerea unor rezultate pozitive la aplicarea metodei de dezorientare a masculilor speciei *G. funebrana*. Investigațiile corespunzătoare au fost efectuate pe parcursul mai multor ani pe fonul unor populații cu densitate diferită.

În rezultatul investigațiilor efectuate de noi au fost elaborate unele elemente tehnologice pentru dezorientarea masculilor speciei *G. funebrana*, cum ar fi aprecierea înălțimii optime de afișare a formelor preparative și determinarea componenței optime a feromonului sexual de origine sintetică. În continuare s-a purces la elaborarea unei forme preparative feromonale, care ar corespunde cerințelor înaintate pentru testarea metodei de dezorientare a masculilor speciei fitofagului corespunzător. Din aceste considerente, s-a purces la elaborarea formei preparative feromonale confecționate din materia primă (rebut) livrată de către firma „ASCHIM” (Chișinău). Pe baza materialelor din clorură polivinilică au fost confecționate compoziții multistratale în care se injecta compoziția feromonului sexual de origine sintetică al speciei *G. funebrana* „Z8-12Ac (65%) + E8-12Ac (3%) + H-12Ac (35%)”. Această compoziție feromonală a fost injectată în stratul din mijloc al formei preparative, care era apărat din ambele părți cu peliculă din clorură polivinilică. Luând în considerație devierile factorilor climaterici, care au loc pe parcursul ciclului de dezvoltare a ambelor generații ale speciei *G. Funebrana*, a fost folosită peliculă cu grosime diferită: pentru prima generație – cu o grosime de 135 mkm, iar pentru generația a doua – cu o grosime de 210 mkm. Dacă ar fi fost folosite și în a doua generație forme preparative feromonale cu aceeași grosime a peliculei ca și pentru formele preparative elaborate pentru prima generație, viteza de emanare a feromonului sexual din ele s-ar fi majorat considerabil. Aceasta, la rândul său, ar fi redus considerabil durata timpului în care se emană feromonul sexual sintetic injectat în aceste forme preparative. Pentru aprecierea vitezei de emanare a componenților prezenți în compoziția feromonului sexual sintetic și a longevității perioadei de acțiune a formelor preparative multistratale, au fost folosite următoarele ecuații: $\ln Y = \ln Y_0 - m\tau$ (pentru Z8-12Ac) și $\ln X = \ln X_0 - k\tau$ (pentru H-12Ac). Rezultatele obținute prin aplicarea acestor formule sunt reflectate în Tabelul 8.

Tabelul 8

Viteza de emanare a componenților feromonului sexual sintetic al speciei fitofagului *Grapholitha funebrana* din formele preparative peliculare multistratale în condiții de câmp

Variantele	Z 8-12Ac			H-12Ac		
	$\ln Y - \ln Y_0 - m\tau$			$\ln X = \ln X_0 - k\tau$		
	$\ln Y_0$	m	/ r /	$\ln X_0$	k	/ r /
Prima generație	0,78	$9,6 \times 10^{-2}$	0,90	0,27	$8,6 \times 10^{-2}$	0,99
A doua generație	1,04	$1,1 \times 10^{-1}$	0,99	0,34	$9,4 \times 10^{-1}$	0,99

Agenda: Y, X – concentrația componenților în stratul din mijloc (mg/cm^2);
 τ – durata de timp a expunerii formelor preparative;
 /r/ – coeficientul de corelație.

Aprecierea vitezei de emanare în timp a feromonului sexual sintetic din formele preparative prin metoda cromatografică a demonstrat că după 30 de zile de la expunerea lor în câmp au rămas doar 3,0-5,0% din cantitatea de feromon inițial injectată. Acest fapt este foarte important, deoarece în formele preparative din cauciuc după 30 de zile de la expunerea lor în câmp mai rămân circa 30-40% feromon sexual sintetic (Fig.2).

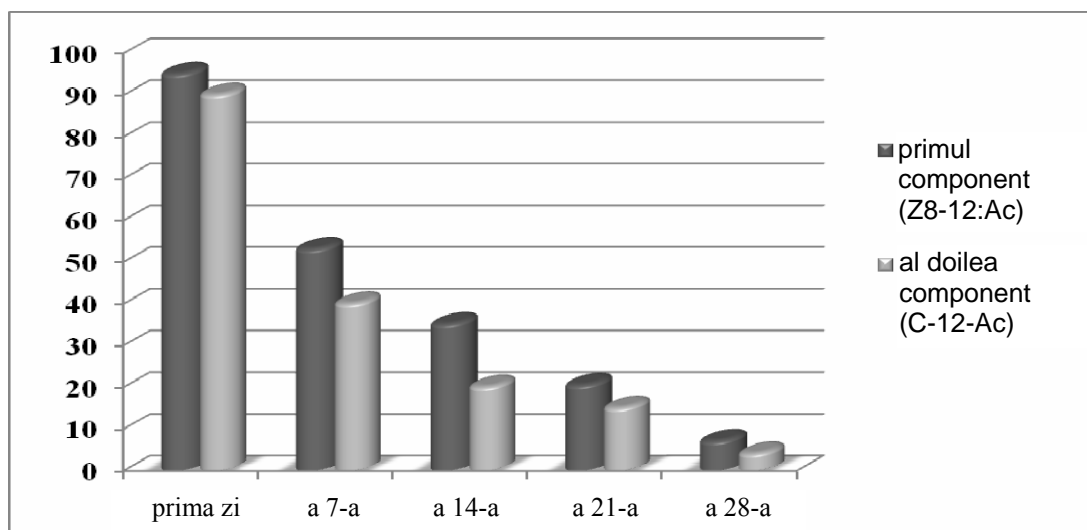


Fig.2. Dinamica emanării componentelor feromonului sexual sintetic al speciei fitofagului *Grapholitha funebrana* din formele preparative multistratale.

Curbele emanării componentelor principal și minor ai feromonului sexual sintetic din formele preparative multistratale, calculate pentru ambele generații, practic sunt identice doar datorită confecționării lor din peliculă cu grosimea corespunzătoare pentru fiecare generație în parte. Astfel, datorită procedurilor metodologice și tehnologice aplicate, a fost demonstrat că nu a existat o oarecare deosebire esențială între viteza emanării componentului principal al feromonului sexual „Z8–12Ac” și a celui minor „H–12Ac” din formele preparative multistratale. De asemenea, s-a constatat că, datorită aplicării peliculei cu grosimi diferite la confecționarea formelor preparative multistratale, a existat o corelație bine determinată între viteza de emanare a compoziției feromonului sexual sintetic din ele pentru ambele generații ale speciei fitofagului dat. Reieșind din cele menționate mai sus, concluzionăm că formele preparative peliculare multistratale dețin setul de proprietăți necesare și pot fi aplicate în testările metodei de dezorientare a masculilor speciei *G. funebrana*.

În continuare, dispunând de formele preparative necesare, s-a efectuat testarea metodei de dezorientare a masculilor speciei fitofagului *G. funebrana* pe fonul diferitelor densități ale populației. Pe parcursul testărilor a fost demonstrat că cea mai optimă și efektivă doză de feromon sexual sintetic o constituie injectarea a câte 5,0 mg pe un centimetru pătrat al formei preparative multistratale. Pentru început, în formele preparative a fost injectat feromonul sexual sintetic cu compoziția „Z8–12Ac (65%) + E8–12Ac (3%) + H–12Ac (35%)”. Eficiența biologică a metodei de dezorientare a masculilor a fost apreciată prin expunerea a 5 variante pe o suprafață de 1 ha fiecare (Tab.9).

Tabelul 9

Formele preparative multistratale și dozele de feromon aplicate la testarea metodei de dezorientare a masculilor speciei *Grapholitha funebrana*

Variantele	Cantitatea de feromon pe 1 cm ² al formei preparative (mg)	Suprafața formei preparative (cm ²)	Cantitatea feromonului într-o formă preparativă (mg)	Numărul formelor preparative pe 1 ha	Cantitatea feromonului sexual sintetic aplicat (gr/ha)
I	5,0	10	50	500	25,0
II	5,0	8	40	500	20,0
III	5,0	6	30	500	15,0
IV	5,0	4	20	500	10,0
V	5,0	2	10	500	5,0

În fiecare variantă testată au fost aplicate câte 500 forme preparative multistratale, amplasate în mod direct pe ramurile pomilor de prun la o înălțime de circa 2,0 m de la sol (câte o formă preparativă la pom). În

variantele expuse testărilor formele preparative se deosebeau atât după suprafața lor, cât și după conținutul de feromon sexual sintetic injectat în ele. În dependență de formele preparative aplicate, pe fiecare lot experimental revenea corespunzător câte 25,0, 20,0, 15,0, 10,0 și 5,0 gr de feromon sexual sintetic. Eficiența biologică a metodei de dezorientare a masculilor speciei *G. funebrana* a fost apreciată pentru fiecare variantă în parte prin fixarea indicilor de reprimare a reacției masculilor la capcanele feromonale, de suprimare a inițierii actelor de acuplare și de reducere a ratei fructelor afectate de către larvele acestui dăunător. Analiza minuțioasă a rezultatelor obținute a demonstrat că sub influența mediului saturat cu moleculele feromonului sexual de origine sintetică a fost suprimată esențial (97,3-99,6%) reacția masculilor la capcanele feromonale în toate variantele expuse testărilor, fără o oarecare deosebire pe generații (Tab.10).

Tabelul 10

Eficiența biologică a metodei de dezorientare a masculilor speciei fitofagului *Grapholitha funebrana* în dependență de doza feromonului sexual sintetic aplicat. (compoziția feromonului: Z8–12Ac (65%) + E–12Ac (3%) + H–12Ac (35%))

Varianta	Doza de feromon aplicată (gr/ha)	Prima generație		A doua generație		Viteza de emanare a feromonului din formele multistratale (mg/ha/zi)
		Reprimarea reacției masculilor la capcanele feromonale (%)	Rata prunelor vătămate (%)	Reprimarea reacției masculilor la capcanele feromonale (%)	Rata prunelor vătămate (%)	
Martor	-	-	13,0	-	15,6	-
I	25,0	99,1	0	99,6	1,0	790,0
II	20,0	99,1	0	99,0	1,0	630,0
III	15,0	99,1	0	99,0	1,0	480,0
IV	10,0	98,8	1,0	99,2	1,4	320,0
V	5,0	97,3	1,0	97,3	2,0	150,0

S-a constatat că influența mediului saturat cu moleculele feromonului sexual de origine sintetică asupra populației fitofagului dat a fost atât de puternică în toate variantele, încât suprimarea reacției masculilor la capcanele feromonale a atins nivelul de circa 97,3-99,6%. Rezultatele obținute în urma analizei fructelor de asemenea au demonstrat că, datorită influenței mediului saturat cu moleculele feromonului sexual de origine sintetică, a avut loc o diminuare semnificativă a daunei provocate roadei. Astfel, pe loturile experimentale rata prunelor atacate se afla în limitele a 2,0%, ceea ce nu depășea pragul economic de daună a acestui fitofag. Ceea ce denotă că femelele acuplate în asemenea condiții nefavorabile existenței au depus un număr mult mai redus de ouă decât femelele acuplate de pe lotul martor. Consecutiv a fost stabilit că pe lotul martor rata prunelor atacate de către larvele speciei fitofagului dat se afla în limitele 13,0-15,6%. În cazul testărilor actuale a fost demonstrat că legăturile sexuale între genuri nu au fost blocate. Fapt confirmat prin capturarea femelelor acestei specii de pe sectoarele experimentale și analiza lor la prezența (sau absența) spermatoforilor în pungile copulative. În urma acestor analize s-a constatat că, în toate variantele expuse testărilor, circa 80,0-90,0% din femelele capturate conțineau spermatofori în pungile lor de acuplare. Rezultatele obținute au demonstrat că sub influența mediului saturat cu moleculele feromonului sexual de origine sintetică, datorită includerii în comportamentul sexual a unor elemente de ordin etologic și fiziologic, se obține o diminuare semnificativă a densității populației, fără ca să aibă loc blocarea legăturilor sexuale între genuri.

În urma unei analize minuțioase a gradului de emanare a feromonului sexual din formele preparative multistratale a fost calculată cantitatea totală de feromon, aceasta fiind emanată zilnic din formele preparative amplasate pe sectoarele experimentale. A fost demonstrat că, în urma aplicării dozei de 25,0 gr de feromon pe 1 hectar zilnic s-a emanat circa 790,0 mg. Prin aplicarea dozei de 5,0 gr emanarea diurnă a feromonului din formele preparative constituia circa 150,0 mg pe un hectar. Deși există această diferență între variantele testate, totuși nu a fost depistată o diferență esențială atât după reprimarea reacției masculilor la capcanele feromonale, cât și după rata prunelor atacate. Reieșind din rezultatele expuse, putem conchide că, în urma aplicării unei cantități de feromon egale cu 5,0-10,0 gr pe 1 hectar, este posibilă obținerea unei eficiențe

biologice a metodei de dezorientare a masculilor *G. funebrana*, egală cu cea obținută în cazul aplicării dozei de circa 25,0 gr/ha. Eficiența biologică obținută se datorează nu în ultimul rând compoziției feromonului sexual și formei preparative multistratate. După ce au fost elaborate elementele tehnologice, s-a purces la testarea metodei de dezorientare a masculilor speciei fitofagului *G. funebrana*. Pe parcursul testărilor au fost montate două variante, care constau din aplicarea dozelor de feromon egale cu 10,0 și 5,0 gr pe un hectar. Testarea metodei de dezorientare a masculilor *G. funebrana* pe fundalul densității majore a populației (captarea a peste 20,0 masculi/capcană/7 zile) a demonstrat că sub influența mediului saturat cu feromon s-a obținut o suprimare esențială (97,3-99,2%) a reacției masculilor la capcanele feromonale. A fost obținută și o reducere esențială a ratei de fructe afectate (până la 1,0-2,0%) (Tab.11).

Tabelul 11

Aprecierea eficienței biologice a metodei de dezorientare a masculilor *Grapholitha funebrana* în dependență de cantitatea feromonului aplicat și de densitatea populației (compoziția feromonului: Z8–12Ac (65%) + E8–12Ac (3%) + H–12Ac (35%))

Variantele	Cantitatea de feromon aplicată (gr/ha)	Prima generație		A doua generație	
		Reprimarea reacției masculilor la capcanele feromonale (%)	Rata prunelor vătămate (%)	Reprimarea reacției masculilor la capcanele feromonale (%)	Rata prunelor vătămate (%)
Densitate majoră (> de 20,0 masculi/7 zile/capcană)					
Martor	-	-	13,0	-	15,6
I	10,0	98,8	1,0	99,2	1,4
II	5,0	97,3	1,0	97,3	2,0
Densitate medie (până la 20,0 masculi/7 zile/capcană)					
Martor	-	-	5,0	-	3,0
I	10,0	98,8	1,0	99,0	0
II	5,0	99,0	1,0	99,0	1,0
Densitate mică (< de 10,0 masculi/7 zile/capcană)					
Martor	-	-	2,5	-	2,0
I	10,0	100	0	100	0
II	5,0	100	0	100	0

În continuarea investigațiilor a fost demonstrat că testarea metodei de dezorientare a masculilor speciei *G. funebrana* pe fundalul populației cu o densitate medie (captarea de la 10,0 până la 20,0 masculi/capcană/7 zile) de asemenea a provocat o reprimare esențială (99,0-98,8%) a reacției masculilor la capcanele feromonale și o reducere semnificativă a ratei prunelor atacate (0-1,0%). Investigațiile ulterioare au demonstrat că testarea metodei de dezorientare a masculilor speciei *G. funebrana* pe fundalul populației cu densitate joasă (capturarea mai mică de 10,0 masculi/capcană/7 zile) a dus la reprimarea reacției masculilor la capcanele feromonale și a redus rata prunelor atacate la 100%, în comparație cu lotul martor.

Astfel, testarea metodei de dezorientare a masculilor speciei fitofagului *G. funebrana* pe fundalul unor populații cu densitate diferită a demonstrat că e posibilă obținerea unei eficiențe biologice considerabile, dauna provocată fructelor reducându-se la minimum. De asemenea, s-a constatat că densitatea populației fitofagului dat nu influențează substanțial asupra eficienței biologice a metodei de dezorientare a masculilor. Consecutiv a mai fost demonstrat că aplicarea feromonului sexual sintetic într-o doză de numai 5,0 gr pe un hectar nu reduce substanțial eficiența biologică a acestei metode în comparație cu aplicarea dozei de 10,0 gr de feromon pe un hectar, indiferent de gradul densității populației pe lotul supus tratării.

În investigațiile precedente a fost evidențiată încă o compoziție feromonală, care se caracteriza printr-o eficiență majoră de atracție a masculilor – „Z8–12Ac (10%) + E8–12Ac (3%) + H–12Ac (90%)”. Reieșind din aceste considerente, compoziția feromonală dată a fost aplicată la testarea metodei de dezorientare a masculilor speciei fitofagului *G. funebrana*. În cazul dat a fost apreciată și eficiența biologică a metodei de dezorientare prin aplicarea unui număr redus de forme preparative (250 pe un hectar), dar fără a se reduce

doza feromonului aplicat (5,0 gr/ha). Au fost montate 4 variante. Primele două variante reflectă rezultatele obținute prin aplicarea compoziției feromonale „Z8-12Ac (65%) + E8-12Ac (3%) + H-12Ac (35%)”, iar următoarele – a compoziției „Z8-12Ac (10%) + E8-12Ac (3%) + H-12Ac (90%)”. Analiza rezultatelor obținute a demonstrat că nu a existat o oarecare diferență în ce privește eficiența metodei de dezorientare apreciată după numărul formelor preparative aplicate. Astfel, prin aplicarea a 5,0 gr de feromon sexual sintetic pe un hectar, injectat în 500 sau 250 forme preparative, a fost obținută aproximativ aceeași eficiență biologică atât după gradul suprimării reacției masculilor la capcanele feromonale, cât și după gradul reducerii ratei fructelor afectate de către larvele fitofagului dat. Rezultatele obținute în următoarele două variante (III și IV) au demonstrat că aplicarea compoziției „Z8-12Ac (10%) + E8-12Ac (3%) + H-12Ac (90%)” nu a redus eficiența biologică a metodei de dezorientare în comparație cu aplicarea compoziției feromonale testate mai sus „Z8-12Ac (65%) + E8-12Ac (3%) + H-12Ac (35%)” (Tab.12).

Tabelul 12

Aprecierea eficienței biologice a metodei de dezorientare a masculilor *Grapholitha funebrana* în dependență de compoziția feromonului și numărul formelor preparative aplicate

Varianta	Doza de feromon aplicată (gr/ha)	Numărul formelor preparative aplicate (pe 1ha)	Prima generație		A doua generație		Numărul tratărilor chimice aplicate
			Reprimarea reacției masculilor la capcanele feromonale (%)	Rata prunelor atacate (%)	Reprimarea reacției masculilor la capcanele feromonale (%)	Rata prunelor atacate (%)	
Martor	-	-	-	13,0	-	15,6	0
Etalon	-	-	-	2,5	-	1,6	3
Compoziția feromonului: Z8-12Ac (65%) + E8-12Ac(3%) + H-12Ac (35%)							
I	5,0	500	97,3	1,0	97,3	0,1	0
II	5,0	250	97,3	1,0	97,3	0,2	0
Compoziția feromonului: Z8-12Ac (10%) + E8-12Ac (3%) + H-12Ac (90%)							
III	5,0	500	100	0	100	0	0
IV	5,0	250	100	0	100	0	0

S-a constatat că majoritatea (80,0-90,0%) din femelele captate și analizate conțineau în bursele de acuplare spermatofoari. Aceste rezultate demonstrează că actele de acuplare au fost inițiate. Adică, deși mediul era saturat cu moleculele feromonului sexual de origine sintetică, blocarea legăturilor sexuale între genuri nu a avut loc. Astfel, rezultatele obținute au demonstrat posibilitatea obținerii unei eficiențe biologice înalte și în urma aplicării compoziției feromonale, care este cu mult mai optimală, decât cea existentă până în prezent. Dacă costul a 5,0 gr de feromon cu compoziția „Z8-12Ac (97%) + E8-12Ac (3%)” este de circa 100 dolari, atunci costul a 5,0 gr de feromon cu compoziția Z8-12Ac (10%) + E8-12Ac (3%) + H-12Ac (90%) este de numai 7 dolari. Această sumă este cu mult mai mică și decât costul unei singure tratări cu insecticide. Datorită elaborării elementelor tehnologice și a procedurilor metodologice, s-a demonstrat că metoda de saturare a mediului cu moleculele feromonului sexual de origine sintetică are o eficiență biologică cu grad înalt de reducere a densității populației speciei fitofagului *G. funebrana* și este egală cu eficiența biologică a 2 - 3 tratări cu insecticide.

Prezentat la 22.09.2011

CARACTERIZAREA FAZEOLINEI MODIFICATE IN VIVO**Diana MORARI, Tatiana STEPURINA, Vitalie I. ROTARI**

LCȘ „Biochimia Plantelor”

Phaseolin, the 7S seed storage protein from common beans (*Phaseolus vulgaris* L.), partially modified *in vivo* during seed germination and seedling growth was isolated from cotyledons of 6 day germinated seedlings (phaseolin-*invivo*). SDS-PAGE showed that the pattern of fragments of phaseolin-*invivo* is similar to that of the phaseolin degraded by legumain - phaseolin-LLP. Native electrophoresis showed that phaseolin-*invivo* consists of four molecular forms. 2-D electrophoresis showed that the molecular form of phaseolin-*invivo* that is similar to phaseolin-LLP retains in its quaternary structure some of the fragments detected by SDS-PAGE. Phaseolin-*invivo* retains the property to reversibly associate/dissociate with the changes in pH. At pH 4.6 it is present in its dodecameric form while at pH 8.0 in its protomeric form. The implications of the finding that phaseolin-*invivo* retains the same property of native phaseolin to associate into dodecamers at acidic pHs are discussed.

Asigurarea cu produse alimentare a populației globului pământesc reprezintă o mare provocare la nivel mondial [1]. Deoarece problema privind deficiența proteinelor în alimentarea oamenilor este actuală, în prezent producerea și utilizarea în alimentație a proteinelor de origine vegetală are o importanță foarte mare. De aceea, interesul față de studierea proteinelor vegetale niciodată nu a scăzut [2]. Conform datelor Organizației pentru Alimentație și Agricultură a ONU (FAO), rația alimentară a oamenilor la nivel mondial conține 70% proteine vegetale din plantele cerealiere și leguminoase [3]. Deci, plantele leguminoase sunt printre cele mai importante plante de cultură [2,4,5] și reprezintă una dintre resursele majore de proteine care sunt considerate ca sursă principală de proteine dietare de origine vegetală [2].

Semințele plantelor de cultură folosite în alimentație conțin o cantitate mare de diferite grupe de proteine de rezervă (PR): albumine, globuline și prolamine [6,7,8]. În semințele plantelor leguminoase ele sunt reprezentate de două tipuri de globuline: leguminele (sau 11S) și vicilinele (sau 7S) [2,6,7]. PR din semințele plantelor leguminoase, în general [2,6], și cele din fasole, în particular [9], au o mare importanță economică, reprezentând o sursă nutritivă valoroasă de proteină pentru alimente și furaj. Mai mult decât atât, aceste proteine au atras o atenție deosebită în ultimii ani, datorită proprietăților lor „funcționale” (fizico-chimice) importante pentru folosirea în produsele alimentare [2].

Deși fasola reprezintă o plantă de cultură crescută în lumea întreagă pentru alimentație și furaj [10], ale cărei semințe conțin până la 30% de proteină după greutate [8], dintre care până la 75% sunt reprezentate de globuline [8], și fazeolina – PR principală, care alcătuiește 76% din globuline [8], posedă proprietăți funcționale excelente [11], folosirea fasolelor în alimentație este limitată de unele aspecte toxicologice [10], care împiedică utilizarea lor în diete [12].

Unul dintre cei mai importanți factori care afectează valoarea nutritivă a PR este susceptibilitatea lor la acțiunea proteinazelor tractului digestiv [13]. Prezența proteinelor cu o digestibilitate redusă are o implicație negativă asupra nutriției și reduce calitatea sursei proteice pentru alimentație [14]. Mai mult decât atât, a fost arătat că PR din superfamilia cupinei, care au o structură stabilă și rezistentă la proteoliză, reprezintă alergeni majori în produsele de origine vegetală [15].

Viteza hidrolizei câtorva PR native din semințele plantelor leguminoase este relativ rapidă [16], ceea ce rezultă în hidroliza profundă a acestor PR [16]. Singura excepție de la această regulă este reprezentată de fazeolină [16,17]. Hidroliza ei la acțiunea proteinazelor exogene (inclusiv digestive) se oprește după clivarea unui număr mic de legături peptidice (modificarea limitată a moleculei), care rezultă în formarea fragmentelor cu masă moleculară (M_r) ce corespunde aproximativ cu jumătate din subunitate a catenelor fazeolinei native [16,17]. Deoarece fazeolina este mobilizată pe parcursul germinării seminței (adică, hidrolizată până la aminoacizi), se considera că în semințe pe parcursul acestui proces sunt expresate proteinaze care pot înfăptui o hidroliză profundă a fazeolinei. Însă, două proteinaze cisteinice majore purificate din semințele germinate de fasole, CPPh – o proteinază papainică [18] și legumaina – o proteinază Asn-specifică [19], individual înfăptuiesc numai hidroliza limitată a fazeolinei [18,20,21]. Până în prezent nu s-a obținut hidroliza profundă a fazeolinei la acțiunea a nici uneia dintre proteinazele testate. Această rezistență a fazeolinei la

acțiunea individuală a proteinazelor, atât exogene, cât și endogene, a sugerat că se datorează particularităților structurale ale fazeolinei ce o deosebesc de alte PR [17,18,19]. De aceea, determinarea cauzelor exacte ale acestei proprietăți neobișnuite a structurii fazeolinei reprezintă un interes teoretic și practic.

Acțiunea consecutivă a diferitelor proteinaze asupra fazeolinei are în general un caracter adiativ [17]. Numai acțiunea CPPH-ului asupra fazeolinei modificate de către legumaină duce la scindarea completă a fazeolinei [21]. Însă, nu se știe dacă însăși fazeolina modificată de către legumaină, fazeolina-LLP [22], este susceptibilă la proteoliza profundă sau dacă ea devine susceptibilă numai după modificarea adăugătoare de către CPPH. Până în prezent, căutarea formei moleculare a fazeolinei susceptibile la hidroliza profundă s-a făcut doar prin analiza fazeolinei modificate *in vitro* de către diferite proteinaze. Dar, există și o altă cale – purificarea fazeolinei modificate *in vivo* pe parcursul germinării semințelor de fasole. Anume caracterizarea proprietăților fazeolinei modificate *in vivo* a și reprezentat scopul acestei lucrări.

Material și metode

Purificarea fazeolinei. Fazeolina a fost izolată din semințele mature de fasole (*Phaseolus vulgaris* L.) după metoda lui Schlesier și al. [23]. Fazeolina parțial degradată *in vivo* (fazeolina-invivo), care reprezintă o mixtură complexă a câtorva forme moleculare ale fazeolinei care au un diferit grad de scindare (modificare) a moleculei, a fost izolată din semințele de fasole germinate șase zile. A fost ales anume acest termen, deoarece până la șase zile crește activitatea proteinazelor endogene [24], iar fazeolina atinge un nivel de modificare destul de profund [19,24], totodată nefiind complet modificată [19, 24]. Fazeolina-invivo a fost izolată prin modificarea metodei lui Hall și al. [25], inițial fiind elaborată pentru izolarea fazeolinei native, prin adăugarea cocktailului de inhibitori ai proteinazelor din diferite clase (Pepstatin 1μM, EDTA 5mM, Pefabloc 0,5mg/ml, Iodacetat 50μM, Iodacetamidă 50μM, E64 5μM) la etapa de extragere a proteinei.

Electroforeza în gel de poliacrilamidă (GPAA). Electroforeza în prezența dodecil-sulfatului de sodiu (SDS) (electroforeza SDS) a fost efectuată în GPAA de 12,5% conform metodei Laemmli [26]. Fosforilaza b (94 kDa), albumina serică bovină (67 kDa), ovalbumina (43 kDa), anhidraza carbonică (30 kDa), inhibitorul Kunitz al tripsinei din soia (20,1 kDa) și α-lactoglobulina (14,4 kDa) au fost folosite ca standarde pentru determinarea M_r . Gelurile au fost colorate cu Coomassie brilliant blue G-250 conform procedurii standard.

Electroforeza în condiții native în gradientul GPAA (electroforeza nativă) a fost efectuată într-un gradient vertical (4-30%) al GPAA folosind sistema de soluție-tampon 90 mM Tris-borat, pH 8,4. Electroforeza a durat 4500 Vh. Fazeolina (140 kDa) și albumina serică bovină (67 kDa) au fost folosite ca standarde pentru determinarea M_r . Procentul proteinei reziduale a fost calculat din descreșterea M_r . Gelurile au fost colorate cu Coomassie brilliant blue R-250 conform procedurii standard.

Electroforeza bidimensională (electroforeza 2-D) a fost efectuată într-un gradient vertical (4-30%) al GPAA în condiții native în prima direcție și apoi benzile proteice au fost tăiate din gel și supuse electroforezei SDS în a doua direcție.

Gel-filtrarea. Soluțiile de fazeolină și de fazeolină-invivo cu concentrația de 20 mg/ml au fost supuse gel-filtrării pe coloana cu sephacryl S200 (0,72 × 80 cm) la două pH-uri:

- 1) pH 4,6 – tampon fosfat-citrat 120 mM, 180 mM NaCl, 0,04% NaN₃, 0,5 mM EDTA;
- 2) pH 8,0 – tampon tris-HCl 50 mM, 500 mM NaCl, 0,04% NaN₃, 0,5 mM EDTA.

Coloana a fost echilibrată cu tamponul corespunzător și cromatografia a fost efectuată la viteza de 12,6 ml/oră. Absorbanta la 280 nm a fost înregistrată continuu și au fost colectate fracțiile de 1, 9 ml (9 min).

Rezultate și discuții

Electroforeza SDS a arătat că fazeolina-invivo constă din subunități native și fragmente cu M_r cuprinse între 11 și 27 kDa (Fig.1A). Un astfel de spectru al fragmentelor ce constituie fazeolina-invivo a fost observat și atunci când fazeolina-invivo a fost izolată fără a fi protejată de acțiunea proteinazelor endogene prin adăugarea inhibitorilor [19,24]. Fragmentele cu M_r mai mică de jumătate de subunitate (grupul 3) sunt complet similare celor generate la hidroliza fazeolinei de către legumaină (Fig.1A) și, după cum a fost arătat de Senyuk și al. [19], provin din clivarea legăturilor peptidice cu Asn în poziția P1: N103-P, N220-T și N235-S, toate fiind situate pe aceeași parte a structurii moleculei de fazeolină [22]. Însă, fragmentele cu M_r aproximativ egală cu jumătate de subunitate (grupul 2) se deosebesc de cele prezente în fazeolina modificată de către legumaină (Fig.1A). Luând în considerație că la germinarea semințelor de fasole sunt active trei proteinaze

cisteinice [27] și toate modifică parțial fazeolina, generând fragmente aproximativ egale cu jumătate de subunitate [18,20,28], se poate presupune că aceste fragmente provin din clivarea moleculei de fazeolină de către diferite proteinaze. Electroforeza nativă confirmă această presupunere, arătând că fazeolina-*in vivo* constă din 4 forme moleculare (Fig.1B) ce au M_r de 137 kDa, 123 kDa, 97 kDa și 26 kDa. Deci, electroforeza nativă arată că scindarea subunităților fazeolinei și eliminarea unor peptide nu distabilizează structura cuaternară a moleculei fazeolinei. Forma moleculară de 137 kDa, care predomină, are aceeași M_r ca și fazeolina-LLP [22], iar celelalte trei forme au mase moleculare mai mici atât decât fazeolina-LLP [22], cât și de către fazeolina modificată de celelalte două proteinaze cisteinice endogene: CPPh – fazeolina-CPPh [18] și proteinaza A [28]. Este clar că aceste trei forme moleculare ale fazeolinei-*in vivo* pot proveni din acțiunea mai multor proteinaze endogene asupra fazeolinei. În ceea ce privește forma moleculară cu M_r de 137 kDa, electroforeza 2-D arată că numai trei fragmente cu M_r mai mică de jumătate de subunitate (grupul 3) fac parte din ea (Fig.1C) și rămân asociate în structura cuaternară a proteinei, ceea ce o deosebește de fazeolina-LLP [22]. Comparând masele moleculare ale acestor trei fragmente cu masele moleculare ale fragmentelor fazeolinei-LLP [22], se poate constata că ele provin din scindarea legăturilor peptidice N220-T și N235-S.

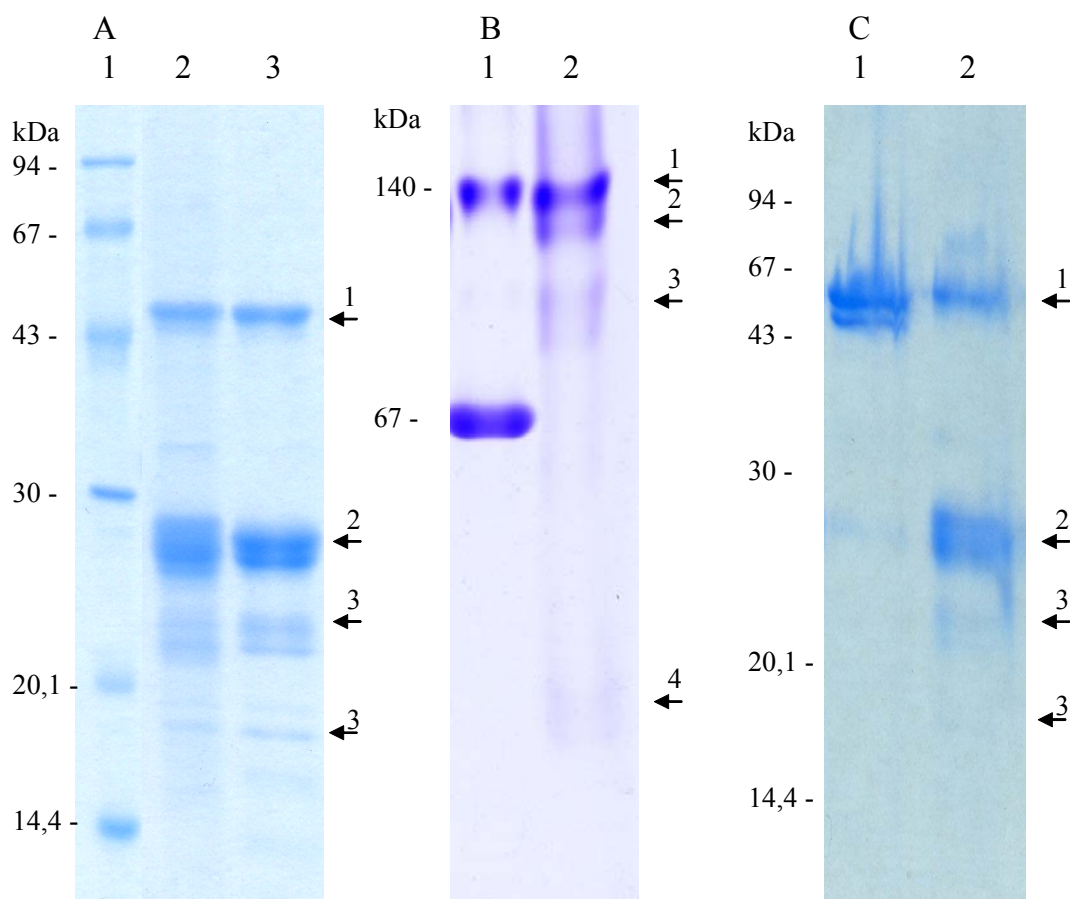


Fig.1 Electroforeza fazeolinei-*in vivo*. A – SDS-electroforeza, B – electroforeza nativă, C – electroforeza 2-D: 1 – proteinele standard; 2 – fazeolina-*in vivo*; 3 – fazeolina-LLP. M_r a proteinelor standard (în kDa) este arătată la stânga. Grupele de fragmente (electroforeza SDS și electroforeza 2-D) și formele moleculare (electroforeza nativă) ale fazeolinei-*in vivo* sunt arătate la dreapta cu săgeți numerotate.

Fazeolina este un trimer format din trei tipuri de subunități similare, numite β , α , și α' , care constau din 397, 411 și 412 aminoacizi, respectiv [29]. Fazeolina este un membru al unei familii largi de PR din plantele leguminoase, care au structuri omoloage ale subunităților [29]. În baza structurii tridimensionale a fazeolinei, determinate prin difracția razelor X împreună cu alinierea structurii primare a 15 subunități ale PR 7S, Lawrence și al. [29] au elaborat modelul canonic al structurii PR. Conform acestui model, fiecare subunitate a PR constă din două domene de mărime similară, care au practic aceeași structură și sunt formate din două

elemente: un β -barel compact alcătuit din opt catene β și un laț extins alcătuit din trei helixuri α scurte. Structura β -bareului are o topologie („folding motif”) de „jelly-roll” [30], care are o capacitate remarcabilă de a exista în diferite stări de oligomerizare [30]. Atât vicilinele, cât și leguminele sunt proteine multimerice și constau din trei și șase subunități similare, respectiv. Pe lângă structurile terțiare similare ale subunităților [29], vicilinele de asemenea au structuri cuaternare similare: subunitățile se asociază și formează o structură în formă de disc [31].

Structurile cuaternare ale diferitelor PR au variate forme geometrice: disc, sferică, toroid [32]. Structura cuaternară a moleculei de fazeolină constituie un disc cu diametrul de 90 Å și grosimea de 35 Å [30,32]. Fazeolina nativă, spre deosebire de alte PR, posedă proprietatea de a asocia (și a disocia) reversibil într-o (dintr-o) structură supramoleculară la diferite valori ale pH-ului [33] (Fig. 2). La pH acid, de la 1,0 la 3,0, ea este reprezentată de forma sa de bază alcătuită din trei subunități (numită protomer [33]), pe când la pH acid cu valori fiziologice (care sunt caracteristice pH-ului vacuolelor [34]), de la 3,8 la 5,4, fazeolina trimerică asociază într-un dodecamer (un tetramer format din trimeri) [33]. La ridicarea valorilor pH-ului fazeolina disociază din nou în trimeri la pH neutru și slab bazic, de la 6,4 până la 10,5 [33]. Dacă pH-ul atinge valori bazice mai mari de 11,5, atunci molecula de fazeolină își pierde structura cuaternară și disociază în subunități individuale [33]. O tranziție foarte clară între tetramer și protomer se observă atunci când pH-ul este ridicat – de la 5,4 la 6,0. Ambele forme – protomerică și tetramerică – sunt prezente în diapazonul de valori ale pH-ului de la 3,8 până la 6,4, ceea ce sugerează că aceste forme sunt în echilibru, care este dependent de pH [33]. Forma tetramerică s-a adeverit a fi forma moleculei în cristalele folosite la determinarea structurii fazeolinei cu razele X [30]. Imaginile acestei forme înregistrate în condiții acide sugerează că patru trimeri asociază și formează un tetraedru regulat aflându-se pe fațetele lui [32], ceea ce o deosebește de forma geometrică a structurilor altor PR [32]. Deși a fost sugerată ideea precum că constrângerile impuse PR de rolul lor în susținerea germinării plantei ar influența acumularea PR în corpurile proteice ale celulelor cotiledoanelor seminței în diferite structuri geometrice [32] și că această proprietate a fazeolinei de a asocia/disocia reversibil în dependență de valorile pH-ului poate avea importanță la controlul proteolizei pe parcursul germinării semințelor [33], totuși până în prezent nu a fost stabilită funcția biologică a acestei proprietăți a fazeolinei.

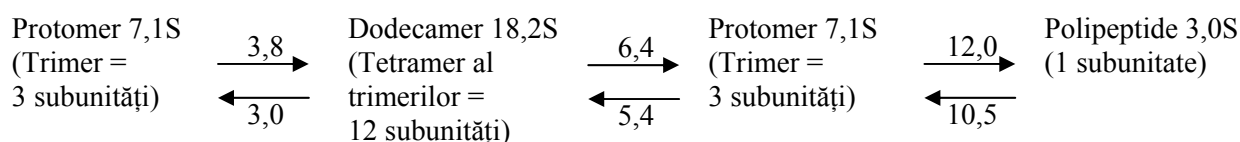


Fig.2 Schema asocierii/disocierii moleculei de fazeolină la diferite valori ale pH-ului (după [33]).

Conform datelor electroforezei native (Fig.1B), formele moleculare care intră în componența fazeolinei-*in vivo* își rețin structura cuaternară. Mai mult decât atât, electroforeza 2-D a zonei predominante arată că fragmentele majore detectate de SDS-electroforeza (Fig.1B) fac parte din molecula fazeolinei-*in vivo* de 137 kDa (Fig.1C) și, deci, nu destabilizează structura ei cuaternară. Evident, apare întrebarea dacă această modificare *in vivo* a fazeolinei are vreo consecință pentru capacitatea ei de a asocia în structuri supramoleculare la pH-uri acide (Fig.3).

Profilul cromatografic al fazeolinei și al fazeolinei-*in vivo* la gel-filtrarea la pH 4,6 este asemănător (Fig.3). Ele ambele eluează într-un singur pic – cel al tetramerului, și picurile lor coincid (Fig.3). La fazeolina nativă se observă de asemenea unele urme de subunități individuale, care sunt în cantități foarte mici, ceea ce se aseamănă cu rezultatele prezentate în literatură [35]. La pH 8,0 se observă disocierea tetramerului fazeolinei în protomeri, ce rezultă în eluarea a două picuri (Fig.3), aceasta fiind în conformitate cu rezultatele publicate [35]. Fazeolina-*in vivo* de asemenea disociază la pH 8,0 (Fig.3), însă, spre deosebire de fazeolina nativă, aici predomină picul tetramerului (Fig.3). În afară de aceasta, picul protomerului este deplasat cu o fracție față de picul corespunzător al fazeolinei native (Fig.3), ceea ce arată că formele moleculare protomerică modificate ale fazeolinei-*in vivo* au mase moleculare mai mici decât protomerul fazeolinei native. Acest fapt indică, probabil, că formele moleculare ale fazeolinei-*in vivo*, care sunt mai profund modificate, se dovedesc a fi mai sensibile la disocierea tetramerului în trimeri. Deci, rezultatele primite la gel-filtrare au arătat că fazeolina-*in vivo* la pH-urile 4,6 și 8,0 are o structură la fel de stabilă ca și cea a fazeolinei native, care se comportă la fel, având aceeași proprietate de a asocia în structuri supramoleculare (Fig.3). Această stabilitate este, probabil, necesară pentru funcțiile pe care le are fazeolina *in vivo*.

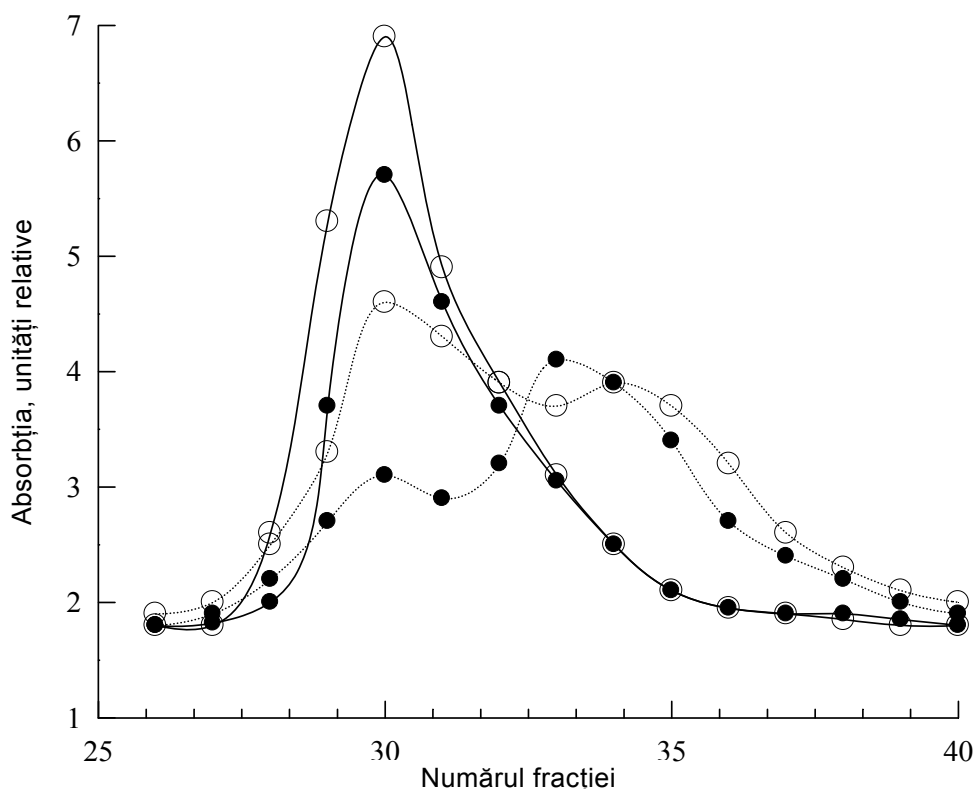


Fig.3. Gel-filtrarea pe Sephacryl S200 a fazeolinei (●) și a fazeolinei-in-vivo (○) la pH-ul 4,6 (—) și 8,0 (.....).

Rolul pe care îl au PR *in vivo* necesită ca ele să poseze două proprietăți antagoniste la diferite etape ontologice ale seminței (la maturizare și la germinare). Deși, la inițierea germinării, ele trebuie să devină susceptibile la proteoliza completă, în timpul acumulării lor la maturizarea semințelor ele trebuie să fie protejate de proteoliza nelimitată. Deci, constrângerile impuse PR de acumularea lor la maturizarea semințelor în vacuolele de rezervă ale celulelor cotiledoanelor și mobilizarea lor la germinarea semințelor au impus restricții asupra structurii lor, esențiale în interacția lor cu proteinazele din vacuolă, care participă la aceste două procese [36]. Deși puțin se știe despre felul de aranjare a PR în semință, această organizare se crede a fi importantă nu doar pentru utilizarea eficientă a spațiului, dar și pentru facilitarea mobilizării PR la germinarea semințelor [6]. Depozitarea PR în corpurile proteice este foarte densă, în unele cazuri rezultând chiar în cristalizarea lor *in situ* [37]. A fost sugerată ideea precum că transformarea globulinelor într-o stare cristalină pe parcursul acumulării lor în corpurile proteice la maturizarea semințelor le fac inaccesibile atacului proteolitic al proteinazelor papainice [38]. Este cunoscut faptul că asocierea leguminei într-o structură hexamerică în timpul acumulării ei în semințe protejează subunitățile acesteia de atacul leguminei [7]. De asemenea, este recunoscut faptul că destabilizarea structurii proteinei [39], inclusiv a PR, în general [16], și a fazeolinei, în particular [16], le fac susceptibile la proteoliza completă. Însă, influența asocierii trimerilor fazeolinei în dodecamer asupra proteolizei ei încă nu a fost studiată. Descoperirea faptului că fazeolina-in-vivo își reține proprietatea de a asocia în dodecameri atestă că această proprietate a fazeolinei are un rol fiziologic semnificativ. Aceasta poate explica rezultatele observate că fazeolina este rezistentă la acțiunea individuală a trei proteinaze cisteinice endogene majore: CPPh [18,21], legumaina [20,21] și proteinaza A [28] și că hidroliza ei completă este atinsă numai la acțiunea consecutivă a leguminei și CPPh [21]. Metabolismul PR la maturizarea și germinarea seminței este strâns legat de vacuolele celulelor cotiledoanelor care au un pH slab acid [34,40,41]. Deoarece la acest pH este evidentă predominarea formei tetramerică a fazeolinei (Fig.3 și [33]), fazeolina *in vivo* va fi prezentă predominant în forma dodecamerică și, în consecință, va fi disponibilă numai atacului unei proteinaze specifice – așa-numita „enzimă-declanșatoare” (în acest caz – legumaina), pentru a începe mobilizarea fazeolinei în formă dodecamerică. A fost arătat că legăturile peptidice scindate de către legumaină în fazeolină – Asn103-Pro104, Asn220-Thr221 și Asn235-Ser236 [19] – sunt localizate pe aceeași parte a discului structurii cuaternare a fazeolinei format de asocierea subunităților ei în trimer [22]. Ceea ce sugerează că aranjamentul observat al situsurilor scindate de către legumaină în structura fazeolinei este determinat de accesibilitatea acestor locuri

care, la rândul lor, rezultă din asocierea trimerilor fazeolinei în tetrameri. A fost arătat că situsurile clivate în fazeolină-*in vivo* sunt aceleași ca și în fazeolina-LLP [19], deci ele au aceeași localizare pe suprafața trimerului fazeolinei. CPPh clivează fazeolina la situsul Ser216-Lys217 [18] localizat în sectorul dezordonat al linkerului dintre domene, care este localizat pe aceeași față ca și situsurile scindate de către legumaină. Luând în considerare faptul că hidroliza fazeolinei de către CPPh și legumaină a fost analizată la pH 4,6 și 5,6 [18-22], un pH la care fazeolina este în formă tetramerică [33], este lesne de observat că aceste proteinaze au acces numai la o parte a moleculei de fazeolină. Acest lucru este valid și pentru fazeolina-*in vivo* (Fig.3). Probabil, aceste situsuri scindate sunt localizate pe partea tetramerului care este orientată către solvent (adică, fața trimerului fazeolinei care formează fațetele tetraedrului regular format la asocierea protomerilor fazeolinei în dodecamer).

Proprietatea PR de a se autoasocia în structuri supramoleculare formând agregate cu M_r înaltă a fost atestată și în alte condiții. Solubilitatea *in vitro* a globulinelor purificate din semințele de lupin (*Lupinus albus* L.), mazăre (*Pisum sativum* L.) și soia (*Glycine max* (L.) Merr.) descrește odată cu ridicarea concentrației cationilor de calciu și/sau magneziu [42], ceea ce rezultă în formarea agregatelor cu M_r înaltă insolubile dintre aceleași globuline sau globuline diferite. Aceste structuri macromoleculare disociază în condiții de forță ionică ridicată, sugerând implicarea interacțiunilor electrostatice în procesul de agregare [42]. Nivelul asocierii este puternic influențat atât de cantitatea ionilor Ca^{2+}/Mg^{2+} [42], cât și de forța ionică a mediului [42], indicând că ele se află în echilibru. Se presupune că această proprietate a globulinelor din lupin asigură depozitarea eficientă a PR în vacuole *in vivo* [43]. Anterior am arătat [44] că ionii de Ca^{2+} inhibă hidroliza fitohemaglutininei, lectina din semințele de fasole. Rămâne de văzut dacă și această asociere Ca^{2+}/Mg^{2+} -dependentă a PR în structuri supramoleculare exercită vreo influență asupra proteolizei lor.

Referințe:

- Godfray H.C.J., Beddington J.R., Crute I.R., Haddad L., Lawrence D., Muir J.F., Pretty J., Robinson S., Thomas S.M., Toulmin C. Food security: The challenge of feeding 9 billion people // *Science*, 2010, vol.327, p.812-818.
- Wang T.L., Domoney C., Hedley C.L., Casey R., Grusak M.A. Can we improve the nutritional quality of legume seeds? // *Plant Physiol.*, 2003, vol.131, p.886-891.
- Brown L.R. The Changing World Food Prospect: The nine Tenth and Beyond. - World watch Paper 85, October, Washington D.C., 1998.
- Graham P.H. and Vance C.P. Legumes: Importance and constraints to greater use // *Plant Physiol.*, 2003, vol.131, p.872-877.
- Baudoin J.P., Maquet A. Improvement of protein and amino acid contents in seeds of food legumes. A case study in *Phaseolus* // *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 1999, vol.3, p.220-224.
- Shewry P.R., Napier J.A. and Tatham A.S. Seed storage proteins: Structures and biosynthesis // *Plant Cell.*, 1995, vol.7, p.945-956.
- Müntz K. Proteases and proteolytic cleavage of storage proteins in developing and germinating dicotyledonous seeds // *J. Exp. Bot.*, 1996, vol.47, p.605-622.
- Romero J., Sun S.M., McLeester R.C., Bliss F.A. and Hall T.C. Heritable variation in a polypeptide subunit of the major storage protein of the bean, *Phaseolus vulgaris* L // *Plant Physiol.*, 1975, vol.56, p.776-779.
- Sathe S.K. Dry bean protein functionality // *Crit. Rev. Biotechnol.*, 2002, vol.22, p.175-223.
- Deshpande S.S., Sathe, S.K., Salunkhe D.K. Dry beans of *Phaseolus*: a review. Part 3 // *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 1984, vol.21, p.137-195.
- Kimura A., Fukuda T., Zhang M., Motoyama S., Maruyama N. and Utsumi S. Comparison of physicochemical properties of 7S and 11S globulins from pea, fava bean, cowpea, and french bean with those of soybean - french bean 7S globulin exhibits excellent properties // *J. Agric. Food Chem.*, 2008, vol.56, p.10273-10279.
- Geil P.B., Anderson J. W. Nutrition and health implications of dry beans: a review // *J. Am. Coll. Nutr.*, 1994, vol.13, p.549-558.
- Liener I.E., Thamson R.M. *In vivo* and *in vitro* studies of the digestibility of the major storage protein of the navy bean (*Phaseolus vulgaris*) // *Qual. Plant. Plant Foods Hum. Nutr.*, 1980, vol.30, p.13-25.
- Gilani G.S., Cockell K.A., Sepehr E. Effects of antinutritional factors on protein digestibility and amino acid availability in foods // *J. AOAC Int.*, 2005, vol.88, p.967-987.
- Mills E.N.C., Jenkins J., Marigheto N., Belton P.S., Gunning A.P. and Morris V.J. Allergens of the cupin superfamily // *Biochem. Soc. Transactions*, 2002, vol.30, p.925-929.
- Nielsen S.S., Deshpande S.S., Hermodson M.A., Scott M.P. Comparative digestibility of legume storage proteins // *J. Agric. Food Chem.*, 1988, vol.36, p.896-902.
- Jivotovskaya A., Senyuk V., Rotari V., Horstmann C. and Vaintraub I. Proteolysis of phaseolin in relation to its structure // *J. Agric. Food Chem.*, 1996, vol.44, p.3768-3772.

18. Rotari V., Senyuk V., Jivotovskaja A., Horstmann C. and Vaintraub I. Proteinase A-like enzyme from germinated kidney bean seeds. Its action on phaseolin and vicilin // *Physiologia Plantarum*, 1997, vol.100, p.171-177.
19. Senyuk V., Rotari V., Becker C., Zakharov A., Horstmann C., Müntz K. and Vaintraub I. Does an asparaginyl-specific cysteine endopeptidase trigger phaseolin degradation in cotyledons of kidney bean seedlings? // *Eur. J. Biochem.*, 1998, vol.258, p.546-558.
20. Rotari V.I., Dando P.M. and Barrett A.J. Legumain forms from plant and animal differ in specificity // *Biol. Chem.*, 2001, vol.382, p.953-959.
21. Zakharov A., Carchilan M., Stepurina T., Rotari V., Wilson K., and Vaintraub I. A comparative study of the role of the major proteinases of germinated common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) seeds in the degradation of their storage proteins // *J Exp. Bot.*, 2004, vol.55, p.2241-2249.
22. Rotari V.I., Morari D., Stepurina T. Characterization of phaseolin modified by legumain // *Studia Universitatis, Seria „Științe ale naturii”*, 2007, vol.7, p.133-138.
23. Schlesier B., Manteuffel R., Armin R., Jüttner G. A simple method for preparation of phaseolin // *Biochem. Physiol. Pflanzen.*, 1984, vol.179, p.665-678.
24. Stepurina T., Morari D., Vaintraub I. Schimbarea activității proteinazelor și degradarea fazeolinei în semințele încolțite de fasole // *Analele Științifice ale USM. Seria „Științe chimico-biologice”*, 2006, p.231-233.
25. Hall T.C., McLeester R.C. & Bliss F.A. Equal expression of the maternal and paternal alleles for polypeptide subunits of the major storage protein of the bean *Phaseolus vulgaris* // *Plant Physiol.*, 1977, vol.59, p.1122-1124.
26. Laemmli U.K. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4 // *Nature*, 1970, vol.227, p.680-685.
27. Senyuk V., Rotari V., Becker C., Zakharov A., Horstmann C., Müntz K., Vaintraub I. Cysteine proteinases from kidney bean seedlings // *Analele Științifice ale Universității de Stat din Moldova*, 1998, p.143-147.
28. Rotari V.I. Purificarea și caracterizarea parțială a proteinazei A din semințele germinate de fasole // *Studia Universitatis. Seria „Științe ale naturii”*, 2007, vol.1(7), p.133-138.
29. Lawrence M.C., Izard T., Beuchat M., Blagrove R.J. and Colman P.M. Structure of phaseolin at 2.2 Å resolution. Implications for a common vicilin/legumin structure and the genetic engineering of seed storage proteins // *J. Mol. Biol.*, 1994, vol.238, p.748-776.
30. Lawrence M.C., Suzuki E., Varghese J.N., Davis P.C., Van Donkelaar A., Tulloch P.A., Colman P.M. The three-dimensional structure of the seed storage proteins phaseolin at 3 Å resolution // *EMBO J.*, 1990, vol.9, p.9-15.
31. Dunwell J.M., Culham A., Carter C.E., Sosa-Aguirre C.R. and Goodenough P.W. Evolution of functional diversity in the cupin superfamily // *Trends Biochem. Sci.*, 2001, vol.26, p.704-746.
32. Tulloch P.A., Blagrove R.J. Electron microscopy of seed-storage globulins // *Arch. Biochem. Biophys.*, 1985, vol.241, p.521-532.
33. Sun S.M., Mcleester R.C., Bliss F.A. and Hall T.C. Reversible and irreversible dissociation of globulins from *Phaseolus vulgaris* seed // *J. Biol. Chem.*, 1974, vol.249, no.7, p.2118-2121.
34. Müntz K. Protein dynamics and proteolysis in plant vacuoles // *J. Exp. Bot.*, 2007, vol.58, p.2391-2407.
35. Stockman D.R., Hall T.C. and Ryan D.S. Affinity chromatography of the major seed protein of the bean (*Phaseolus vulgaris* L.) // *Plant Physiol.*, 1976, vol.58, p.272-275.
36. Shutov A.D., Bäumlein H., Blattner F.R. and Müntz K. Storage and mobilization as antagonistic functional constraints on seed storage globulin evolution // *J. Exp. Bot.*, 2003, vol.54, p.1645-1654.
37. Colman P., Suyuki E., and Van Donkelaar A. The Structure of Cucurbitin: Subunit symmetry and organization in situ // *Eur. J. Biochem.*, 1980, vol.103, p.585-588.
38. Weber E., Neumann D. Protein bodies, storage organelles in plant seeds // *Biochemie und Physiologie der Pflanzen.*, 1980, vol.175, p.279-306.
39. Rupley J. A. Susceptibility to attack by proteolytic enzymes. – În: *Methods in Enzymology*; Hirs, C. H. W., Ed.; Academic Press: New York, 1967, vol.11, p.905-917.
40. Shutov A.D. and Vaintraub I.A. Degradation of storage proteins in germinated seeds // *Phytochemistry*, 1987, vol.26, p.1557-1566.
41. Okamoto T., Yuki A., Mitsuhashi N. and Mimamikawa T. Asparaginyl endopeptidase (VmPE-1) and autocatalytic processing synergistically activate the vacuolar cysteine proteinase (SH-EP) // *Eur. J. Biochem.*, 1999, vol.264, p.223-232.
42. Ferreira R.B., Franco E., Teixeira A.R. Calcium- and magnesium-dependent aggregation of legume seed storage proteins // *J. Agric. Food Chem.*, 1999, vol.47, p.3009-3015.
43. Ferreira R.B., Freitas R.L., Teixeira A.R. Self-aggregation of legume seed storage proteins inside the protein storage vacuoles is electrostatic in nature, rather than lectin-mediated // *FEBS Letters*, 2003, vol.534, p.106-110.
44. Morari D., Stepurina T., and Rotari V.I. Calcium ions make phytohemagglutinin resistant to trypsin proteolysis // *J. Agric. Food Chem.*, 2008, vol.56, p.3764-3771.

CREȘTEREA PLANTELOR DE SOIA ȘI MODIFICĂRILE CONȚINUTULUI DE AMIDON INDUSE DE APLICAREA FOSFORULUI ȘI FIERULUI ÎN CONDIȚII SUBOPTIMALE DE UMIDITATE

Vladimir ROTARU, Ana BÎRSAN*, Anatolie TVERDOHLEB*

Institutul de Genetică și Fiziologie a Plantelor, AȘM

*Catedra Biologie Vegetală

Soybean (*Glycine max. L.*) is a tropical legume and it is susceptible to environmental stresses. Dry matter (DM) production and starch contents in plant parts of two soybean cultivars were determined during reproductive stage in relation to phosphorus (P) and iron (Fe) supply under water stress conditions. Soybean plants were represented by Zodiac and Licurici cultivars differing in potential of productivity. Plants were grown in a soil cultural with either a non-limiting or low P supply and harvested at pod setting stage development. The Licurici cultivar produced a higher DM than the Zodiac in well-watered conditions. Leaves growth and expansion were sensitive to both abiotic factors than roots. No difference between cultivars was detected on the total DM in treatments with adequate P supply (100 mg P kg soil) under water stress. The starch concentration in the plant tissues exhibited differences between both cultivars with Licurici generally having lower levels in roots. P deficiency increased starch contents in leaves irrespective of water regime. We concluded that adequate P and Fe supply decreased the carbohydrates concentration in nodules and support a vigorous roots system growth.

Introducere

Schimbările climatice, frecvent atestate în ultimele decenii la nivel global, contribuie la intensificarea fenomenelor de secetă și pe teritoriul Republicii Moldova, stresul hidric devenind principalul factor limitativ al producției agricole. Obținerea genotipurilor cu un grad sporit de variabilitate climatică și a unei productivități stabile în condiții de mediu nefavorabil poate fi realizată în baza studierii reacțiilor fiziologo-biochimice ale genotipurilor la acțiunea factorilor stresogeni de mediu, impactul dăunător al secetelor manifestându-se asupra creșterii și dezvoltării plantelor, prin repercusiuni negative asupra proceselor metabolice.

Un aport deosebit în realizarea potențialului genetic, în majorarea productivității și rezistenței plantelor la condițiile nefavorabile de mediu revine nutriției minerale cu fosfor [1-3], care este considerat unul dintre cele mai importante elemente minerale datorită implicării acestuia în metabolismul energetic. Deseori, asigurarea insuficientă a solului cu forme accesibile ale nutrienților este asociată cu deficitul de umiditate. Seceta cauzează modificări notabile în relația plantă-sol, elementele nutritive fiind utilizate insuficient de către plante, acestea manifestând carențe de nutrienți. Prezența concomitentă a deficitului de umiditate și fosfor în mediul nutritiv amplifică impactul lor negativ asupra creșterii și dezvoltării plantelor. Insuficiența de fosfor este pe larg răspândită atât la nivel global, cât și național. Solurile din Republica Moldova, îndeosebi cernoziomul carbonat, sunt caracterizate printr-un conținut scăzut de fosfați mobili [4]. Aplicarea fertilizanților este procedeul tradițional de ameliorare a deficitului de elemente nutritive, însă s-a dovedit că administrarea unilaterală a îngrășămintelor cu fosfor poate conduce, în anumite condiții, la formarea unui status nutritiv dezechilibrat. Conform datelor din literatura de specialitate, aplicarea unor doze mari de fosfor are o acțiune antagonistă asupra procesului de absorbție și utilizare a microelementelor, îndeosebi a fierului și zincului [5].

Totodată, trebuie de remarcat că plantele leguminoase manifestă o exigență înaltă față de nutriția cu fosfor [6,7] și fier [8], ambii nutrienți îndeplinind atât un rol structural, cât și funcțional. Fierul are o funcție esențială în realizarea multiplelor procese fiziologice și biochimice, ca: fotosinteza, respirația, sinteza ADN-ului. De asemenea, ambele elemente nutritive au o funcție fiziologică importantă în procesul de fixare și asimilare a azotului din atmosferă, fiind componente indispensabile pentru unele enzime-cheie, ca: nitrogenaza, leghe-moglobina [9]. Spre exemplu, s-a dovedit că deficitul de fosfor [6,7] și de fier [8] reduce drastic numărul și masa nodozităților, micșorează activitatea fiziologică a aparatului fotosintetic [6].

Se știe că potențialul de rezistență al plantelor la factorii de stres este determinat și de capacitatea de acumulare a compușilor organici cu funcție de osmoliți. Dintre osmoliții compatibili, un rol important revine glucidelor, a căror cantitate și diversitate realizează funcții fiziologice deosebite, în particular, la plantele

supuse condițiilor nefavorabile de mediu. Importanței glucidelor pentru metabolismul și formarea productivității plantelor de soia nu s-a atras atenția cuvenită, spre deosebire de asimilarea azotului, din simplul motiv că această specie se caracterizează printr-o concentrație joasă de glucide în semințe. Însă, ținem să subliniem că glucidele sunt sursele energetice de bază pentru creșterea și dezvoltarea plantelor. De asemenea, ele sunt considerate ca materie primă pentru sinteza proteinelor și lipidelor, sursă de energie pentru asimilarea azotului din atmosferă. Este bine cunoscut faptul că fosforul participă nemijlocit la sinteza și la catabolismul glucidelor [10]. Astfel, într-un șir de cercetări s-a demonstrat că insuficiența de P are un impact negativ asupra procesului de fotosinteză. Reducerea substanțială a fotosintezei, cauzată de stresul de fosfor, s-a observat la diferite specii de plante, ca: trifoi, soia, sfecla de zahăr [2,11,12]. De obicei, nutriția insuficientă cu P duce la acumularea glucidelor în rădăcini, având repercusiuni asupra raportului rădăcini/plantă. Unele date științifice [10,13] au demonstrat că micșorarea concentrației de Pi în citoplasmă inhibă procesele de translocare a triozelor-fosfat din cloroplaste în citoplasmă și intensifică procesele de încorporare a carbonului, preponderent în amidon. În condiții deficitare de fosfor [14], plantele acumulează glucidele solubile în rădăcini, sporind presiunea osmotică a celulelor și capacitatea de absorbție a rădăcinilor. Deficitul de fosfor intensifică procesul de acumulare a amidonului [10,11,15], dar în unele investigații s-a observat o intensificare a sintezei ambilor compuși: amidon și zaharoză [13], inducând mecanismul feedback de reglare a fotosintezei. Astfel, în cadrul unor studii s-a observat micșorarea conținutului de zaharoză și sporirea conținutului de amidon în frunzele plantelor *Glycine max.*, crescute la deficit de fosfor [11], însă la *Phaseolus vulgaris* s-a atestat o sporire a conținutului atât de zaharoză, cât și de amidon [14]. Prezența acestor rezultate contradictorii în literatura de specialitate mărturisește faptul că nu este pe deplin clarificat efectul fosforului asupra metabolismului amidonului în funcție de condițiile de creștere a plantelor. Analiza datelor din literatură a relevat că în majoritatea experiențelor s-a examinat influența separată a unui singur factor abiotic, însă puține date experimentale există referitor la efectul combinat al ambilor factori: nutriția minerală cu fosfor și regimul hidric. Deși glucidele sunt considerate osmoliți compatibili, având un rol principal în realizarea potențialului de rezistență la factorii nefavorabili de mediu, puțin se cunoaște despre modificările în conținutul amidonului în funcție de condițiile de nutriție și umiditate a solului.

Conform cercetărilor [16], soia este deosebit de sensibilă la stresul hidric în faza reproductivă. Evaluarea particularităților distribuirii compușilor de carbon în organele plantelor poate oferi informație științifică importantă pentru a elucida, parțial, mecanismul/mecanismele de adaptare a plantelor la condițiile de stres ecologic. Astfel, luând în calcul cele expuse, ne-am propus să trasăm ca obiectiv major al acestui studiu evaluarea efectului aplicării fosforului și fierului asupra creșterii și distribuirii conținutului de amidon în organele plantelor la a două cultivare de soia în funcție de regimul de umiditate a solului.

Material și metode

În scopul realizării studiului preconizat, au fost montate experiențe cu cultivările de soia *Licurici* și *Zodiac* în condițiile căsuței de vegetație. Cultivarul *Zodiac* are un potențial inferior de productivitate (24 q/ha), iar cultivarul *Licurici* – un potențial mai înalt (35 q/ha). Plantele de soia au fost crescute pe solul de cernoziom carbonat caracterizat printr-un conținut redus de fosfați mobili (0,8-1 mg P₂O₅/100g sol). În cercetare s-a examinat influența a două niveluri de nutriție cu fosfor: a) insuficient (fără aplicarea fosforului) și b) suficient, unde s-a administrat o doză moderată de fosfor (100 mg P/kg sol). În toate variantele, azotul s-a aplicat în doză de 50 mg per kg sol. Influența nutriției cu fosfor a fost testată la aplicarea elementului separat sau în combinație cu fierul. Fierul s-a administrat în formă de chelați (Fe-EDTA) în cantitate de 5 mg fier la un kg de sol. Interacțiunea nutriției minerale cu fosfor și fier a fost studiată pe două niveluri de umiditate: a) optim – 70% CTA (capacitatea totală pentru apă a solului) și b) stresul hidric – 35% CTA. Umiditatea solului a fost ajustată conform schemei experienței prezentate în Tabelul 1 – prin metoda cântăririi vaselor. Stresul hidric a fost declanșat în faza înfloritului și a fost menținut pe o perioadă de 14 zile. Toate variantele au fost montate în patru repetări. Probele de plante au fost prelevate după două săptămâni de stres hidric. Plantele au fost separate pe organe: frunze, rădăcini, tulpini, nodozități, apoi uscate pentru înregistrarea acumulării masei uscate.

În frunze, rădăcini și în nodozități s-a determinat conținutul amidonului după metoda clasică, fiind folosit reagentul anthrone (Van Handel, 1968). Conținutul de amidon din țesuturile plantei, după extragerea glucidelor solubile, s-a determinat cu acidul percloric. Concentrația de amidon s-a estimat prin multiplicarea valorilor conținutului de glucoză la coeficientul 0,9.

Rezultate și discuții

Plantele expuse secetei își modifică ciclul vegetativ în defavoarea creșterii, afectând cantitatea și calitatea recoltelor. Efectele negative, cauzate de factorii de stres, pot fi reduse prin aplicarea corectă și echilibrată a elementelor nutritive. În rezultatul investigațiilor noastre s-a constatat că creșterea și dezvoltarea plantelor a fost marcată de ambii factori abiotici: nutriția minerală și deficitul de umiditate din sol, efectul acestora manifestându-se asupra ratei de acumulare a biomasei plantelor (Tab.1,2). În varianta control, fără aplicarea nutriției suplimentare, s-a observat o reducere evidentă a creșterii plantelor la ambele cultivări, indiferent de regimul de umiditate a solului, însă impactul deficitului de fosfor a fost mai pronunțat asupra dezvoltării aparatului foliar la *Zodiac*, unde s-au înregistrat cele mai mici valori ale producerii substanțelor uscate (Tab.1). Administrarea fosforului separat sau în combinație cu fierul a contribuit la creșterea semnificativă a biomasei la ambele cultivări – atât în condiții optime, cât și de insuficiență hidrică. Obținerea acestui rezultat poate fi explicat prin faptul că solul utilizat în experiențe s-a caracterizat printr-un conținut deficitar de nutrienți, iar, pe de altă parte, plantele de soia au manifestat un răspuns elocvent la nutriția suplimentară cu fosfor. Efecte similare ale aplicării fosforului s-au constatat și la alte specii de leguminoase – *Phaseolus vulgaris* [14], *Trifolium repens* [2]. Trebuie de menționat că s-au înregistrat diferențe în producerea asimilatelor între cultivare atât la nivel de organism, cât și la nivel de frunze.

Tabelul 1

Influența nutriției cu fosfor și fier asupra creșterii plantelor în condiții de stres hidric
(g masă uscată/vas)

Variante	Frunze		Plantă		Raportul F/R*	
	<i>Zodiac</i>	<i>Licurici</i>	<i>Zodiac</i>	<i>Licurici</i>	<i>Zodiac</i>	<i>Licurici</i>
N0.05P0Fe0	2,59	3,87	9,91	10,12	1,0	1,43
N0.05P100Fe0	4,15	5,52	14,62	14,63	1,1	1,80
N0.05P0Fe5	2,83	4,18	10,23	11,97	1,04	1,67
N0.05P100Fe5	4,76	4,63	16,38	14,82	1,31	1,47

*F – frunze, R – rădăcini.

Impactul benefic al nutriției suplimentare a depins de gradul de aprovizionare a plantelor cu apă, fiind mai pronunțat la plantele crescute în condiții optimale de umiditate. Examinarea creșterii la nivel de organ a evidențiat faptul că dezvoltarea aparatului foliar a fost destul de sensibilă atât la condițiile vulnerabile de nutriție, cât și la deficitul de apă din sol. Un răspuns primar al plantei la factorii abiotici nefavorabili, luați în cercetare, a fost reducerea suprafeței foliare. Declanșarea stresului hidric a diminuat substanțial creșterea frunzelor, mai ales în cazul deficitului ambilor nutrienți (fără folosirea fertilizanților cu fosfor și fier). S-a constatat că stresul hidric a redus mai evident suprafața frunzelor la *Licurici*, comparativ cu genotipul *Zodiac*. Astfel, rezultatele investigațiilor au evidențiat o micșorare substanțială a suprafeței frunzelor în varianta cu deficit de fosfor, reducerea suprafeței foliare fiind mai evidentă la cultivarul *Licurici* (Tab.2). În baza acestor date experimentale se poate face concluzia că cultivarul *Licurici* este mai sensibil la stresul hidric.

Tabelul 2

Efectul stresului hidric asupra pierderilor în creșterea frunzelor în funcție de nutriția minerală (%)

Variante	<i>Zodiac</i>	<i>Licurici</i>	<i>Zodiac</i>	<i>Licurici</i>
	Masa frunzelor		Suprafața frunzelor	
N0.05P0Fe0	26,5	31,3	21,3	27,4
N0.05P100Fe0	29,0	27,8	22,4	33,1
N0.05P0Fe5	23,4	34,0	23,3	20,8
N0.05P100Fe5	27,3	51,3	16,7	45,0

Administrarea nutrienților a marcat rata pierderilor de biomasă a frunzelor, cauzate de secetă, la genotipul *Zodiac* comparativ cu *Licurici*; diferențe mai accentuate între aceste două cultivare s-a observat în varianta cu nutriția suficientă cu fosfor și fier (Tab.2). Aplicarea fierului pe fondalul deficitului de fosfor (P0) puțin a

modificat atât rata de creștere a plantei, cât și formarea suprafeței foliare, însă efectul benefic al elementului s-a evidențiat mai pronunțat la combinarea fosforului cu fierul (P100Fe5) la genotipul rezistent *Zodiac*. De remarcat că rezultatele acestui studiu nu au constatat o interacțiune antagonistă între aceste elemente. Așadar, cele mai mari valori ale parametrilor morfologici studiați s-au înregistrat la nutriția balansată cu fosfor și fier. Aceeași tendință s-a observat și la plantele crescute în condiții normale de umiditate (datele nu sunt prezentate). În unele studii s-a arătat că există o corelație pozitivă între valoarea suprafeței foliare și nivelul concentrației de Pi în celulele epidermei limbului frunzei. Se poate de presupus că diminuarea suprafeței aparatului asimilator este cauzată de insuficiența fosforului din mediul nutritiv, fosforul fiind utilizat preponderent pentru alte procese vitale. Micșorarea suprafeței foliare ar putea fi un răspuns al plantelor la factorii de stres, fiind considerată o reacție obișnuită în scopul limitării consumului de apă în condiții nefavorabile, când una din repercusiunile directe ale insuficienței apei asupra plantelor este reducerea suprafeței foliare [2]. Prin urmare, efectul negativ al regimului deficitar de umiditate a solului (35% CTA) la nivel de organism a fost mai pronunțat în varianta cu nutriție insuficientă cu fosfor și fier. Astfel, s-a demonstrat că dezvoltarea sistemului foliar a fost mai susceptibilă la factorii abiotici și, în consecință, valoarea raportului rădăcini/plantă a crescut la plantele supuse stresului hidric. Acest rezultat sugerează ideea că plantele de soia își dezvoltă sistemul radicular în detrimentul părții aeriene vulnerabile a mediului ambiant.

Vigurozitatea plantelor, mai ales în condiții nefavorabile, depinde în mare măsură de aprovizionarea cu asimilate, în particular cu amidon. Cercetările au stabilit schimbări în conținutul amidonului din țesuturile vegetale în funcție de factorii abiotici. S-a observat că la cultivarul *Licurici* în condiții optime de umiditate a solului s-au înregistrat slabe modificări ale conținutului de amidon în frunze comparativ cu cultivarul *Zodiac* (Fig.1,2). Efectuarea nutriției suplimentare cu fosfor – atât aparte, cât și împreună cu microelementul fier – a condus la micșorarea concentrației de amidon în frunze, dar s-a observat o creștere a nivelului de amidon în rădăcini și în nodozități la aplicarea lor combinată.

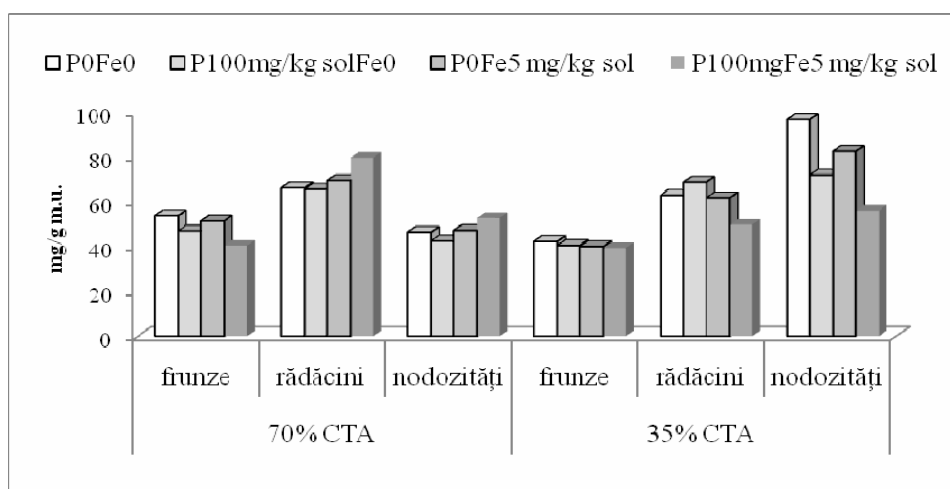


Fig.1. Variația conținutului de amidon în plantele de soia (cv. *Zodiac*) în funcție de nutriția minerală și de regimul de hidratare a solului.

În general, frunzele plantelor la ambele genotipuri supuse stresului hidric au avut un conținut mai mic de amidon, comparativ cu varianta control (70% CTA). Conținutul de amidon în frunzele hidratate normal a variat între 40,5-53,9 mg/g s.u. la cultivarul *Zodiac* și 55,2-58,7 mg/g s.u. la cultivarul *Licurici*. Stresul hidric a provocat o creștere a concentrației de amidon în rădăcinile cultivarului *Zodiac* în varianta cu aplicarea separată a fosforului, iar în cazul genotipului *Licurici* s-a atestat o creștere substanțială a conținutului de amidon în toate variantele luate în cercetare. Una dintre cauze poate fi că aplicarea nutrienților a avut o influență mai mare asupra sistemului foliar, ceea ce a asigurat o intensitate fotosintetică mai înaltă în condiții nefavorabile de umiditate. De notat că în această variantă s-au înregistrat valori mai mari ale suprafeței foliare. Rezultatele acestui studiu sunt în concordanță cu cele obținute la alte specii de leguminoase [10]. De menționat că în unele cercetări din străinătate [12,15] s-a constatat că deficitul de fosfor contribuie la sporirea conținutului de amidon în rădăcini comparativ cu frunzele, însă în experimentele noastre aceste dependențe s-au observat

doar pe fondul de stres. Probabil, acesta se explică prin dezvoltarea redusă a lăstarilor afectând producerea compușilor de carbon.

Rezultatele experimentale au dovedit că în condiții optime de cultivare nu s-au depistat modificări în frunze și rădăcini la administrarea nutrienților. În dependență de organ, seceta a cauzat efecte minore asupra acumulării amidonului în frunzele ambelor cultivare, iar la nivel de nodozități ea a provocat o reducere substanțială, chiar și în cazul aplicării nutrienților.

Deci, s-a stabilit o reacție genotipică în distribuirea amidonului în rădăcini și nodozități. La genotipul *Zodiac* s-a constatat, pe fond de secetă, o acumulare considerabilă a amidonului în nodozități atât în varianta martor, cât și la administrarea separată a fosforului și fierului. De remarcat că, în condiții optime de cultivare, în rădăcinile genotipului dat conținutul de amidon nu este influențat de administrarea nutrienților, în timp ce pe fond de secetă conținutul lui în rădăcini a crescut aproximativ de două ori – atât în cazul plantelor de referință, cât și în variantele cu administrarea nutrienților.

Evaluarea caracterului distribuției amidonului în organele plantelor la cultivarul *Licurici* a relevat că, în condiții optime de cultivare, administrarea fosforului separat sau în combinație cu fierul practic nu a modificat nivelul concentrației lui în frunze și rădăcini (Fig.2), însă s-a constatat o tendință de creștere a conținutului de amidon în nodozități în varianta cu fertilizarea combinată a ambilor nutrienți comparativ cu varianta martor.

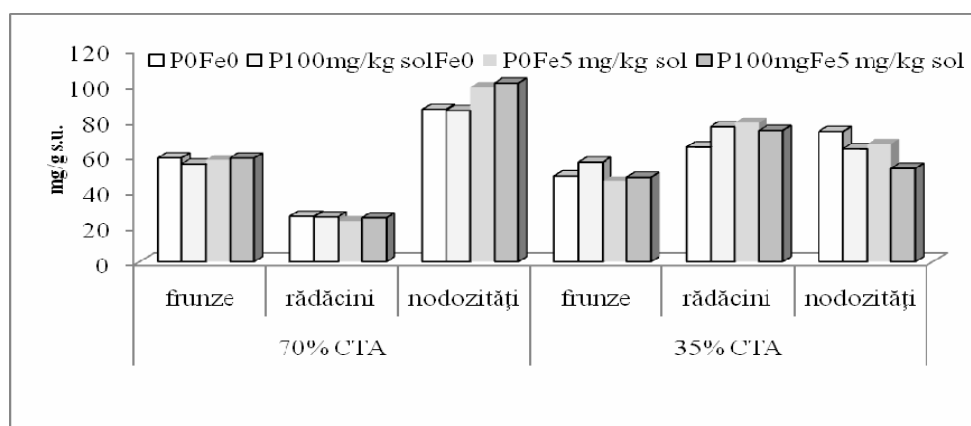


Fig.2. Variația conținutului de amidon în plantele de soia (cv.*Licurici*) în funcție de nutriția minerală și de regimul de hidratare a solului.

În general, insuficiența de umiditate a redus substanțial conținutul amidonului din nodozități, indiferent de condițiile de nutriție minerală. Efectul benefic al aplicării fosforului și fierului s-a evidențiat și asupra aprovizionării rădăcinilor cu compuși de glucide, atestându-se un conținut ridicat de amidon comparativ cu martorul (fără aplicarea fertilizatorilor). Așadar, s-au observat diferențe genotipice semnificative în acumularea amidonului în rădăcini la plantele crescute în condiții optime de umiditate. Rezultatele obținute denotă o capacitate superioară de acumulare a glucidelor pentru cultivarul *Zodiac*, comparativ cu *Licurici*. O relație inversă s-a depistat în nodozități, conținutul amidonului fiind net superior la genotipul *Licurici*, comparativ cu *Zodiac*. Prin urmare, cercetările au demonstrat că nutriția adecvată cu fosfor și fier reduce conținutul de asimilate în aparatul simbiotic. Rezultate asemănătoare au fost constatate și la alte specii de leguminoase [2,12], acest fenomen fiind asociat cu utilizarea mai eficientă a amidonului din nodozități, care are un efect benefic asupra activității fiziologice a sistemului *Bradyrhizobium japonicum-Glycine max*.

Concluzii

Nutriția combinată cu fosfor și fier reduce evident impactul negativ al secetei asupra creșterii plantelor, indiferent de gradul de rezistență a genotipurilor.

Formarea aparatului asimilator în condiții de secetă, pe fond de aplicare a fertilizanților, a demonstrat dependențe specifice, în funcție de genotip și rezistența cultivarelor, aplicarea acestora reducând considerabil efectul negativ al secetei asupra dezvoltării aparatului asimilator.

Conținutul de amidon sub acțiunea factorilor abiotici variază în diferite organe, atestându-se modificări semnificative la nivelul rădăcinilor și nodozităților, în funcție de genotip și condițiile de nutriție minerală.

Nutriția suplimentară cu fosfor și fier a plantelor de soia, cultivate pe solul cernoziom carbonatat, reduce substanțial conținutul amidonului în nodozități, favorizând acumularea acestuia în rădăcinile genotipului susceptibil la deficitul de umiditate.

Referințe:

1. Jin Jian et al. Phosphorus application affects the soybean root response to water deficit at the initial flowering and full pod stage // *Plant Nutr.*, 2005, 51, 7, p.953-960.
2. Singh D.K., and Sale P.W.G. Growth and potential conductivity of white clover roots in dry soil with increasing phosphorus supply and defoliation frequency // *Agr. J.*, 2000, 92, p.868-874.
3. Tongmin Sa and Israel D. Phosphorus deficiency effects on response of symbiotic N fixation and carbohydrate status in soybean to atmospheric CO₂ enrichment // *Plant Nutr.*, 1998, 21, p.2207-2218.
4. Andrieș S.V. Regimul de fosfor în solurile Moldovei și eficacitatea îngrășămintelor cu fosfor. - Chișinău, 2006.
5. Cabata-Pendias A., Pendias X. Микроэлементы в почвах и в растениях. - Москва, 1989, с.62-71.
6. Israel D.W. Investigation of the role of phosphorus in symbiotic dinitrogen fixation // *Plant Physiol.*, 1987, 84, p.835-840.
7. Israel D.W., Rufty T.W. Influence of phosphorus nutrition on phosphorus and nitrogen use efficiency and associated physiological responses in soybean // *Crop Sci.*, 1988, 28, p.954-960.
8. Tang C., Robson A.D. and Dilworth M.J. The role of iron in the (Brady)rhizobium legume symbiosis // *J. Plant Nutr.*, 1992, 15, 10, p.2235-2252.
9. Moran J.F., Klucas R.V., Grayer R.J., Abian J., Becana M. Complexes of iron with phenolic compounds from soybean nodules and other legume tissues: prooxidant and antioxidant properties // *Free Radical Biology and Medicine*, 1997, 22, 5, p.861-870.
10. Foyer C., Spencer C. The relationship between phosphate status and photosynthesis in leaves // *Planta*, 1986, 167, p.369-375.
11. Qiu J., Israel D. Carbohydrate accumulation and utilization in soybean plants in response to altered phosphorus nutrition // *Physiol. Plantarum*, 1994, 90, p.722-728.
12. Rao I.M., Fredeen A.L., Terry N. Influence of phosphorus limitation on photosynthesis, carbon allocation and partitioning in sugar beet and soybean grown with a short photoperiod // *Plant Physiol. and Biochemistry*, 1993, 31, p.223-231.
13. Dietez K-J., Heilos L. Carbon metabolism in spinach leaves as affected by leaf age and phosphorus and sulfur metabolism // *Plant Physiol*, 1990, 93, p.1219-1225.
14. Ciereszko I.W., Barbachowska A. Sucrose metabolism in leaves and roots of bean (*Phaseolus vulgaris*) during phosphate deficiency // *Plant Physiol.*, 2000, 156, p.640-644.
15. Fredeen A.L., Rao I.M., Terry N. Influence of phosphorus nutrition on growth and carbon partitioning in *Glycine max.* // *Plant Physiol.*, 1989, 89, p.225-230.
16. Chipman R.B., Raper J. and Patterson R.P. Allocation of nitrogen and dry matter for two soybean genotypes in response to water stress during reproductive growth // *Plant Nutr.*, 2001, 24, 6, p.873-884.

Prezentat la 13.03.2011

PROBLEMELE GESTIONĂRII RESURSELOR FUNCiare ÎN REPUBLICA MOLDOVA

Petru BACAL, Vitalie SOCHIRĂ

Catedra Științe ale Solului, Geologie și Geografie

The main problems of land resource management are non-ecological exploitation of agricultural land, non-sanitation of rural space, massive negligence of population and local authorities. Most environmental damage in this field is not established and compensated and the majority of land beneficiaries ignore the normatives of land protection. There was introduced a penalty for burning stubble, substantially increased the payment discharge and the amount of fines for unauthorized land use and for destruction of soil fertile layer. However, there is no positive change in penalties for causing erosion, for falsifying and concealing information about the status of land.

Introducere

Actualmente, spațiul rural al Republicii Moldova se află într-o criză profundă, marcată de exodul în masă al populației în străinătate, de ruina agricultura, de deteriorarea gravă a infrastructurii sociale și de producție, a drumurilor de acces etc. Un impact deosebit au valorificarea antiecolologică a terenurilor agricole și puzderia de gunoiști neautorizate, neglijența populației și a autorităților publice locale, a organelor de supraveghere și control al resurselor funciare. Cea mai frecventă formă de impact asupra resurselor funciare este eroziunea. Sporirea accelerată a suprafețelor afectate de eroziune și a intensității acesteia este condiționată de nerespectarea cerințelor ecologice ale terenurilor la momentul acordării cotelor funciare agricole în proprietate privată, de exercitarea ineficientă a principalelor funcții de gestionare a resurselor funciare, precum și de implicarea superficială a autorităților publice locale. La un nivel ineficient sunt exercitate funcțiile de evaluare și control, de reglementare și coordonare a folosirii și supravegherii resurselor funciare [1].

Material și metode

Principalele materiale care au stat la baza realizării acestui studiu au fost: 1) Anuarele privind calitatea factorilor de mediu și activitatea Inspectoratului Ecologic de Stat [2]; 2) Codul contravențional al Republicii Moldova [3,4]; 3) Rapoartele anuale ale Agențiilor și Inspecțiilor Ecologice [5]; 4) Rapoartele Biroului Național de Statistică (BNS) privind aplicarea sancțiunilor administrative [6]. Studiul a cuprins, cu precădere, anii 2003-2010.

Metodele principale utilizate: statistică, analitică, istorică, analogică, precum și consultarea autorităților abilitate cu depistarea și examinarea contravențiilor ecologice. *Metoda statistică* a fost pe larg utilizată la procesarea informației statistice referitor la aplicarea sancțiunilor administrative pentru încălcarea legislației de folosință și protecție a resurselor naturale pe raioane și municipii și pentru fiecare tip de contravenții (articol și alineat) în domeniul resurselor funciare. *Metoda analitică* a fost folosită pentru: a) identificarea modificărilor și a direcțiilor de optimizare a mecanismului de sancționare administrativă pentru încălcarea legislației funciare; b) diagnoza situației în acest domeniu; c) formularea recomandărilor de optimizare a gestionării resurselor funciare.

Rezultate și discuții

În anii '90 ai sec. al XX-lea se atestă o reducere considerabilă a numărului de laboratoare ecologice de evaluare a terenurilor agricole și a calității solurilor, condiționată de lichidarea centrelor raionale și regionale de protecție a plantelor și de pierderea controlului asupra teritoriului din stânga Nistrului. Inspectoratul Ecologic de Stat, care deține funcția exclusivă de evaluare a prejudiciilor ecologice, dispune doar de un laborator central și de 3 laboratoare ale Agențiilor Ecologice, iar cea mai mare parte a echipamentului folosit este uzat. În unele cazuri mai grave se apelează la Centrul de Investigații Ecologice al Institutului de Ecologie și Geografie al AȘM. La exercitarea evaluării și a altor funcții de gestionare a protecției mediului un rol important revine Agenției de Geodezie, Relații Funciare și Cadastru, Institutului de Protecție a Solurilor „N.Dimo”, Serviciului Hidrometeorologic de Stat (SHS). Din cauza resurselor financiare insuficiente și a abordării superficiale a acestor probleme, salarizării proaste a personalului, funcțiile principale de gestionare a resurselor funciare

sunt exercitate ineficient, iar impactul distructiv asupra terenurilor și solurilor a atins cote alarmante. Pentru optimizarea suportului economic al protecției resurselor funciare este necesară includerea indicilor ecologici în evaluarea cadastrală și aplicarea pașaportizării ecologice a terenurilor [1].

Sanționarea administrativă pentru încălcarea legislației funciare. O influență majoră asupra eficienței reduse a funcțiilor de gestionare a impactului asupra resurselor funciare are și implementarea superficială a mecanismului sancționării administrative. Cu toate că solurile sunt declarate principala avuție a neamului nostru, cuantumul amenzilor pentru folosirea neautorizată a terenurilor și provocarea diverselor forme de degradare era foarte redus (până la 100 lei) [3]. Majoritatea absolută a amenzilor erau aplicate pentru ocuparea nelegitimă a terenurilor și pentru acțiunile ce cauzează poluarea solurilor. Foarte rar erau aplicate sancțiuni administrative pentru nimicirea stratului fertil de sol, neluarea măsurilor de prevenire a eroziunii solurilor, ridicarea stratului fertil superior al solului de pe terenurile fondului silvic, pentru falsificarea și tăinuirea informației despre starea terenurilor [6]. Conform noului Cod contravențional (din 31 mai 2009), cuantumul amenzilor respective a fost majorat semnificativ, în special pentru folosirea neautorizată a terenurilor, pentru nimicirea stratului fertil de sol și pentru neaducerea terenurilor la starea care să asigure folosirea lor după destinație. Au fost excluse avertismentele și introduse, ca forme suplimentare de sancționare, *munca în folosul comunității*, iar pentru persoanele juridice și cele cu funcție de răspundere – *sistarea activităților economice pentru o perioadă de până la 1 an* [4]. A fost introdusă sancțiunea pentru arderea resturilor vegetale (art.115.3¹), pentru care sunt intentate cele mai multe acțiuni de recuperare a prejudiciului cauzat solurilor. Totodată, majorarea cuantumulului a condiționat reducerea (de circa 3 ori) a numărului de amenzi aplicate pentru astfel de contravenții. Totuși, această măsură a influențat majorarea, direct proporțională, a sumei amenzilor aplicate pentru contravențiile în domeniul resurselor funciare (*a se vedea* Fig.1 și Tabelul).

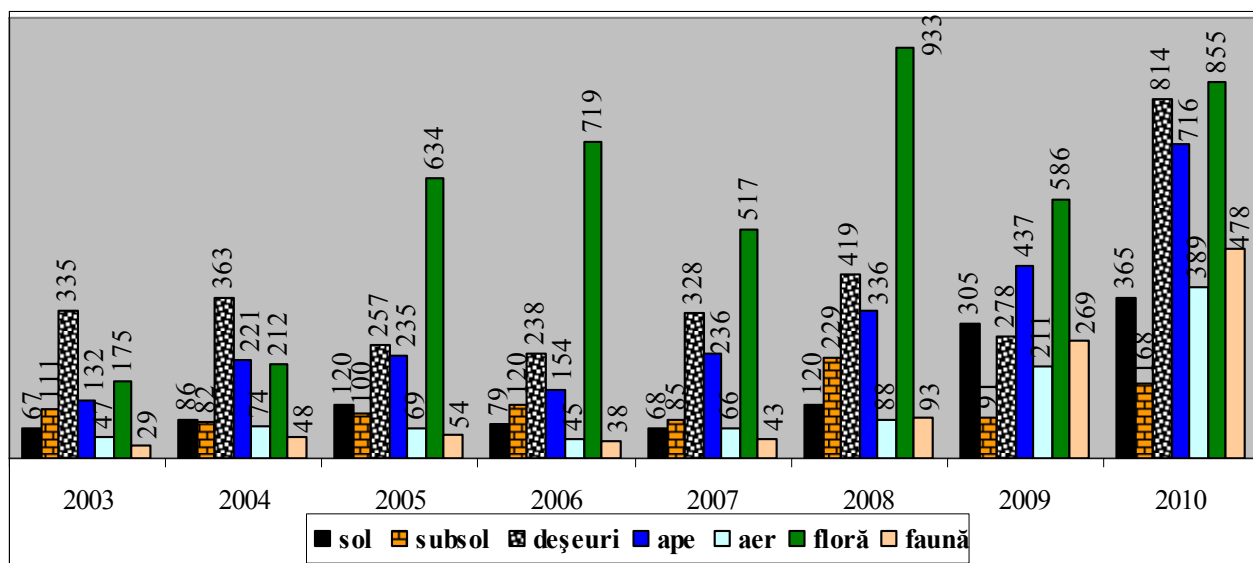


Fig.1. Suma amenzilor aplicate pentru încălcarea legislației de mediu, în mii lei [6].

Au fost majorate substanțial sumele amenzilor aplicate pentru folosirea neautorizată a terenurilor, pentru nimicirea stratului fertil de sol și pentru neaducerea terenurilor la starea care să asigure folosirea lor după destinație. În anul 2010, pentru încălcarea legislației funciare au fost aplicate 770 de amenzi, în sumă de 365 mii lei. Numărul maxim de amenzi a fost aplicat în Regiunea Centrală (*a se vedea* Tabelul), inclusiv în raioanele Nisporeni, Strășeni, Hâncești și Ialoveni. Suma maximă a amenzilor aplicate se atestă în raioanele Nisporeni (57,6 mii lei) și Hâncești (41,4 mii lei), precum și în municipiile Chișinău (45,8 mii lei) și Bălți (31,5 mii lei). Numărul și suma amenzilor sunt condiționate, în mare măsură, de frecvența și eficiența măsurilor de control efectuate de autoritățile ecologice teritoriale, precum și de colaborarea acestora cu organele cadastrale, cu autoritățile publice locale și cu judecătorii teritoriale [1].

¹ Numărul articolului din Codul contravențional al Republicii Moldova.

Tabel

Numărul și suma amenzilor aplicate pentru încălcarea legislației funciare [6]

Nr. crt.	Unitatea administrativ-teritorială	Numărul amenzilor aplicate						Suma amenzilor aplicate (mii lei)					
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1	Briceni	53	12	6	14	4	2	1,9	1	0,44	4,6	1,3	1,1
2	Ocnîța	57	2	9	3	9	5	27	1	0,52	0,2	0,3	1
3	Edineț	83	24	28	16	32	15	3,5	1,1	2,1	0,66	34	5,38
4	Dondușeni	72	49	7	35	14	11	5,34	2,68	0,48	2,5	5,4	11,6
5	Drochia	64	42	23	25	19	15	3,3	4,04	2,3	2	5	11,7
6	Soroca	12	42	30	86	36	23	1,14	3,4	3,3	4,26	7,4	8,2
7	Florești	83	25	23	13	7	5	1,9	1	1	0,9	1,6	3,6
8	Râșcani	126	24	6	17	10	31	15	1,1	5,1	7,3	9,3	9
9	Glodeni	50	63	10	35	28	5	2,1	1,8	0,4	1,28	5,9	2,6
10	Fălești	35	11	14	7	39	49	1,05	0,38	5,94	0,42	17	11,6
11	Bălți	47	75	91	79	56	31	3,15	3,54	4,38	4,1	90	31,5
12	Sângerei	2	0	0	11	2	0	0,18	0	0	0,5	0,8	0
13	Șoldănești	81	159	0	109	26	8	1,78	4,72	0	4,2	3,9	4
14	Rezina	59	20	31	17	24	13	1,6	1,06	0,76	0,46	0,8	6,2
	Regiunea de Nord	824	548	278	467	306	213	69	27	27	33	183	107
15	Telenești	0	6	4	3	2	9	0	1,2	0,1	1,04	0,3	3,4
16	Orhei	7	37	3	10	8	5	0,27	1,7	0,24	1,04	0,5	1,2
17	Criuleni	59	50	16	22	30	7	2,13	2,2	1,2	1,72	5,6	3,8
18	Dubăsari	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	1,7	0
19	Anenii Noi	9	11	6	16	7	28	0,6	0,7	0,76	1	0,3	19,4
20	Ialoveni	0	20	5	3	0	43	0	2,92	0,22	0,9	0	4,3
21	Strășeni	17	17	12	17	39	85	1	1,2	2,1	0,45	7,8	18,8
22	Călărași	100	177	96	0	7	19	3,23	4,32	3	0	2	4,4
23	Ungheni	4	1	1	5	9	18	0,18	0,02	0,02	0,78	2,5	5,6
24	Nisporeni	118	70	40	50	31	115	2,4	1,5	1,04	1,7	6,4	57,6
25	Hâncești	73	76	29	30	39	71	3,6	4,1	1,7	2,4	14	41,4
26	Chișinău	61	84	67	967	23	33	13	13	17	62	24	45,8
	Regiunea Centrală	448	549	279	1123	204	433	26	33	28	72	65	206
27	Căușeni	251	104	68	53	26	12	7,9	4,8	3,04	4,1	2,6	3,2
28	Ștefan-Vodă	76	95	27	48	22	25	2,4	2,6	0,82	3	9,7	9,3
29	Cimișlia	60	40	23	14	2	4	5,3	2,66	1,28	0,92	0,4	1,4
30	Basarabeasca	5	8	7	1	3	0	0,56	0,62	0,44	0,04	1,3	0
31	Leova	21	76	34	38	46	36	0,91	3,58	1,47	1,46	5,4	8,7
32	Cantemir	2	5	3	12	15	9	0,07	0,18	0,06	0,52	3,9	6,6
33	Cahul	30	3	2	8	7	4	3,36	0,22	0,96	0,56	0,3	2,9
34	Taraclia	140	113	110	113	4	3	3,7	3,4	4,5	3,5	2,2	7,2
35	UTA Găgăuzia	5	33	14	24	52	31	0,4	1,18	1,52	1,1	32	12,4
	Regiunea de Sud	590	477	288	311	177	124	25	19	14	16	58	51,7
	În total	1862	1574	845	1901	687	770	120	79	68	120	305	365

Sumele maxime în municipiile Chișinău și Bălți se explică prin sancționarea frecventă pentru ocuparea nelegitimă a terenurilor (art.116.2) și pentru nimicirea stratului fertil de sol (art.115.1), ambele legate de construcțiile neautorizate. O altă cauză a frecvenței sporite a contravențiilor respective este procedura dificilă

și costisitoare de înstrăinare a terenurilor, care se permite doar în baza hotărârii de guvern pozitive în acest sens. De asemenea, se constată o ameliorare a colaborării autorităților ecologice cu autoritățile statistice, cu organele cadastrale și cu subdiviziunile ramurale de producție și cercetare și de reglementare funciară și agricolă.

Totodată, este necesară o conlucrare mai eficientă cu judecătoriile teritoriale, care manifestă frecvent o atitudine superficială față de examinarea contravențiilor de mediu și aplicarea sancțiunilor necesare, ceea ce sporește neglijența beneficiarilor funciari și a autorităților publice locale în sensul prevenirii impactului distructiv și nociv asupra terenurilor agricole.

Circa $\frac{1}{4}$ din numărul (272) și din suma (71 mii lei) amenzilor aplicate se referă la arderea resturilor vegetale de pe terenurile agricole (a miriștii) sau din spațiul adiacent al acestora. În acest caz, putem constata o complementaritate a celor 2 componente ale sancționării economice: *amenzilor și acțiunilor de recuperare a prejudiciului* cauzat solurilor. Mai mult decât atât, aplicarea sancțiunilor pentru arderea miriștii este mult mai uniformă și se constată în majoritatea raioanelor republicii, îndeosebi în zonele cu pondere mai mare a terenurilor arabile. Pentru optimizarea gestionării resurselor funciare este necesar ca principiul complementarității să fie aplicat și pentru celelalte tipuri de prejudicii cauzate resurselor respective.

Nu se înregistrează schimbări pozitive la aplicarea sancțiunilor pentru cauzarea eroziunii – cea mai răspândită și mai gravă formă de impact asupra solurilor. În anul 2010, pentru astfel de contravenții (art.118) au fost aplicate doar 5 amenzi (în raioanele Hâncești, Cimișlia, Căușeni și Ștefan-Vodă), în sumă de numai 2400 lei. Este necesară aplicarea adecvată a amenzilor pentru cauzarea eroziunii, iar o parte majoră din sumele încasate să fie alocate, în calitate de subvenții, beneficiarilor funciari care întreprind permanent măsuri eficiente de prevenire a eroziunii. De asemenea, un număr foarte redus de amenzi este aplicat pentru folosirea neautorizată a terenurilor fondului silvic de stat (art.134) și pentru ridicarea stratului fertil al solului de pe terenurile respective (art.120), pentru falsificarea și tănuirea informației despre starea terenurilor (art.115.4) și pentru neaducerea terenurilor la starea care să asigure folosirea lor după destinație (art.117.1) [6]. Astfel, o bună parte din sancțiunile aplicate nu reflectă impactul real asupra învelișului de sol. Ocuparea nelegitimă a terenurilor nu este o formă directă de impact asupra solurilor, iar poluarea excesivă, în condițiile unei penurii financiare în mediul rural, este mai puțin răspândită decât eroziunea lor. Prin urmare, actualul mecanism de sancționare administrativă nu creează motivația necesară pentru prevenirea și reducerea impactului, iar mijloacele financiare acumulate din amenzile încasate nu ajung pentru realizarea măsurilor de protecție a solurilor și terenurilor pentru nici o comună.

Un impact sporit nu doar asupra solurilor, dar și asupra aerului și apelor freactice, îl generează numărul foarte mare de gunoști neautorizate și insalubritatea majorității localităților republicii [2,5]. În Codul cu privire la contravențiile administrative, pentru nerespectarea *legislației cu privire la deșeurile* erau prevăzute doar avertismente și amenzi simbolice, care în majoritate au fost aplicate pentru încălcarea regulilor de amenajare și curățenie a localităților (art.150) [3]. În pofida numărului foarte mare de amenzi aplicate, suma lor era foarte redusă, o amendă constituind doar până la 10 lei. Astfel, procedura anterioară de sancționare administrativă în acest domeniu era, mai degrabă, un instrument de stimulare a insalubrității decât a protecției mediului [1]. În noul Cod contravențional, cuantumul amenzilor aplicate a fost majorat de câteva zeci de ori, iar avertismentele au fost excluse, cu unele excepții. De asemenea, a fost introdusă o nouă formă de sancționare – *munca în folosul comunității*, care este aplicată frecvent în statele Uniunii Europene pentru astfel de contravenții, numite și sociale, de rând cu încălcarea liniștii și ordinii publice. Conform prevederilor actuale ale Codului contravențional, depistarea și examinarea acestor contravenții a fost transferată de la Comisariatele de Poliție către autoritățile ecologice teritoriale [4]. Fără îndoială, această decizie este justă, deoarece autoritățile ecologice posedă competențe profesionale mai înalte în evaluarea impactului asupra mediului. Spre regret, organele ecologice de control dispun de resurse umane, de mijloace tehnice și financiare foarte insuficiente pentru exercitarea adecvată a acestei funcții. Ca rezultat, eforturile semnificative recente ale multor consilii locale și întreprinderi de salubritate sunt irosite.

Evaluarea și compensarea prejudiciilor cauzate resurselor funciare. Conform metodologiei în vigoare, mărimea prejudiciilor aduse solului variază în funcție de tipul pagubei, de cantitatea și calitatea solului distrus, de particularitățile geomorfologice și hidrologice ale terenului agricol afectat și de aria de extindere a acestui prejudiciu. Acestea se calculează în cazul arderii miriștii, eroziunii și poluării solurilor, alunecărilor de teren. Baza metodologică existentă permite evaluarea adecvată și complexă a prejudiciilor cauzate solului. Într-un

mod relevant sunt reflectați indicii fizico-geografici și ecologici ai prejudiciului respectiv. Totodată, la stabilirea sumei prejudiciului ar trebui să se țină cont de concentrația medie de humus pe suprafața de sol afectată, de poziția economico-geografică, de prețul de piață al terenurilor pe care se manifestă activ formele de degradare, de rata inflației, de veniturile din domeniul agricol. Suma prejudiciilor trebuie să includă și costurile de evaluare a acestora [1].

Majoritatea acțiunilor de compensare a prejudiciilor cauzate solului sunt intentate pentru arderea miriștii pe terenurile agricole, precum și pentru impurificarea solului, iar acțiunile intentate pentru compensarea prejudiciului cauzat de eroziune sau alunecări de teren sunt o mare excepție [2]. Mai mult decât atât, cazuri frecvente de nerespectare a cerințelor antierozionale și de prevenire a alunecărilor de teren pot fi întâlnite aproape în fiecare localitate. Nerespectarea cerințelor ecologice și implementarea foarte superficială a acțiunilor de recuperare a prejudiciilor cauzate solurilor sunt condiționate nu doar de penuria financiară, care stăpânește spațiul rural, de deficitul de personal calificat în domeniul controlului ecologic, de înzestrarea tehnică slabă a laboratoarelor ecologice, dar și de neglijența autorităților centrale și locale responsabile de gestionarea resurselor respective și de coordonarea inefficientă a acestor măsuri. În circa jumătate din unitățile administrativ-teritoriale nu sunt intentate acțiuni pentru prejudiciile cauzate solului. Ca urmare a instabilității politice și frecvenței mai reduse a controlului ecologic, în ultimii ani se atestă o diminuare considerabilă a sumei acțiunilor intentate pentru prejudiciile respective (Fig.2). Astfel, în pofida cazurilor frecvente de încălcare a legislației funciare, din cauza capacităților foarte reduse de evaluare, majoritatea prejudiciilor ecologice cauzate solurilor nu sunt stabilite și supuse compensării. Este necesară implicarea Direcției de Monitoring al Calității Mediului din cadrul SHS, care dispune de echipamentul și personalul necesar.

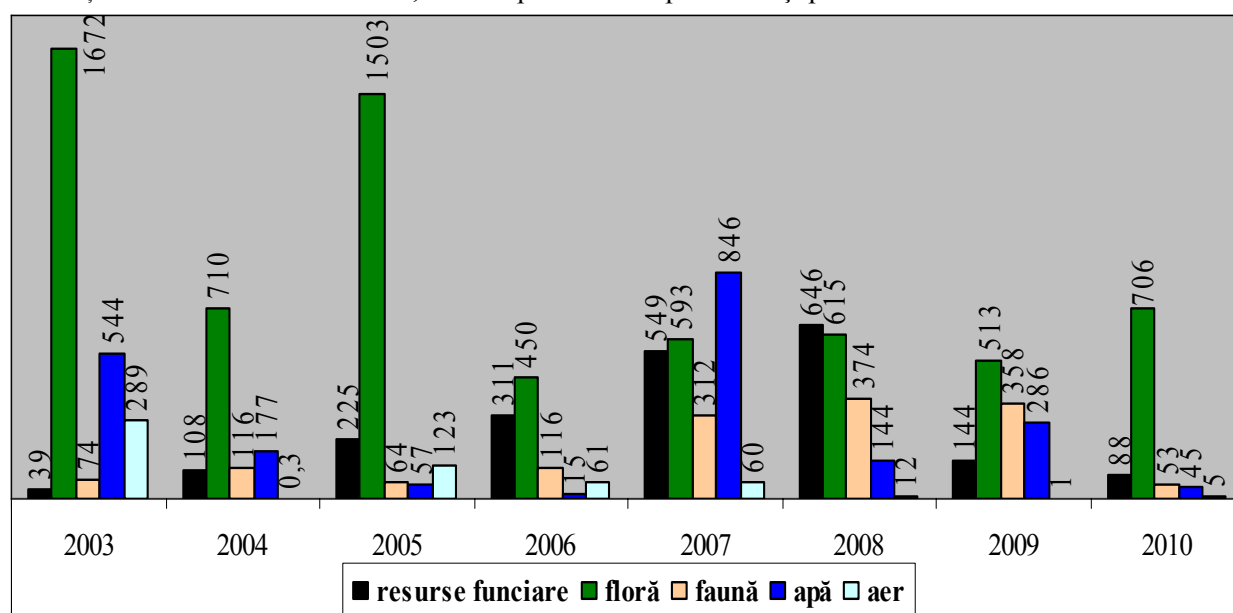


Fig.2. Suma acțiunilor intentate pentru prejudiciile cauzate mediului, în mii lei [2].

În anul 2010 suma acțiunilor intentate pentru prejudiciile cauzate solului a fost de doar 88 mii lei, inclusiv în Zona de Nord – 32 mii lei, în Zona de Centru – 53 mii lei și în Zona de Sud – 3 mii lei. De regulă, se intentează acțiuni de compensare a prejudiciului doar în cazul arderii miriștilor și poluării excesive a solurilor și foarte rar pentru eroziunea solurilor și alunecările de teren. Rapoartele autorităților ecologice nu conțin informația completă cu privire la acțiunile civile în acest domeniu. De asemenea, numărul și suma acțiunilor intentate și, mai ales, satisfăcute, de recuperare a prejudiciilor sunt net inferioare față de numărul contravențiilor respective. Prin urmare, în pofida existenței unei metodologii adecvate de evaluare a prejudiciilor cauzate solului, implementarea în practică a acesteia este superficială, ceea ce condiționează un comportament ilicit al beneficiarilor funciari.

Per ansamblu, nu se constată o complementaritate a procedurii aplicării amenzilor cu cea a intentării acțiunilor de recuperare a prejudiciului cauzat solurilor, care trebuie să formeze un mecanism integral de sancționare economică a contravențiilor [1]. De asemenea, sumele încasate din amenzi și acțiunile de

recuperare a prejudiciului sunt net inferioare față de pagubele cauzate învelișului de sol. Datele Băncii Mondiale vorbesc despre pagube anuale de circa 200 milioane dolari SUA, rezultate numai din eroziunea solurilor. Această situație confirmă implementarea superficială a mecanismului juridic și economic de stabilire, evaluare și compensare a acestor prejudicii, atestă neglijența masivă a cerințelor de protecție a solurilor – cele mai valoroase resurse ale poporului nostru.

Taxele pentru utilizarea resurselor funciare. O altă pârghie importantă de gestionare economică a protecției resurselor funciare în Republica Moldova este impozitul funciar. Cuantumul și modalitatea de plată a impozitului funciar au fost stabilite încă la începutul anilor '90. Aplicarea normativului redus de plată a fost condiționată de dificultățile tranziției la economia de piață, de penuria financiară și de situația dezastruoasă din mediul rural. Ulterior, cuantumul de plată nu a suferit majorări substanțiale, nefiind ajustat la rata inflației [7]. De asemenea, conform legislației în vigoare, circa 30% din sumele încasate trebuie folosite pentru restaurarea terenurilor degradate și ameliorarea calității solurilor. În realitate, sunt alocate mai puțin de 10%. La calcularea impozitului funciar nu se ține cont de intensitatea și scara proceselor erozionale, a alunecărilor de teren, a salinizării și poluării solurilor. Astfel, beneficiul social rezultat din utilizarea resurselor funciare nu este mobilizat corect, în funcție de cerințele economice, sociale și ecologice prezente și viitoare.

În mai multe state avansate ale lumii, pentru prevenirea poluării excesive și internalizarea costurilor generate de poluarea solului sunt aplicate diverse pârgii economice de natură fiscală sau comercială, printre care menționăm taxele și permisele negociabile pentru poluarea autorizată și normativă a solului. Taxele pentru poluare sunt mai răspândite în statele europene cu tradiții în reglementarea guvernamentală a mediului economic, iar permisele negociabile sunt mai răspândite în state cu un mediu antreprenorial mai liberal și cu o intervenție publică minimă în viața economică. Actualmente, legislația ecologică națională nu prevede aplicarea acestor pârgii economice în domeniul reglementării poluării solurilor, fapt condiționat de situația mai dificilă din sectorul agricol.

Subvenționarea măsurilor de protecție a resurselor funciare. Conform *Programului de valorificare a terenurilor noi și de sporire a fertilității solurilor*, anual sunt planificate măsuri agrotehnice, silvotehnice și hidrotehnice, realizate din contul sumelor acumulate din vânzarea terenurilor publice, precum și din înstrăinarea terenurilor agricole. Măsurile antierozionale acoperă 70% din suprafața terenurilor arabile și se bazează, cu precădere, pe metode agrotehnice. Pentru executarea acestor măsuri nu sunt alocate resurse umane, tehnice și financiare suficiente. Autoritatea silvică centrală, în calitate de coordonator al acțiunilor de restaurare și ameliorare, solicită includerea în bugetul de stat a fondurilor necesare pentru efectuarea lucrărilor prevăzute. În structura plantațiilor antierozionale circa 2/3 revine suprafețelor forestiere compacte, care au un rol auxiliar în protecția antierozională a terenurilor agricole. Această situație scoate în evidență caracterul declarativ al politicilor guvernamentale. Beneficiarii funciari sunt încadrați insuficient în realizarea măsurilor de restabilire și protecție a solurilor stabilite în acest program. O atenție majoră se acordă proiectelor de „dezvoltare a pădurilor comunale”, însă din cauza supravegherii superficiale, a pășunatului ilicit, a secetei și a neglijenței manifestate de autorități și populația locală, o bună parte din suprafețele plantate recent sunt distruse.

Concluzii

1. Funcțiile de evaluare și control, de reglementare și coordonare a protecției resurselor funciare sunt exercitate la un nivel ineficient. Autoritățile ecologice dispun de un număr insuficient de laboratoare pentru evaluarea integrală a prejudiciului cauzat resurselor funciare.

2. Pentru optimizarea mecanismului de evaluare a resurselor funciare este necesară implicarea SHS, care dispune de echipamentul și personalul necesar, includerea indicilor ecologici în evaluarea cadastrală și aplicarea pașaportizării ecologice a terenurilor.

3. Mai frecvent sunt aplicate amenzi pentru arderea miriștilor și pentru ocuparea nelegitimă a terenurilor agricole și foarte rar pentru eroziunea solurilor, pentru falsificarea și tăinuirea informației despre starea terenurilor.

4. Pentru prevenirea poluării masive cu deșeuri a spațiilor verzi este necesară aplicarea frecventă, ca formă de sancționare, a muncii în folosul comunității, care are un efect educativ major. O parte din sumele amenzilor încasate în zonele respective trebuie să fie folosite pentru finanțarea curentă a lucrărilor publice de salubritate.

5. În formula de calcul al prejudiciului cauzat resurselor funciare sunt reflectați adecvat indicii fizico-geografici și ecologici, însă nu se ține cont de prețul de piață al terenurilor, de costurile evaluării prejudiciilor pe terenurile pe care se manifestă activ formele de degradare, de rata inflației, de veniturile din domeniul agricol în perimetrul respectiv.

6. Aplicarea acțiunilor de compensare a prejudiciilor cauzate resurselor funciare este superficială, ceea ce condiționează un comportament ilicit al beneficiarilor funciari.

7. Cuantumul impozitului funciar nu reflectă starea ecologică a solurilor și a terenurilor. Trebuie majorată ponderea încasărilor folosite pentru restaurarea terenurilor și pentru ameliorarea calității solurilor. Din cauza aplicării superficiale a pârghiilor economice de gestionare a impactului, beneficiarii funciari sunt slab încadrați în realizarea măsurilor de restabilire și protecție a solurilor.

Referințe:

1. Bacal P. Gestiunea protecției mediului înconjurător în Republica Moldova (Aspecte teoretice și aplicative). - Chișinău: ASEM, 2010.
2. Anuarele privind calitatea factorilor de mediu și activitatea Inspectoratului Ecologic de Stat pentru anii 2003-2010. - Chișinău: Inspectoratul Ecologic de Stat al Republicii Moldova.
3. Codul cu privire la contravențiile administrative. - Chișinău, 2007.
4. Codul contravențional al Republicii Moldova // Monitorul Oficial al Republicii Moldova, 2009, nr.3-6.
5. Rapoartele anuale ale Agențiilor și Inspecțiilor Ecologice pentru anii 2003-2010.
6. Rapoartele Biroului Național de Statistică privind aplicarea sancțiunilor administrative în anii 2003-2010. - Chișinău: BNS.
7. Studiu de performanțe în domeniul protecției mediului. Republica Moldova. Studiul al doilea. - New York, 2005.

Prezentat la 24.10.2011

CONSIDERAȚII PRIVIND TRANZIȚIA DEMOGRAFICĂ ÎN REPUBLICA MOLDOVA

Adrian GROZAV*, **Vitalie SOCHIRĂ**

*Academia de Studii Economice din Republica Moldova
Catedra Științe ale Solului, Geologie și Geografie

The present article is a summary of the reproductive process (natural movement) approach of the population of Republic of Moldova through the *demographic transition theory*, as elucidated phases transition from one demographic type to another. Based on analysis of demographic indicators for a period of 19 and 20 century, the authors argue factors, characteristics, chronology and spatial characteristics of the demographic transition within the territory of the country.

Introducere

Studiile privind procesul de reproducere a populației, numit în limbajul geografic *mișcarea naturală a populației*, sunt o preocupare prioritară a Demografiei, dar, sub aspect spațial, și a Geografiei umane, fiind abordate de mari gânditori (Tommaso d'Aquino, Thomas Malthus, Charles-Louis de Montesquieu ș.a.) înainte de conturarea acestor științe.

Cercetările referitoare la reproducerea populației au generat o teorie originală și bine argumentată – *teoria tranziției demografice*, numită și „noua teorie a populației”, care se bazează pe analiza evoluției populației pe perioade îndelungate [1, p.93,120]. Investigațiile au demonstrat că populația umană a globului a avut atât perioade de creștere numerică, cât și perioade de descreștere, care reflectă anumite comportamente reproductive ale populației și, respectiv, tipuri (regimuri) demografice.

Actualitatea temei este indiscutabilă, atât la nivel global, cât și pentru țara noastră, întrucât teoria tranziției demografice facilitează explicarea și pronosticarea dinamicii proceselor demografice, a modificării comportamentului reproductiv al populației, a cauzelor creșterii sau descreșterii numerice a populației în anumite perioade etc.

În baza acestei teorii se argumentează fenomenul de declin demografic și micșorare naturală a efectivului populației, derulat în unele state înalt dezvoltate, tendință diametral opusă conceptului despre populație a celebrului Th.Malthus. Ca rezultat al desfășurării tranziției demografice, societățile moderne se confruntă cu fenomene precum „baby-krach-ul”, „depopularea”, „criza demografică”, situație tipică pentru un număr tot mai mare de state, iar mai recent și pentru Republica Moldova.

Desfășurarea tranziției demografice demonstrează că practic toate statele urmează o cale mai mult sau mai puțin similară, însă fiecare țară are și trăsături particulare. Din aceste considerente, se impune realizarea unor studii complexe ale tranziției demografice la nivel național.

Baza conceptuală, metodologică și informațională

Conceptul de *tranziție demografică* apare la începutul sec. al XX-lea, inițial fiind numit „revoluție demografică” sau „revoluție vitală”, semnificând fenomenul de schimbare a indicatorilor natalității, mortalității și ai bilanțului natural în decursul unei perioade de timp.

Astfel, cunoscută la început sub denumirea de revoluție demografică, contribuție la dezvoltarea acestei teorii, în prima jumătate a sec. al XX-lea, au adus A.Landry [2,3] și W.Thompson [4] (în literatura anglofonă se insistă că acest savant a introdus primul, în anul 1929, conceptul de tranziție demografică), cercetările referindu-se la populația Europei Occidentale și a SUA, în care au fost observate mai devreme modificări ale comportamentului reproductiv al populației.

A.Landry constată că populația, în evoluția sa, trece prin anumite tipuri (numite de autor regimuri) de reproducere, delimitând 3 regimuri: primitiv, intermediar și contemporan [3, p.34]. Regimul primitiv se caracterizează prin faptul că mijloacele de subzistență limitează creșterea populației, în cel intermediar mortalitatea scade, urmată de scăderea fertilității, iar regimul contemporan (modern) este marcat de un echilibru între fertilitate și mortalitate. Orice trecere de la un regim (tip) demografic la altul poate fi considerată o revoluție [2, p.54].

Fiecare tip de reproducere (regim demografic) are o anumită corelație a celor două componente de bază ale reproducerii – natalitatea și mortalitatea. Apariția conceptului de tranziție demografică se datorează anume constatării statistice a acestor indicatori pe parcursul unei perioade mai îndelungate.

Studii mai aprofundate ale comportamentului demografic sunt realizate după anul 1940, când s-a ajuns la ideea că tot mai multe state intră în procesul trecerii de la un tip de reproducere la altul, urmând practic o cale asemănătoare. În anul 1945 F. Notenstein contribuie la consolidarea concepțiilor propuse de către W. Thompson referitor la existența celor trei tipuri de creștere a populației, introducând termenul de *tranziție demografică*, conform căruia populația în evoluția sa trece prin anumite faze [5]. În același an apare lucrarea lui K. Davis [6], care contribuie la dezvoltarea conceptului de tranziție demografică. Un aport deosebit în explicarea tranziției demografice a adus C.P. Blacker, prin faimoasa teorie a „fazelor” desfășurării tranziției demografice, menționând printre primii că în procesul tranziției demografice populația trece prin anumite stadii sau cicluri [7]. C.P. Blacker propune o teorie a „stadiilor”, care a fost preluată și de alți cercetători, potrivit căreia ar exista cinci faze:

- 1) faza staționară – se caracterizează prin natalitate și mortalitate foarte înalte;
- 2) faza de expansiune incipientă – mortalitatea începe să scadă;
- 3) faza de expansiune tardivă – natalitatea începe să scadă și ea, însă mortalitatea scade mai rapid;
- 4) faza staționară – are loc reechilibrarea natalității și a mortalității la niveluri mai scăzute;
- 5) faza declinului – natalitatea are niveluri mai scăzute decât mortalitatea și se înregistrează un bilanț natural negativ [7, p.300].

În deceniile următoare apare o serie de lucrări (A.J. Coale [8, p.53], J. Caldwell [9], J.C. Chesnais [10], A. Vișinevskii [11] ș.a.) care îmbogățesc teoria tranziției demografice, treptat înțelegându-se că fenomenul tranziției demografice este legitim pentru toate statele lumii.

Teoria clasică a tranziției demografice distinge 3 tipuri (regimuri) demografice: arhetipul de reproducere (numit și tip primitiv), specific pentru oamenii din perioada primitivă; tipul tradițional de reproducere (specific societății bazate pe economia agrară); tipul contemporan (rațional) de reproducere. Astfel, societățile agricole tradiționale aveau rate înalte ale fertilității pentru a compensa marile rate ale mortalității; scăderea fertilității are loc după scăderea mortalității (în special a ratei mortalității infantile), acestea fiind influențate de schimbările din viața socială, fiind acompaniate de industrializare, urbanizare și educație; ratele fertilității au început să se reducă, deoarece copiii devin mai costisitori și mai puțin valoroși din punct de vedere economic (W. Thompson [4], F. Notenstein [5] ș.a.).

Modelul schematic al procesului de desfășurare a tranziției demografice poate fi urmărit în Figura 1, însă fiecare regiune sau stat are modelul propriu de desfășurare (în Figura 2 este prezentat modelul Republicii Moldova). De exemplu, în regiunile în care tranziția demografică a început mai târziu, procesul trecerii de la un tip de reproducere a populației la altul va fi mai rapid, deseori având o creștere naturală ridicată.

J.C. Chesnais introduce noțiuni noi, precum durata tranziției și efectul multiplicativ al tranziției, menționându-se că tranziția are început, marcat prin $T\alpha$ – începutul scăderii mortalității, fără ca să se mai întoarcă la acest nivel, și sfârșit, marcat prin $T\omega$ – perioada reîntoarcerii de durată a ritmului de creștere naturală egală sau inferioară față de acel din perioada anterioară lui $T\alpha$ [12]. Prin urmare, durata tranziției poate fi redată prin formula:

$$D = T\omega - T\alpha.$$

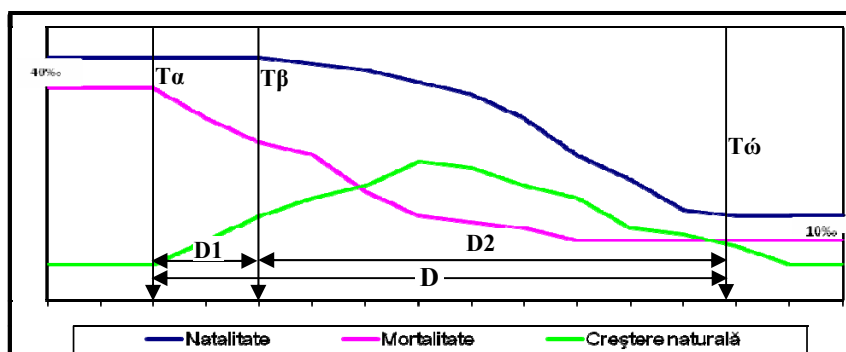


Fig.1. Schema desfășurării tranziției demografice [12, p.27]:

- $T\alpha$ – începutul tranziției mortalității; $T\beta$ – începutul tranziției natalității; $T\omega$ – încheierea tranziției;
 D – durata tranziției; $D1$ – perioada între începutul tranziției mortalității și începutul tranziției natalității;
 $D2$ – perioada în care natalitatea și mortalitatea ajung la un nou echilibru.

J.-C. Chesnais divizează perioada de desfășurare a tranziției în trei faze importante:

- prima fază se caracterizează prin creșterea neînsemnată a populației, însă începe descreșterea mortalității;
- în a doua fază se produce creșterea numerică maximă a populației;
- faza a treia corespunde creșterii lente a populației, datorită natalității scăzute [10, p.106].

Una dintre cele mai importante contribuții ale lui J.-C. Chesnais în dezvoltarea teoriei tranziției demografice este susținerea faptului că fiecare țară are profilul propriu de desfășurare a tranziției. În același timp, autorul propune câteva tipuri și modele ale tranziției demografice.

A) Tipul I include țările mai dezvoltate ale Europei; acestui tip îi corespunde o rată anuală de creștere mai joasă de 2%, iar durata tranziției demografice este foarte lungă – 75-200 de ani. Acest tip poate fi divizat în trei modele, având următoarele caracteristici:

1. Modelul nordic, cu o perioadă de tranziție foarte lungă – un secol și jumătate și o creștere maximă în perioada 1870-1880;

2. Modelul vestic, cu o perioadă de tranziție îndelungată – aproximativ un secol, creșterea maximă fiind în jurul anului 1900;

3. Modelul sudic, cu o perioadă de tranziție de 70-90 de ani, creșterea maximă fiind după anul 1900.

B) Tipul II include țările de imigrație: SUA, Canada, Argentina, Uruguay etc. Datorită imigrației populației adulte și îmbătrânirii populației, în această grupă de state se observă doar tendințele de reducere a creșterii populației, ceea ce este caracteristic pentru fazele finale de desfășurare a tranziției (autorul susține că în aceste state are loc o semitranziție).

C) Tipul III, în care se înscriu țările în curs de dezvoltare; aceste state se remarcă prin scăderea fertilității, însă creșterea maximă depășește 2%, uneori chiar 4% pe an. Perioada tranziției demografice este în cele mai multe cazuri relativ scurtă, de 40-80 de ani. Numărul mare de state și diversitatea situațiilor demografice a făcut posibilă diferențierea în câteva subtipuri:

- țări cu o creștere de 2-2,5% pe an (cazul Indiei);
- țări cu o creștere de 2,5-3% pe an (cazul Egiptului);
- țări cu o creștere mai mare de 3% pe an, iar plafonul de creștere de peste 3% s-a menținut mai puțin de 20 de ani (cazul Mexicului) [10].

În spațiul românesc problematica tranziției demografice este tratată de V.Trebici [13], V.Ghețău, Al.Ungureanu [14], I.Muntele [15] ș.a., iar în Republica Moldova – de C.Matei [16, 17], O.Gagauz [17], V.Sainsus [17], V.Sochircă [18], A.Grozav [19] ș.a.

Metodologia de cercetare a tranziției demografice este variată și relevă caracterul interdisciplinar al problematicii abordate. *Metoda statistico-matematică* este una dintre cele mai răspândite în cercetarea dinamicii populației și include colectarea, prelucrarea și interpretarea statisticii demografice. Utilizare largă are *metoda istorică*, pornind de la faptul că desfășurarea tranziției demografice este un proces de lungă durată. Aceasta a permis determinarea începutului tranziției demografice, limitele cronologice ale fiecărei faze, urmărirea în timp a dinamicii unor elemente demografice ale populației din spațiul actual al țării noastre. *Metoda modelării* este folosită în investigațiile demografice prin reprezentarea grafică a unor indicatori și modelarea prognozei populației, înlocuind în unele cazuri metoda experimentală, care nu întotdeauna poate fi folosită în studiul populației. Au fost aplicate, de asemenea, *metodele analitică, deductivă, comparativă, cartografică* ș.a.

Baza informațională a studiului este vastă, fiind folosite materiale statistice din diferite perioade. Sursele cele mai importante sunt: recensământul general al populației Imperiului Rus din anul 1897, recensământul general al populației României din anul 1930, recensămintele generale ale populației URSS care se referă la RSSM (1959, 1970, 1979, 1989), recensământul din Republica Moldova (2004), anuarele statistice, unele monografii etc.

Rezultate și discuții

Populația Republicii Moldova a trecut prin tranziția demografică, având un model specific de desfășurare a acesteia, cu trăsături similare țărilor din Europa de Sud-Est, care se referă la modelul numit „sud-est-european”, cu o tranziție relativ lungă, ce durează între 70 și 90 de ani [12, p.271]. Întrucât nivelul de dezvoltare social-economică a țărilor din Europa de Sud-Est era inferior celui din statele Europei de Vest și de Nord, transformările demografice au început mai târziu, însă s-au desfășurat mai rapid, fapt valabil și pentru Republica

Moldova. Direcția de desfășurare a tranziției era de la vestul Europei spre est și sud-est. Dificultățile cercetărilor demografice pe teritoriul actual al țării noastre țin de modificările spațial-politice frecvente, schimbarea regiunilor social-economice, migrațiile unor popoare cu tradiții culturale diferite față de populația autohtonă ș.a.

În Figura 2 este prezentat modelul tranziției demografice pentru Republica Moldova, care reflectă desfășurarea și fazele tranziției. Constatăm că tranziția mortalității a derulat la sfârșitul anilor '80 ai sec. al XIX-lea, asemănător unor state din Europa de Sud-Est [12, p.54], ceea ce corespunde fazei a doua a tranziției demografice. Această fază a durat în jur de 40 de ani, până în deceniul al doilea al sec. XX, când începe scăderea ratei natalității și are loc începutul fazei a treia a tranziției demografice. În faza a doua a tranziției demografice rata mortalității s-a micșorat de la 34-35‰ la 25-28‰, pe când rata natalității se menținea la cote ridicate – în jurul la 45‰.

Începutul scăderii natalității în Basarabia s-a produs în anii '20 ai secolului trecut, cu câteva decenii mai târziu decât în statele din Europa de Sud-Est, înscriindu-se practic în modelul „sud-est-european”. Faza a treia a tranziției demografice a durat până la mijlocul anilor '60 ai sec. al XX-lea, când în dinamica ratei natalității populației Republicii Moldova se observă o stabilitate relativă. În această fază au avut loc modificări semnificative ale ratelor natalității și mortalității. Astfel, rata natalității s-a micșorat de la peste 40‰ la cca 20‰, iar rata mortalității, respectiv, de la cca 25‰ la 6‰. Drept rezultat, la începutul fazei și în anii '50 (situația fiind amplificată și de fenomenul „baby-boom” de după război) se produce o creștere explozivă a populației, condiționată de sporul natural înalt, cu valoarea maximă de cca 30-35‰.

Faza a treia a tranziției demografice are unele particularități comune cu majoritatea statelor din regiune, fiind perturbată de războiul al doilea mondial, de modificările social-economice și politice postbelice din aceste state, inclusiv de politica demografică pronatalistă promovată, menținându-se o natalitate ridicată și o prelungire a duratei unor faze ale tranziției demografice. Drept exemplu poate servi România, în care la mijlocul anilor '60 ai sec. al XX-lea rata natalității era una dintre cele mai scăzute din regiune (14,3‰ în anul 1966), cu o rată totală a fertilității de 1,9. Odată cu adoptarea în anul 1966 a unor măsuri pronataliste (interzicerea avorturilor și a utilizării contraceptivelor ș.a.) rata natalității a crescut la 27,4‰ în anul 1967, după care iarăși se micșorează.

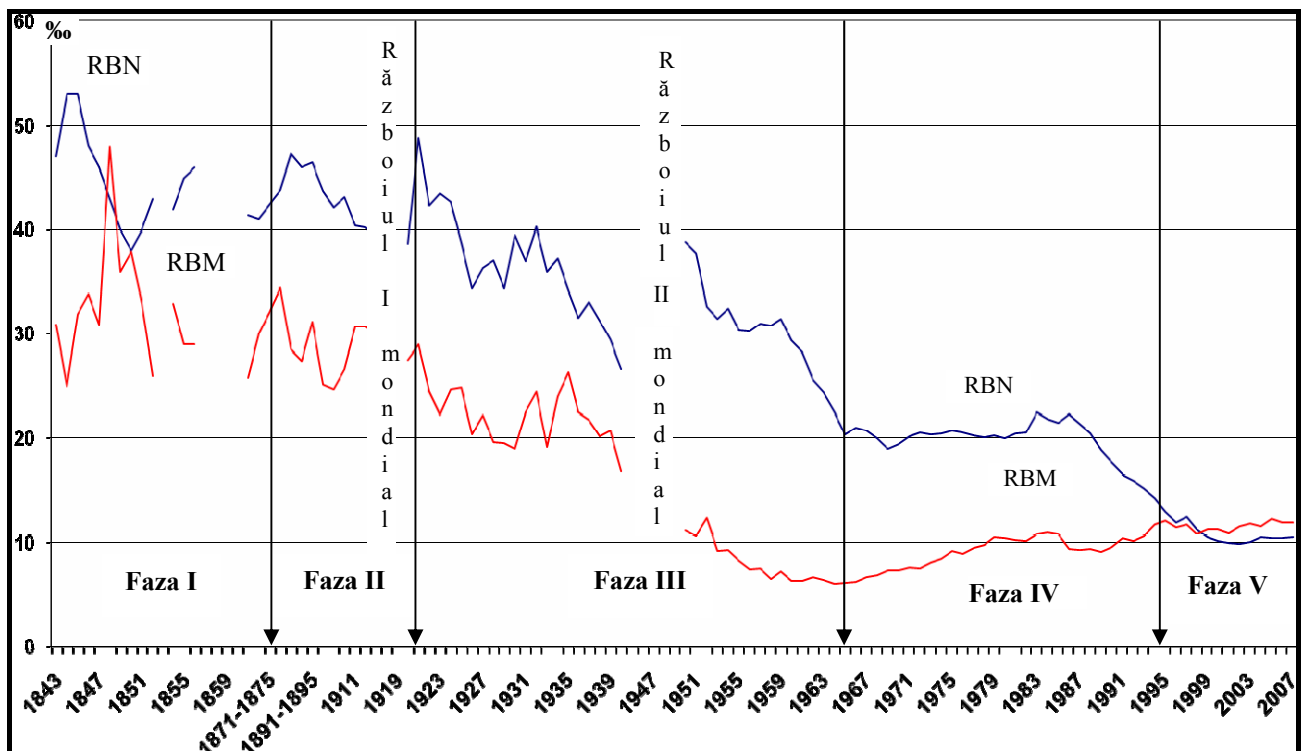


Fig.2. Mișcarea naturală a populației în perioada 1843-2007 și fazele tranziției demografice [20-27]:
RBN – rata brută a natalității, RBM- rata brută a mortalității.

În Republica Moldova, spre deosebire de alte state din modelul „sud-est-european”, unele valori demografice (creșterea numerică și structura pe vârste a populației ș.a.) au fost modificate și prin imigrația dirijată a populației din unele republici ale URSS, perturbând anumiți indicatori ai dinamicii tranziției demografice. Imigrația a contribuit și la modificări socioculturale; or, conform teoriei tranziției demografice, unul din factorii primordialii ai modificării comportamentului reproductiv al populației este schimbarea valorilor socioculturale.

Faza a patra a tranziției demografice se caracterizează prin echilibrarea treptată a natalității și mortalității la niveluri mai scăzute. La mijlocul anilor '60 ai sec. al XX-lea în dinamica natalității se observă o stabilitate relativă, rata natalității oscilând în jurul valorii de 20%. Cât privește dinamica mortalității, constatăm că după cota minimă de 6,1‰, în anul 1964, a urmat o tendință de creștere treptată – consecință a îmbătrânirii demografice.

Studiile în domeniul tranziției demografice susțin că tranziția nu se oprește la un nou echilibru, ci trece într-o fază nouă – a cincea, numită „fază a declinului demografic”, unde se înregistrează un bilanț natural negativ. Această situație este specifică și Republicii Moldova, faza declinului începând în anii '90. Dinamica ratei mortalității, îndeosebi a natalității, în ultimele decenii în statele având modelul „sud-est-european” al tranziției demografice, se deosebește de modelul „vest-european” și cel „nord-european”. Odată cu transformările social-economice din aceste țări, au apărut unele riscuri și condiții nefavorabile pentru a naște și a educa copii, fiind cvasiabsente garanțiile sociale și un sistem de încurajare, caracteristice statelor din Europa de Vest și de Nord.

Concluzii

- Conceptul *tranziție demografică*, numit inițial *revoluție demografică*, a evoluat, iar procesul de trecere de la un tip de reproducere la un altul a fost divizat în câteva faze, conform indicatorilor mișcării naturale a populației, la început fiind delimitate trei, iar ulterior – cinci faze, pe care le distingem și în Republica Moldova.

- Toate statele din Europa au trecut prin tranziția demografică, parcurgând o cale mai mult sau mai puțin asemănătoare. Tranziția demografică a început în statele din Europa de Vest și de Nord, sub influența transformărilor social-economice (instaurarea relațiilor capitaliste și modernizarea societății), iar apoi în acest proces intră statele din Europa Centrală, de Sud și de Est, fiecare stat având o cale specifică de desfășurare a tranziției demografice. După modul și perioada de desfășurare a tranziției demografice, statele din Europa au fost divizate în câteva modele, Republica Moldova fiind atribuită la modelul „sud-est-european”.

- Tranziția demografică în Republica Moldova a început în ultimele decenii ale sec. al XIX-lea, cu micșorarea mortalității, însoțită de tranziția epidemiologică. Similar majorității statelor europene, tranziția natalității a demarat ceva mai târziu decât tranziția mortalității și se datorează schimbării comportamentului reproductiv sub impactul transformărilor social-economice și al modernizării societății.

- Modificările demografice din ultimele două decenii, îndeosebi micșorarea natalității și instaurarea unui bilanț natural negativ, confirmă intrarea tranziției demografice în faza a cincea. Situația demografică creată odată cu aceasta are caracteristicile unei *crize demografice profunde*, care se manifestă prin depopulare, îmbătrânire demografică, reducerea potențialului reproductiv și a efectivului de brațe de muncă al țării etc. Îmbunătățirea situației impune aplicarea unor măsuri adecvate: redresarea natalității, prin implementarea unei politici demografice eficiente; micșorarea mortalității și creșterea speranței de viață; redresarea economiei ce ar contribui la micșorarea emigrației etc.

- Chiar dacă au un caracter teoretic, investigațiile privind desfășurarea tranziției demografice pot servi ca reper pentru promovarea politicilor demografice și sociale la nivel național și local.

Referințe:

1. Судоплатов А.П. Демографические концепции. - Москва: Изд-во. Московского Университета, 1974.
2. Landry A. Les trois théories principales de la population. Vol. 6 (11) - Paris: Scientia, 1909, p.3-29.
3. Landry A. La révolution démographique. - Paris: Sirey, 1934, réédition, Paris, 1982.
4. Thompson W. Population // American Journal of Sociology, 1929, no34.
5. Notenstein F.W. Population the long view. - In: Schultz T.W. ed., Food For the World. - Chicago: University of Chicago Press, 1945, p.36-57.
6. Davis K. The World Demographic Transition // Annals of the American Academy of Political and Social Science, 1945.

7. Blacker C.P. Stages in Population Growth // The Eugenics Review, 1947, 39, no3, cit. după: V.Trebici. Populația Terrei. - București, 1991.
8. Coale A. The demographic transition, IUSSP Liege International Population Conference. - Liege: IUSSP, vol.1, 1973.
9. Caldwell J. Toward a restatement of demographic transition theory // Population and Development Review, 1976, 2, no3-4.
10. Chesnais J.-C. Patterns of demographic transition / Ed. Khalatbari P. Demographic Transition.-Berlin: Akademie-Verlag, 1983.
11. Вишиневский А. Г. Демографическая революция. - Москва: Статистика, 1976.
12. Chesnais J.-C. La transition démographique, Etapes, formes, implications économiques. Etude de séries temporelles (1720-1984) relatives a 67 pays. - Paris, 1986.
13. Trebici V. Demografia. - București: Editura Științifică și Enciclopedică, 1979.
14. Ungureanu Al., Muntele I. Geografia populației. - Iași: Sedcom Libris, 2006.
15. Muntele I. Populația Moldovei în ultimele două secole. - Iași: Corson, 1998.
16. Матей К., Прока В. География населения Молдавской ССР и демографические процессы. - Кишинёв: Штиинца, 1985.
17. Matei C., Paladi Gh., Sainsus V., Gagauz O. Cartea verde a populației. Republica Moldova 2009. - Chișinău: Statistica, 2009.
18. Sochircă V. Criză sau catastrofă demografică? // Finconsultant (Chișinău), 2008, nr.9, p.65-69.
19. Grozav A. Particularitățile teritoriale ale tranziției demografice în Republica Moldova. Cu titlu de manuscris. C.Z.U: 911.3 (043.2). - Chișinău, 2011.
20. Защук А. Материалы для географии и статистики России, т.І,ІІ. - СПб, 1862.
21. Первая всеобщая перепись населения Российской Империи, 1897, Бессарабская губерния. - Санкт-Петербург: Изд-во Центрального Статистического Комитета Министерства Внутренних Дел, 1905.
22. Anuarul Statistic al României (1922, 1929, 1933-1940). - București, 1923-1940.
23. Численность, состав и движение населения Молдавской ССР. - Кишинёв, 1974.
24. Численность, состав и движение населения Молдавской ССР. - Кишинёв, 1983.
25. Демографический ежегодник СССР 1990. - Москва: Финансы и статистика, 1990.
26. Anuarul Statistic al Republicii Moldova (1993-2008). - Chișinău: Statistica, 1994-2009.
27. Populația și procesele demografice în Republica Moldova. - Chișinău, 2007.

Prezentat la 24.10.2011

IMPACTUL ANTROPIC ASUPRA VEGETAȚIEI VASCULARE DIN ALBIA RÂULUI BÂC PE SECTORUL STRĂȘENI-SÂNGERA

Constantin BULIMAGA, Nadejda GRABCO*, Corina NEGARA

Institutul de Ecologie și Geografie, AȘM

*Universitatea de Stat din Moldova

Vascular vegetation of the river Bâc is represented by 118 species of vascular plants from 106 genus, grouped in 40 families. The most representative families are: *Asteraceae* and *Poaceae* with properly 23 and 17 species. Species with high frequency refers to other families: *Ranunculaceae*, *Cannabaceae*, *Urticaceae*, *Chenopodiaceae*, *Rubiaceae*, etc. The greatest diversity of vegetation found in stations located upstream of Chisinau. Lowest floristic diversity was established at the confluence river Bâc and Wastewater treatment Plant leakage and consists from 29 species.

Introducere

Impactul activităților antropice se reflectă asupra tuturor componentelor de mediu.

Acest fapt a fost demonstrat prin cercetările privind influența factorului tehnogen asupra structurii florei și fitocenozelor din habitatele locative și interedificiale ale municipiului Chișinău [1]. În această lucrare pentru prima dată în calitate de indice al influenței factorilor tehnogeni se aplică metoda proporției floristică (familie, gen, specie) și similitudinea floristică după Jaccard. În [2] a fost efectuată aprecierea γ -diversității covorului ierbos (nivelul C) al florei de curte a complexelor locative (c.l.) a mun. Chișinău. Determinarea influenței metalelor grele asupra diversității biologice a covorului ierbos din cadrul platformei industriale Buiucani a fost efectuată în ecosistemul urban Chișinău [3]. Estimarea diversității biologice a vegetației ierboase din preajma r. Bâc cuprins în limitele mun. Chișinău a fost realizată în [4]. Însă, până în prezent nu a fost stabilită caracteristica biodiversității r. Bâc amplasat într-un sector relativ curat în comparație cu sectorul râului cuprins în limitele mun. Chișinău, care este foarte poluat.

Scopul prezentei lucrări constă în aprecierea vegetației vasculare a r. Bâc în limitele mun. Chișinău care cuprinde sectorul de la Strășeni până la or. Sângera.

Material și metode

În calitate de obiecte de cercetare a servit vegetația vasculară din albia r. Bâc care cuprinde intervalul de la podul spre s. Roșcani până la podul din s. Sângera. Cercetările privind frecvența vegetației vasculare au fost extinse în anii 2010-2011. Au fost stabilite 13 stațiuni: I – r. Bâc, podul s. Roșcani; II – lacul Ghidighici, poligonul de pregătire MAI; III – r. Bâc, 100 m în aval de lacul Ghidighici; IV – r. Bâc, stația Hidrometrică; V – r. Bâc, Complexul sportiv Niagara; VI – r. Bâc, podul de la str. Mihai Viteazul; VII – lac. de la str. Albișoara; VIII – r. Bâc, în aval de podul str. Ismail; IX – r. Bâc, aval de deversarea Malina Mică, Valea Trandafirilor; X – r. Bâc, amonte SEB; XI – r. Bâc, aval de deversarea SEB, 70-100 m; XII – r. Bâc, podul s. Bâc; XIII – r. Bâc, podul Sângera. Estimarea diversității biologice a vegetației s-a efectuat prin metode clasice [5-8].

Rezultate și discuții

În rezultatul investigațiilor au fost depistate 118 specii de plante vasculare din 106 genuri, grupate în 40 familii. Cele mai reprezentative familii sunt: *Asteraceae* și *Poaceae* cu câte 23 și, respectiv, 17 specii. Speciile cu o frecvență înaltă se referă și la alte familii: *Ranunculaceae*, *Cannabaceae*, *Urticaceae*, *Chenopodiaceae*, *Rubiaceae* ș.a. Cea mai mare diversitate a vegetației s-a constatat în stațiile situate în amonte de mun. Chișinău.

Descreșterea numărului de specii se produce treptat pe măsura traversării urbei și cei mai reduși indici ai diversității au fost stabiliți în stațiile de la confluența cu canalul de scurgere de la stația de epurare a apelor reziduale din oraș și în avalul ei. De menționat că unele specii care formează o fâșie compactă de-a lungul malului râului până la canalul de scurgere, cum sunt: *Phragmites australis*, *Stellaria media*, *Chelidonium majus*, care pe alocuri cresc destul de abundent, în avalul stației de epurare aceste specii sunt mai slab

dezvoltate. În acest sector al râului mai rezistente la impact sunt *Urtica dioica*, *Conium maculatum*, *Humulus lupulus*, care, chiar la locul de confluență a râului cu canalul de scurgere a apelor reziduale, mai cu seamă pe malul stâng al râului, ating o dezvoltare destul de abundentă. Totodată, unele specii întâlnite destul de frecvent în amonte, până la deversarea apelor râului, în rezervorul Ghidighici, ca: *Iris pseudacorus*, *Butomus umbellatus*, *Alopecurus arundinaceus* ș.a., dispar complet de pe fâșiile malurilor râului din sectorul amplasat în oraș și în aval sau se întâlnesc extrem de rar. Impactul apelor reziduale este destul de pronunțat și asupra speciilor de plante vasculare acvatice. Astfel, în locul confluenței râului cu canalul de scurgere a apelor de la SEB nu s-a depistat nici o specie hidatofită, ca *Potamogeton lucens*, *Ceratophyllum demersum* ș.a., care în amonte formau desigururi în stratul de apă. Aceste specii nu s-au depistat nici în următoarele stații, ceea ce indică un grad înalt de toxicitate a apelor reziduale, care formează un mediu nefavorabil la deversarea lor în apa râului.

Primele 5 stațiuni stabilite pe r. Bâc posedă o diversitate floristică relativ înaltă. Astfel, în stațiunea I, stabilită lângă podul spre s. Toscani, au fost depistate 46 specii de plante vasculare, inclusiv o specie de equisetacee: *Equisetum arvense*. Lângă mal vegetau abundent *Butomus umbellatus*, *Phragmites australis*, *Juncus effusus*, *Carex riparia* ș.a. Trebuie de menționat că de-a lungul malului râului în acest sector vegeta destul de abundent *Iris pseudacorus*, care era în stadiul de înflorire și atribuia un aspect decorativ luncii râului.

Stațiunea II, stabilită îndată după digul rezervorului Ghidighici, deși posedă o diversitate floristică mai redusă (36 sp.), vegetația lor era destul de abundentă. Bazinul care se formează la deversarea apei din rezervor în râu era acoperit aproape în întregime de stuf. La suprafața apei pluteau *Spirodela polyrhiza*, *Ranunculus polyphyllus*. La mal vegetau mai intens *Juncus effusus* și *Carex riparia*.

În următoarele 3 stațiuni: în aval de rezervorul Ghidighici, stația Hidrometrică și Complexul sportiv „Niagara”, vegetația râului nu suportă schimbări esențiale, fiind reprezentată prin 42, 37 și 38 specii, corespunzător. Aici trebuie menționat faptul că specia *Iris pseudacorus* se întâlnește foarte rar, dar mai abundente devin speciile *Urtica dioica*, *Humulus lupulus*, *Galium aparine* și *Equisetum ramosissimum*.

În aval de stațiunea a V-a, în perimetrul stațiilor VI–X, vegetația râului este în descreștere și diversitatea floristică depistată în acest sector constituie 19-22 specii. O reducere substanțială se observă și în stațiunea de confluență a canalului de scurgere a apelor reziduale de la SEB cu apa r. Bâc. În avalul acestor stațiuni își stopează dezvoltarea stuful, care în amonte forma o fișie aproape neîntreruptă pe malul râului. Această specie reapare după un interval de 1,5–2 km, unde toxicitatea apei râului diminuează într-o oarecare măsură.

În rezultatul analizei indicilor biologici au fost evidențiate 4 clase: specii spontane (Sp) – 52; ruderales (R) – 43; segetale-ruderales (Se, R) – 18; segetale (Se) – 5 (Fig.1).

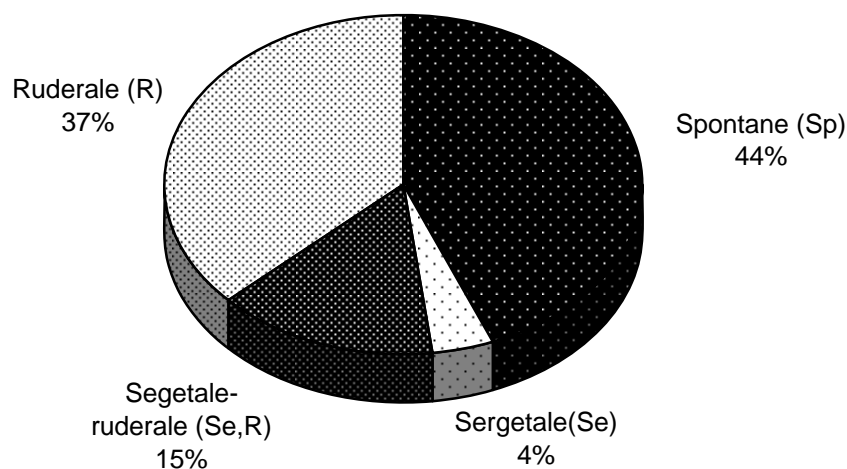


Fig.1. Spectrul biologic al florei vasculare a râului Bâc, în perimetrul municipiul Chișinău.

Analiza spectrului ecologic pune în evidență 9 elemente care includ: specii mezofite – 24; xeromezofite – 22; xeromezo-mezofite – 17; mez-mezohigrofitite – 17; eurifite – 12; mezohigro-higrofitite – 9; higrofitite – 9; hidrofite – 6; higrofitite-hidrofite – 1 (Fig.2).

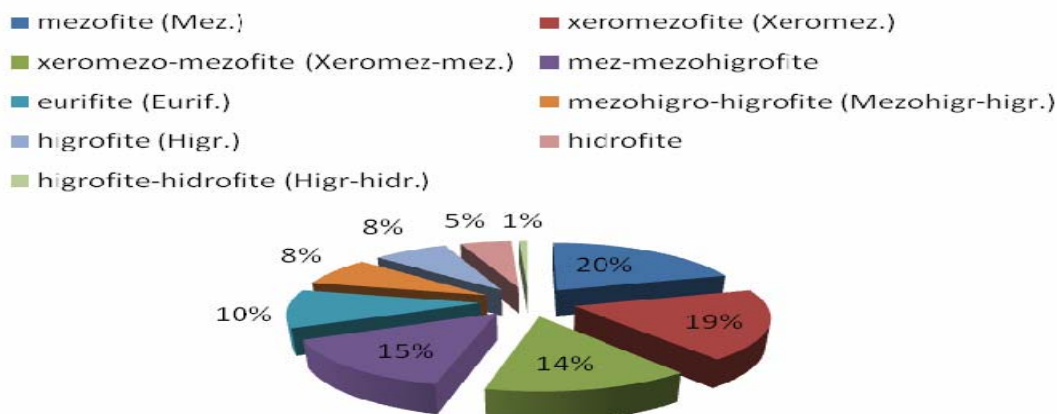


Fig.2. Spectrul ecologic al florei vasculare a râului Bâc, în perimetrul municipiul Chișinău.

Elementele geobotanice formează un spectru reprezentat de următoarele centre geografice: Euroasiatic (euras.) – 52 specii, cosmopolite (cosm.) – 19, circumpolare (circ.) – 10, continental-euroasiatic (euras. cont.) – 8, euroasiatic-submediteranean (euras. medit.) – 4, european (eur.) – 3, euroasiatic-american de nord (euras., Am. de Nord) – 2, american de nord (Am. de N.) – 2, pontic (pont.) – 2, tropical (trop.) – 1, pontic-mediteranean (pont.-med.) – 1, central-european-mediteranean (centr. Eur.-med.) – 1, pontic-panonic-balcanic (pont.-pan.-balc.) – 1, submediteranean (submed.) – 1, european-mediteranean (eur.-med.) – 1, sud-est european-asiatic de vest (SE Eur., As V) – 1, pontic-balcanic (pont.-balc.) – 1, pontic-caucazian (pont.-cauc.) – 1, chinez (China) – 1 (Fig.3).

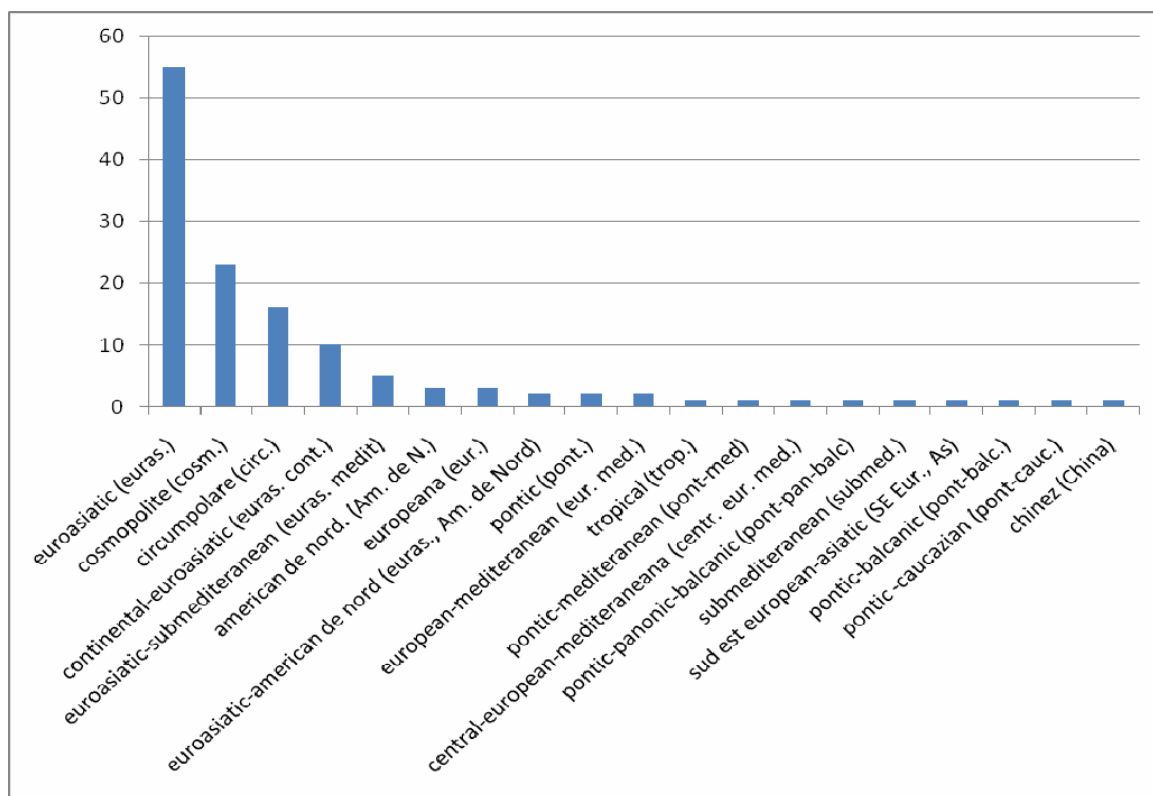


Fig. 3. Elemente geobotanice ale florei vasculare a râului Bâc.

Pentru calcularea indicelui de similitudine floristică, stațiunile studiate au fost grupate în 3 sectoare:

Sectorul I - râul Bâc de la podul s. Roșcani până la canalul de scurgere de la Complexul sportiv „Niagara” (stațiunile I-V). Vegetația diversă în acest perimetru este reprezentată de 100 de specii de plante vasculare.

Sectorul II – intervalul râului de la Complexul sportiv „Niagara” până la canalul de scurgere a apelor reziduale din mun. Chișinău (stațiunile VI-X). Vegetația din albia râului pe acest sector se caracterizează prin diminuarea diversității floristice. În total pe acest sector au fost detectate 63 specii de plante vasculare.

Sectorul III – segmentul râului în aval de confluența r. Bâc cu canalul de scurgere de la SEB (Stația de epurare biologică) până la podul din preajma s. Sângera (stațiunile XI-XIII). Acest sector al râului posedă cea mai redusă diversitate a speciilor de plante vasculare – în total 29 specii, constituind cca 1/3 din flora sectorului I, amplasat în amonte de mun. Chișinău.

Analiza indicelui de similitudine floristică după Jaccard (I_{ja}) a acestor 3 sectoare relevă un grad înalt de similitudine pentru sectoarele I și II, unde $I_{ja} = 70,6$.

Indicele de similitudine Jaccard se calculează după formula:

$$I_{ja} = \frac{c}{a + b} * 100$$

unde: a – numărul de specii din sectorul I;

b – numărul de specii din al sectorul II;

c – numărul de specii comune pe ambele sectoare.

Indicele de similitudine floristică a sectoarelor I și II denotă un grad înalt de asemănare a vegetației până la deversarea apelor reziduale în apa râului. Gradul similitudinii floristice a sectoarelor cercetate este în descreștere; astfel, în sectoarele II și III au fost evidențiate doar 18 specii comune, iar $I_{ja}=38,3$. Cele mai reduse valori ale acestui indice sunt caracteristice la compararea vegetației sectoarelor I și III, unde specii comune sunt doar 16 ($I_{ja}=19,0$). Astfel, analiza similitudinii floristice după Jaccard a sectoarelor cercetate pune în evidență o corelație între sectorul cercetat al râului și gradul similitudinii floristice, care indică o descreștere a diversității vegetației din sectorul râului situat în amonte spre sectorul situat în aval de stația de epurare a apelor reziduale din municipiu. Substanțele toxice și gradul înalt de poluare a apelor deversate în râu duc la diminuarea diversității floristice pe sectorul râului, situat în aval.

În urma analizei indicelui de similitudine pentru primele două sectoare (I și II) ale r. Bâc și ultimile două sectoare (II și III) și comparând diversitatea biologică pe toate cele trei sectoare putem menționa următoarele:

1. Creșterea neesențială a gradului de poluare a r. Bâc inițial cauzează doar diminuarea biodiversității, iar valoarea înaltă a coeficientului de similitudine pentru primele două sectoare și predominarea elementului spontan (44%) demonstrează că vegetația primului sector poate servi drept criteriu de referință privind starea biodiversității r. Bâc.

2. Poluarea esențială a apelor r. Bâc cauzează nu doar diminuarea biodiversității, ci și schimbarea structurii biocenozelor care apar și se dezvoltă în sectorul (III) al râului poluat intens.

3. Cercetările efectuate au demonstrat că unele specii: *Iris pseudacorus*, *Butomus umbellatus*, *Alopecurus arundinaceus*, întâlnite destul de frecvent în amonte, până la deversarea apelor râului în rezervorul Ghidighici, dispar complet de pe fâșiile malurilor râului din sectorul amplasat în oraș și în aval. Acest fapt poate servi ca un indicator biologic privind calitatea mediului în sectorul ecosistemului dat.

În scopul ameliorării situației ecologice a bazinului r. Bâc, este necesar să fie create zone sanitare pentru ocrotirea apelor râului, teritorii naturale cu regim strict de protecție a vegetației de luncă inundabilă și silvică ramasă; în același scop se impune refacerea unor sectoare înmlăștinite cu vegetație palustră și de luncă [9].

Concluzii

1. Conform investigațiilor noastre din anul 2011, vegetația vasculară a r. Bâc în limitele mun. Chișinău este reprezentată de 118 specii din 106 genuri, grupate în 40 de familii de plante vasculare.

2. Familiile predominante sunt: *Asteraceae* – cu 23 de specii din 20 genuri și *Poaceae* – cu 17 specii din 10 genuri.

3. Sectorul cu o diversitate mai înaltă este perimetrul r. Bâc situat în amonte de intrarea în oraș, unde au fost depistate 46 specii de plante vasculare. Diversitatea floristică cea mai redusă s-a constatat în sectorul râului Bâc la confluența cu scurgerea de la SEB 19 specii.

4. Prezența speciilor *Iris pseudacorus*, *Butomus umbellatus*, *Alopecurus arundinaceus* servește ca un indicator biologic privind calitatea mediului în acest sector al ecosistemului.

5. Analiza indicelui de similitudine floristică după Jaccard (I_{ja}) pentru trei sectoare ale râului relevă gradul înalt de similitudine pentru primele două sectoare, ceea ce demonstrează că vegetația primului sector poate servi ca teritoriu de referință privind starea biodiversității pe r. Bâc.

6. Poluarea esențială a apelor r. Bâc cauzează nu doar diminuarea biodiversității, ci și schimbarea claselor de biocenoze care apar și se dezvoltă în sectorul (III) al râului poluat intens.

7. Analiza spectrului biologic pune în evidență predominarea elementului spontan al vegetației cu 52 specii.

8. Spectrul ecologic este reprezentat de 9 elemente cu predominarea grupei ecologice mezofite – 24 specii.

9. Elementele geobotanice sunt reprezentate de 21 regiuni geografice de origine a speciilor, fiind dominante speciile elementului Euroasiatic – 52 specii.

Referințe:

1. Obuh P., Grabco N., Bulimaga C., Kolomieț, I. Analiza α - diversității vegetației erbacee din mun. Chișinău // Studia Universitatis. Seria „Științe ale naturii”, 2009, nr.6(26), p.79-84.
2. Obuh P., Grabco N., Bulimaga C., Kolomieț I. Estimarea diversității vegetației erbacee din complexele locative ale mun. Chișinău // Studia Universitatis. Seria „Științe ale naturii”, 2009, nr.6(26), p.85-88.
3. Bulimaga C. Impactul deșeurilor industriale asupra fitocenozelor ecosistemului urban Chișinău // Buletinul AȘM. Seria „Științele vieții”, 2009, nr.2(308), p.136-142.
4. Bulimaga C., Grabco N., Negara C., Țugulea A. Vegetația din lunca r. Bâc a sectorului urban Chișinău // Studia Universitatis. Seria „Științe ale naturii”, 2010, nr.6(36), p.44-48.
5. Ciocârlan V. Flora ilustrată a României. Pteridophyta et Spermatophyta. - București: Ceres, 2000.
6. Сочава В.Б. Классификация растительности как иерархия динамических систем. Геоботаническое картографирование. - Ленинград: Наука, 1972.
7. Раменский Л.Г. Проблемы и методы изучения растительного покрова. Избранные работы. - Москва: Наука, 1971.
8. Doina I., Donița N. Metode practice pentru studiul ecologic și geografic al vegetației. - București: Universitatea, 1975.
9. Postolache Gh. Vegetația Republicii Moldova. Soros Moldova, HESP. - Chișinău: Știința, 1995.

Prezentat la 29.09.2011

AMELIORAREA SOLONEȚURILOR CERNOZIOMICE PRIN VALORIFICAREA NĂMOLULUI DE DEFECAȚIE

Andrei SIURIS

Institutul de Pedologie, Agrochimie și Protecție a Solului „Nicolae Dimo”

A new amelioration principle of molic salty black soils with large quantities of calcium in the form of defecation sludge calculated for the substitution of sodium in the entire soil profile is being proposed. The whole quantity of amendment is incorporated in the ploughed layer. The fertilizing and ameliorative role of the organic fertilizers is argued, as well as their indispensability in the technological process of amelioration. It has been demonstrated that on the basis of a rich organic fertilization, the sludge substitutes the sodium in the absorptive complex of the salty soil in the same energetic and complete manner as the gypsum does. The defecation sludge serves as a free of charge and renewable alternative for the gypsum which is an exhaustible and very expensive material.

Introducere

Solonețurile cernoziomice (molice) se caracterizează printr-o fertilitate extrem de redusă, cauza fiind proprietățile fizice, chimice și biologice nefavorabile, ca urmare a reacției puternic alcaline și a regimului aerohidric defectuos. Ameliorarea lor în condițiile Republicii Moldova este foarte anevoioasă. În mare parte, aceste soluri sunt răspândite sub formă de pete insulare pe terenurile arabile, formând neomogenitatea câmpurilor și agravând executarea lucrărilor agricole. Concomitent se reduce substanțial productivitatea terenurilor agricole. În Republica Moldova suprafața solonețurilor depășește 25000 hectare. Majoritatea suprafețelor sunt în circuitul agricol. Geneza și ameliorarea acestora este foarte bine studiată [1-6]. Desigur, în trecut (cu peste 20 de ani în urmă) solonețurile au fost supuse ameliorării prin amendări chimice cu ghips și prin alte lucrări agropedoameliorative. În urma refacerii calităților negative, multe suprafețe necesită la momentul actual ameliorare repetată. În lipsa ghipsului ca amendament se propune un nou principiu de ameliorare a solonețurilor cernoziomice cu cantități mari de calciu sub formă de nămol de defecație, calculate pentru substituirea sodiului din întreg profilul solului. Întreaga cantitate de amendament se încorporează în stratul arat.

Material și metode

Cercetările au fost efectuate în perioada 1981-1995 în experiențe în vase de vegetație, de câmp și în condiții de producție. Solul experimentat se identifică ca soloneț cernoziomic (molic) cu conținut moderat de sodiu (18-23%) și magneziu (33-38%), salinizare sodo-sulfatică moderată (0,26-0,33%) și textură argilolutoasă. Pentru experiența în vase de vegetație s-a folosit stratul arat (0-25 cm) excavat pe o solă din gospodăria agricolă Ciuciuleni, raionul Sângerei. Vasele aveau volumul de 28 dm³ și fundul găurit. Pregătirea solului a inclus fărâmițarea bolovanilor cu dimensiuni liniare mai mari de 10 cm și omogenizarea întregii mase de sol necesare pentru experiență. În fiecare vas s-a depus câte 17 kg sol preventiv amestecat cu amendamentele respectivei variante. Vasele au fost încorporate în spațiul neprotejat al casei de vegetație a Institutului „Nicolae Dimo”. În așa mod, solul din vase și plantele se aprovizionau cu apă provenită din precipitații. În fiecare vas s-a cultivat câte o plantă de porumb.

Experiența de câmp a fost fondată pe o solă din gospodăria menționată mai sus. Amendamentele au fost testate în diferite combinații cu deșeuri organice într-o doză unică de 100 t/ha.

Experiența de verificare a celor mai eficiente compoziții în condiții de producție a fost montată pe o solă care, din punctul de vedere al structurii învelișului de sol, la 25% era alcătuită din areale de soloneț de diferite configurații incluse în cadrul solului zonal cernoziom tipic slab humifer. Fiecare variantă de amendare a fost realizată pe o fâșie cu lățimea de 20 m și lungimea de 500 m. Ca variantă de referință a servit amestecul format din 10 t ghips și 40 t/ha gunoi de grajd, procedeu ce se folosește frecvent pentru ameliorarea chimică a solurilor alcalice.

Datele despre compoziția chimică, fizică și însușirile nămolului de defecație au fost generalizate în Laboratorul Îngrășăminte Organice al institutului [7].

Rezultate și discuții

Nămolul de defecație se formează la fabricile de zahăr, ca sediment la limpezirea sucului extras din sfeclă, prin adăugarea varului și a bioxidului de carbon. Sedimentul format se transportă sub formă de suspensie în bazinele de filtrare și deshidratare. Aici el se acumulează ca deșeu [8]. Conform calculelor, în Republica Moldova în prezent sunt stocate circa 7 milioane tone de nămol de defecație în masă uscată [9].

Din punct de vedere fizic, nămolul de defecație, cu o durată de păstrare mai mare de cinci ani, este foarte asemănător cu solul cernoziomic. Ca și solul, se desface ușor în elemente structurale, însă are o culoare mai deschisă sau mai puțin deschisă, în funcție de conținutul de carbonat de calciu. Compoziția granulometrică la peste 80% este alcătuită din particule elementare grosiere cu diametrul între 0,01 și 0,25 mm [10]. Frațiunea coloidală (<0,001 mm) nu are o pondere mai mare de 8%. Această circumstanță prezintă abundența calciului, cu influența lui de coagulator puternic, ceea ce face ca nămolul de defecație să se deshidrateze foarte rapid. Poate să conțină 2% de pietre până la 30 cm. Densitatea variază între 2,32-2,54 g/cm³, densitatea aparentă – 0,88-1,10 g/cm³, porozitatea totală – 56-62%.

Nămolul de defecație are umiditatea de până la 30%. Masa uscată este alcătuită în proporție de 87-97% din substanțe minerale, ceea ce îl definește mai mult ca deșeu mineral decât organic. Conținutul de materie organică, de azot și fosfor este la nivelul solului cernoziomic. Raportul C:N nu depășește 20:1. În medie, 1 tonă de nămol de defecație cu umiditatea 18% conține 12 kg NPK.

Circa 65% din masa uscată a nămolului revine CaCO₃. Conținutul de calciu este la un nivel cu cel din ghips sau ceva mai ridicat. Aproximativ aceeași pondere, ca și a carbonaților și calciului, revine siliciului – 15,2-33,1%, după care urmează magneziul, aluminiul, sulful și fierul, al căror conținut se află între 0,60-5,32%. Nămolul de defecație dispune de un potențial de sulf de patru ori mai mare decât solul. Dintre microelemente în cantități mai ridicate se atestă zincul și manganul. Alte microelemente au un conținut mai redus decât în cernoziom.

Din masa uscată a nămolului de defecație 1,7% constituie substanțele solubile în apă. Reziduu total al extrasului apos este alcătuit în proporție de 66% din compuși minerali. Între aceștia predomină SaSO₄. Suma ionilor de calciu și de sulfat formează 24 me/100 g, ceea ce corespunde valorii de 10 kg ghips solubil la 1 tonă/nămol. Ionii ce pot provoca sărăturarea solului (Na⁺, Cl⁻, HCO₃⁻, CO₃²⁻) lipsesc sau sunt prezenți în cantități foarte mici.

S-a constatat că nămolul de defecație are aceeași influență benefică asupra solului, practic egală cu cea a ghipsului (Tab.1). Ca și în cazul ghipsului, aceste modificări capătă valori semnificative numai pe fundalul unor îmbelșugate fertilizări cu îngrășăminte organice. Experiența efectuată confirmă acest principiu. Comparativ cu varianta martor, amestecul din nămol de defecație și nămol orășenesc a redus densitatea aparentă cu 0,14 g/cm³. S-a observat o tendință de sporire a porozității totale. Permeabilitatea solului a sporit de cinci ori. A contribuit la diminuarea coeficientului de ofilire cu 2,4% și la majorarea capacității pentru apă cu 2,4%. Concomitent s-a mărit diapazonul capacității solului pentru apă utilă: de la 11,2% la martor până la 16,0% la varianta amendată cu amestec din nămoluri.

Tabelul 1

Influența amendamentelor asupra însușirilor fizice ale solonețului cernoziomic.

Experiență în vase de vegetație

Indicele și unitatea de măsură	Varianta (doza în g/kg sol)				
	Martor	Nămol de defecație, 60	Ghips, 45	Nămol de defecație 15 + nămol orășenesc, 45	DL, 5%
Densitatea aparentă, g/cm ³	1,31	1,26	1,29	1,17	0,07
Porozitatea totală, %	50	52	51	54	2,1
Porozitatea de aerajie la capacitatea de câmp, %	14	12	12	18	2,3
Permeabilitatea solului saturat pentru apă, mm/ha	0,6	2,9	2,4	3,1	0,56
Capacitatea de câmp pentru apă, %	27,3	31,4	30,1	29,7	2,73
Coeficientul de ofilire, %	16,1	15,0	15,9	13,7	1,25
Capacitatea de apă utilă, %	11,2	16,4	14,2	16,0	1,31
Rezistența la penetrare, kg/cm ²	11,6	5,8	7,5	7,9	0,58

Desigur, ameliorarea însușirilor fizice ale solonețului se datorează, în primul rând, reducerii conținutului de sodiu în complexul adsorbțiv și înlocuirii lui cu calciu. Amestecurile experimentate au majorat semnificativ conținutul de calciu în complexul adsorbțiv al solonețului și au redus, chiar din primul an, pe cel de sodiu (Tab.2). În experiența de câmp acțiunea materialelor ameliorative a fost asemănătoare cu cea din experiența în vase de vegetație. La toate variantele experimentate, deja în primul an de acțiune s-a constatat o majorare semnificativă a calciului și o reducere considerabilă a sodiului din complexul adsorbțiv (Tab.3). Cu toate că amendamentele au fost încorporate în stratul 0-20 cm, substituirea sodiului din complexul adsorbțiv cu calciu s-a răspândit și în straturile de mai jos. Cu un efect de ameliorare mai pronunțat s-a manifestat amestecul din nămol de defecație și nămol orășenesc. Presupunem că influența ameliorativă asupra straturilor din adâncime se realizează în fond de compuși solubili ori aflați în suspensie și transferați cu apa din materialele administrate.

Tabelul 2

Influența compozițiilor ameliorative cu nămol de defecație asupra cationilor schimbabili din solonețul cernoziomic.

Experiență în vase de vegetație

Varianta (doza în g/kg sol)	me/100 g sol				% de la sumă	
	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	Suma	Ca ⁺⁺	Na ⁺
Primul an de acțiune						
Martor	8,8	9,1	4,6	22,5	39	21
ND, 60	13,2	9,2	2,0	24,4	54	8
Ghips, 54	18,5	6,2	0,8	25,0	74	1
ND, 18 + GG, 60	13,0	8,1	1,5	22,6	58	7
Ghips,16 + GG, 60	15,8	8,2	1,0	25,0	63	4
ND,15 + NO, 45	12,7	7,3	1,5	21,5	59	7
DL, 5%						
Al treilea an de acțiune						
Martor	8,9	9,1	4,6	22,6	39	21
ND, 60	12,8	9,1	1,1	23,0	56	5
Ghips, 54	13,5	8,4	0,7	22,6	60	3
ND, 18 + GG, 60	13,6	4,9	0,7	19,2	71	4
Ghips,16 + GG, 60	12,8	8,6	1,5	22,9	56	7
ND,15 + NO, 45	13,6	6,3	1,0	20,9	65	5
DL, 5%						
Al șaselea an de acțiune						
Martor	9,5	9,1	3,0	21,6	44	14
ND, 60	12,8	9,2	1,1	23,1	55	5
Ghips, 54	16,4	7,4	0,7	24,5	67	3
ND, 18 + GG, 60	16,5	7,3	0,4	24,2	68	2
Ghips,16 + GG, 60	17,2	8,0	0,4	25,6	67	2
ND,15 + NO, 45	18,1	4,9	0,2	23,2	78	1
DL, 5%						

Tabelul 3

**Modificări în conținutul cationilor schimbabili din solonețul cernoziomic
la aplicarea compozițiilor cu nămol de defecație. Experiență de câmp**

Varianta (doza în g/kg sol)		me/100 g sol				% de la sumă	
		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	Suma	Ca ⁺⁺	Na ⁺
Primul an de acțiune							
Martor (fără amendament)	0-20	9,9	8,5	4,3	22,7	43	19
	20-40	10,0	9,4	4,8	24,2	41	20
	40-60	8,0	9,2	5,8	23,0	35	25
	Media	9,3	9,0	5,0	23,3	40	21
Nămol de defecație, 50 + gunoi de grajd, 100	0-20	13,5	6,9	1,9	22,3	60	8
	20-40	13,9	7,2	3,4	24,5	57	14
	40-60	11,3	9,4	3,6	24,3	46	15
	Media	12,9	7,8	3,0	23,7	54	13
Nămol de defecație, 50 + nămol orășenesc, 50	0-20	9,3	10,0	0,8	20,1	46	4
	20-40	13,0	8,4	1,4	22,8	57	6
	40-60	10,7	8,0	2,5	21,2	50	12
	Media	11,0	8,8	1,6	21,4	51	8
Ghips, 10 + gunoi de grajd, 100	0-20	13,3	8,3	1,4	23,0	58	6
	20-40	13,7	8,0	2,6	24,3	56	11
	40-60	7,5	11,8	4,5	23,8	31	19
	Media	11,5	9,4	2,8	23,7	48	12
Al treilea an de acțiune							
Martor (fără amendament)	0-20	9,0	8,3	3,7	21,0	43	18
	20-40	8,1	10,0	4,1	22,2	36	18
	40-60	5,8	9,3	5,2	20,3	29	26
	Media	7,6	9,3	4,3	21,2	36	20
Nămol de defecație, 50 + gunoi de grajd, 100	0-20	13,3	8,6	1,2	23,1	58	5
	20-40	12,9	8,7	3,0	24,6	52	12
	40-60	9,4	9,1	3,1	21,6	43	14
	Media	11,9	8,8	2,4	23,1	52	10
Nămol de defecație, 50 + nămol orășenesc, 50	0-20	11,8	10,1	0,8	22,7	52	4
	20-40	12,5	9,3	0,8	22,6	55	3
	40-60	9,8	8,3	2,5	20,6	48	12
	Media	11,4	9,2	1,4	22,0	52	6
Ghips, 10 + gunoi de grajd, 100	0-20	15,3	6,5	0,8	22,6	68	4
	20-40	13,6	7,5	1,2	22,3	61	5
	40-60	10,9	8,3	2,5	21,7	50	12
	Media	13,3	7,4	1,5	22,2	60	7

În primul an de acțiune a amendamentelor o parte din sodiul substituit din complexul adsorbiv a rămas în soluția solului. La experiența în vase de vegetație la martor concentrația sodiului solubil era de 3,46 me/100 g sol, pe când la variantele tratate el a depășit substanțial această valoare (Tab.4). Deci, paralel cu produsele reacțiilor de schimb, un rol important în îmbogățirea fazei lichide cu săruri revine, de asemenea, materialelor încorporate. În toate variantele experimentate a crescut concentrația ionilor de Ca⁺⁺ și SO₄⁻. Probabil, acest fapt se datorează conținutului și mobilității acestor elemente în materialele corespunzătoare. Concomitent, majorarea concentrației ionilor solubili în primul an de acțiune a condiționat creșterea rezidului total în toate variantele experimentate comparativ cu varianta martor. Însă, ameliorarea solonețului se consideră deplină atunci când sărurile sunt înlăturate din profil. În anii următori însușirile hidrofizice ale solonețului s-au

îmbunătățit, sărurile treptat s-au spălat, desalinizând solul. În anul șase de acțiune reziduu total în variantele experimentale s-a redus de 3-4 ori comparativ cu cel de la martor. În experiența de câmp o acțiune mai avansată asupra desalinizării a avut-o compoziția ameliorativă din nămol de defecație și nămol orășenesc.

Tabelul 4

Influența amendamentelor asupra conținutului de săruri solubile în solonețul cernoziomic, me/100 g sol. Experiență în vase de vegetație

Varianta (doza în g/kg sol)	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻²	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Reziduu total, %
Primul an de acțiune								
Martor (fără amendamente)	1,08	0,12	3,28	0,32	0,34	3,46	0,02	0,30
ND, 60	0,84	0,12	5,24	1,68	0,96	3,48	0,08	0,44
Ghips, 54	0,28	0,08	14,11	6,84	3,44	1,13	0,06	0,97
ND, 18 + GG, 60	1,20	0,24	2,10	0,28	0,16	3,05	0,05	0,26
Ghips, 16 + GG, 60	0,60	0,24	7,05	2,20	0,88	4,72	0,09	0,55
ND, 15 + NO, 45	0,78	0,16	3,25	0,60	0,52	3,03	0,04	0,33
DL, 5%	0,17	0,04	1,02	0,28	0,18	0,69	0,01	0,09
Al șaselea an de acțiune								
Martor (fără amendamente)	1,04	0,04	2,43	0,36	0,16	2,96	0,03	0,26
ND, 60	0,70	0,20	0,39	0,30	0,30	0,68	0,01	0,09
Ghips, 54	0,40	0,20	1,12	0,50	0,80	0,41	0,01	0,11
ND, 18 + GG, 60	0,60	0,20	0,52	0,40	0,30	0,61	0,01	0,09
Ghips, 16 + GG, 60	0,40	0,20	1,22	0,90	0,60	0,31	0,01	0,12
ND, 15 + NO, 45	0,60	0,12	0,70	0,72	0,44	0,20	0,06	0,10
DL, 5%	0,08	0,02	0,06	0,05	0,03	0,08	0,004	0,02

În variantele amendate s-a îmbunătățit reacția solonețului. Valorile pH-ului în al treilea an de acțiune în stratul arat erau cu 0,4-0,6 unități mai mici decât la martor (Tab.5). Majorând activitatea ionilor de hidrogen, materialele organice sporesc concomitent și capacitatea de tamponare a solonețului [8]. În stratul arat, unde s-au încorporat amendamentele, s-a constatat o creștere moderată (0,5-1,0%) a carbonatului de calciu. Există ipoteza că un conținut moderat de CaCO₃ influențează pozitiv structura, capacitatea de tamponare, menține reacția solului în limitele valorilor medii [9].

Tabelul 5

Influența amendamentelor asupra unor indici ai fertilității solonețului cernoziomic în stratul arat. Experiență de câmp

Varianta (doza în t/ha)	pH	CaCO ₃	Humus	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
Al treilea an de acțiune						
Martor (fără amendamente)	7,9	1,5	3,72	0,8	3,8	65,1
ND, 50 + GG, 50	7,7	2,3	3,95	0,9	3,9	89,3
ND, 50 + NO, 50	7,3	2,5	4,10	1,2	5,4	77,4
Ghips, 10 + GG, 100	7,5	2,0	4,15	1,3	4,5	78,0
DL, 5%	0,2	1,3	0,35	0,1	0,5	6,8

Compozițiile experimentate au contribuit la majorarea humusului în solonețul cernoziomic. În stratul arat, conținutul de humusi a sporit cu 0,23-0,43% din masa solului, față de 3,72% la martor. Paralel s-a majorat și conținutul formelor mobile ale elementelor nutritive.

Productivitatea culturilor servește drept unul dintre criteriile principale de apreciere a efectului amendamentelor utilizate pentru amendarea solonețului. Concomitent, recoltele mari sunt scopul final și un indice de evaluare a materialelor aplicate. Rezultatele obținute în experiența în vase de vegetație au demonstrat că nămolul de defecație, aplicat de unul singur, a asigurat în patru ani o recoltă de 449 g/vas boabe de porumb (Tab.6). Pe când ghipsul, încorporat în aceeași doză după calciu, a format în această perioadă o recoltă semnificativ mai redusă – de 432 g/vas boabe. La variantele unde nămolul de defecație și ghipsul, echivalente după cantitatea de calciu, au fost încorporate pe același fundal de gunoi de grajd rezultatele s-au inversat. La varianta cu ghipsare recolta de boabe în patru ani a constituit 545 g/vas, iar la cea cu nămol de defecare – 522 g/vas. Fapt ce demonstrează acțiunea mai rapidă a calciului în cazul folosirii ghipsului ca material calcic, precum și formarea, în rezultatul reacției de schimb cu sodiul din complexul adsorbiv, a unui product chimic și fiziologic neutru (Na_2SO_4). Însă, atât la o variantă, cât și la cealaltă, sporul de recoltă este foarte mare – 48-50%, ceea ce pe deplin argumentează folosirea nămolului de defecație ca amendament pentru solurile alcalice.

În experiența de câmp, unde materialele ameliorative au fost încorporate în aceeași doză de 100 t/ha, ele au avut o influență analogică cu cea exercitată în experiența în vase de vegetație.

Cel mai mare spor de recoltă, 105 g/ha unități cereale în cinci ani, s-a obținut pe parcelele tratate cu amestec din 50 t nămol de defecație și 50 t/ha nămol orășenesc. În condiții de laborator s-a stabilit că raportul optim de constituire a compoziției ameliorative din nămol de defecație și nămol orășenesc cu umiditate naturală este de 1:2,0-2,5.

Tabelul 6

Influența nămolului de defecație și a compozițiilor din el asupra recoltei totale pe patru ani de porumb pe soloneț cernoziomic. Experiență în vase de vegetație

Varianta de ameliorare (doza în g/kg sol)	Biomasa aeriană		Boabe	
	g/vas	sporul față de martor,%	g/vas	sporul față de martor,%
Martor (fără amendamente)	542	-	272	-
ND, 60	756	28	449	39
Ghips, 54	684	21	432	37
ND, 15 + NO, 45	886	39	536	49
NL, 15 + GG, 30	999	46	585	54
ND, 18 + GG, 60	823	34	522	48
Ghips, 16 + GG, 60	881	38	545	50
Ghips 5 + ND, 13 + GG, 60	1002	46	572	52
DL, 5%	20	-	14	-

Compoziția ameliorativă din nămol de defecație și nămol orășenesc a oferit cel mai mare efect și în experiența în condiții de producție, comparativ cu alte procedee aplicate aici (Tab.7).

Tabelul 7

Influența diferitelor procedee de ameliorare a solonețului cernoziomic asupra productivității culturilor de câmp. Experiență în condiții de producție

Procedeul de ameliorare	În total pe 9 ani, q*ha unități cereale		Sporul specific de recoltă de la 1 tonă amendament, kg
	recolta	sporul de recoltă	
Ghips, 10 t + gunoi de grajd, 40 t/ha	304	-	-
Nămol de defecație, 30 t + gunoi de grajd, 80 t/ha	354	50	45
Nămol de defecație, 30 t + nămol orășenesc, 80 t/ha	398	94	86

În total pe 9 ani, de pe solonețul tratat cu compoziția formată din 30 t nămol de defecație și 80 t/ha nămol orășenesc s-au obținut 398 q/ha producție vegetală, exprimată în unități cereale. Pe parcela amendată în mod clasic (10 t ghips + 40 t/ha gunoi de grajd) s-au obținut 304 g/ha unități cereale, cu un spor de producție practic de două ori mai mic decât pe cea ce conținea în compoziția ameliorativă nămol orășenesc. Este mai comod de utilizat gunoiul de grajd în calitate de constituent organic, întrucât el se găsește pretutindeni, este mai accesibil și nu trebuie transportat la distanțe mari. Însă, ținând cont de prețurile actuale, chiar și cu transportarea acestor deșeuri de mare tonaj la distanța de 20 km pentru îmbunătățirea solurilor alcalice, ele sunt eficiente nu doar ameliorativ și agronomic, dar și din punct de vedere economic. Venitul mediu anual pe sectoarele amendate cu nămol de defecație și nămol orășenesc a constituit circa 900 lei/ha, iar pe cele cu nămol de defecație și gunoi de grajd – 6723 lei/ha. Rentabilitatea cheltuielilor la valorificarea acestor deșeuri pentru ameliorarea solonețurilor cernoziomice depășește 80%.

Concluzii

1. Nămolul de defecație, după o durată de păstrare mai mare de cinci ani, are umiditatea de 12-30%. Substanțele minerale alcătuiesc 87-97% din masa uscată. Conținutul de materie organică, azot, fosfor este la nivelul solului cernoziomic. Circa 65% din masa uscată este constituită din CaCO_3 . Conținutul de calciu e la un nivel cu cel din ghips, ori ceva mai ridicat. Din masa uscată 1,1-1,8% sunt substanțe solubile în apă. Prezența ghipsului solubil în nămolul de defecație conduce la o acțiune ameliorativă și fertilizatoare destul de pronunțată chiar din momentul încorporării lui în sol. Din punct de vedere fizic, nămolul de defecație are o structură grosieră, fiind alcătuită în proporție de 80% din particule cu dimensiuni între 0,01-1,00 mm. Densitatea aparentă (0,88-1,10 g/cm³) și porozitatea totală (56-62%) sunt apreciate ca foarte bune.

2. Aplicat pe un fundal bine fertilizat cu îngrășăminte organice, nămolul de defecație substituie sodiul din complexul adsorbativ al solonețului tot atât de energetic și complet ca și ghipsul. S-a stabilit că materialele ameliorative încorporate în stratul arat au avut o influență pe întreg profilul solonețului, ceea ce face posibilă încorporarea exclusivă în stratul arat a amendamentelor calculate pentru toată grosimea solului.

3. Concomitent cu materialele calcice, în procesul ameliorării chimice se vor încorpora neapărat și îngrășăminte organice, care, pe lângă rolul de îmbogățire a solului cu elemente nutritive și humus, au și semnificații ameliorative directe: cu cationii metalici ce-i conțin, ele participă la procesul de substituie a sodiului schimbabil. Iar cationii de hidrogen îmbunătățesc structura și regimul aerohidric al solonețului, solubilizează intens calciul din amendamente și sol. Un efect ameliorativ și fertilizator mai mare a fost constatat la nămolul orășenesc.

Referințe:

1. Шестаков И.Л. Мелиорация засоленных почв Молдавии. - Кишинев: Штиинца, 1977.
2. Сувак Г.А. Мелиорация мочаристых и солонцовых почв Молдавии. - Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1977.
3. Сувак П.А. Окультуривание почв гидроморфных и автоморфных солонцово-солончаковых комплексов при интенсивном земледелии Молдавии. - Кишинев: Штиинца, 1986.
4. Булат М.Г. Солонцы и пути их использования. - Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1985.
5. Жигэу Г.В. Геохимия садово-засоленных почв Молдавии: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. - Москва, 1983.
6. Жигэу Г.В. Мелиорация садово-засоленных почв Молдавии / Обзорная информация МолдНИИТИ. - Кишинев, 1990.
7. Rusu A. Bazele agrochimice ale valorificării în agricultură a reziduurilor de proveniență industrială și comunală: Autoreferat al tezei de doctor habilitat în științe agricole. - Chișinău, 1999.
8. Сапронов А.Р. Технология сахарного производства. - Москва: Агропромиздат, 1986.
9. Anuarul statistic al Republicii Moldova. - Chișinău: Statistica, 2010.
10. Сюрис А.И. Влияние удобрительных смесей на основе гидролизных отходов на плодородие солонцов и продуктивность сельскохозяйственных культур: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. - Кишинев, 1992.

Prezentat la 19.10.2011

ВКЛАД МОЛДАВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА В ГЕОЛОГИЧЕСКУЮ НАУКУ И ПРАКТИКУ

Евгений БОНДАРЕНКО

Кафедра почвоведения, геологии и географии

Contribuția Universității de Stat din Moldova la dezvoltarea științei și practicii geologice autohtone și regionale este incontestabilă și poate fi apreciată la gradul superlativ. În cadrul Universității de Stat din Chișinău (actuala USM), fondată în anul 1946, a fost deschisă și Facultatea de Geologie la care a lucrat un colectiv de profesori cu o experiență geologică extrem de bogată. Împărtășind cunoștințele geologice fundamentale studenților înscriși la facultate, a fost posibilă instruirea unei pleiade ilustre de specialiști-geologi, care au activat în Republica Moldova, în diferite țări și regiuni ale fostei USSR și s-au realizat în calitate de experți remarcabili în diferite domenii geologice științifice și practice. În anul 2003, după un repaos de circa 50 ani, la USM a fost redeschisă specialitatea „Geologie”. Astfel, a fost lichidată o lacună în procesul de instruire a studenților în domeniul *Științe ale naturii* și în formarea lor profesională în domeniul *Geologie*.

The contribution of Moldova State University in the scientific, local and regional geological practice is incontestable and can be considered only at a superlative degree. In Chisinau State University (now MSU), founded in 1946, was founded the Faculty of Geology in which there worked a collective of teachers with a very rich geologic experience. They shared their knowledge of fundamental geology with students enrolled at the faculty, it was possible to train an illustrious constellation of geologists-specialists, who worked in Republic of Moldova, in different republics and regions of the ex USSR and became remarkable experts in various scientific and practical geology fields. In 2003, after an interval of about 50 years at Moldova State University there was reintroduced the specialty of "Geology". In the result there was liquidated a gap in students training in the general field of Natural Sciences and professional field of Geology.

После окончания второй мировой войны СССР приступил к восстановлению народного хозяйства. Ощущалась острая нехватка различных высококвалифицированных специалистов, в том числе и геологов, крайне необходимых для геологических исследований, разведки и освоения минерально-сырьевого потенциала страны. Так в 1946 году был создан Кишиневский государственный университет (КГУ – ныне Молдавский государственный университет), в котором, помимо других, был открыт и геологический факультет.

На начальном этапе существовала острая нехватка квалифицированных профессорско-преподавательских кадров. Для ликвидации этого пробела в кратчайший срок из учебных, академических и научно-производственных центров Москвы, Санкт-Петербурга, Петрозаводска и других на геологический факультет были командированы известные ученые-геологи с большим опытом исследовательской, преподавательской и научно-организаторской деятельности. Среди них назовем академика АН СССР Ковалевского С.А. – признанного авторитета в изучении четвертичной геологии юго-западной части Европы, доцентов Чумакова А.А. (известного петрографа), Харкевича Д.С. (знатока металлогении и полезных ископаемых), Янулова (минералога и кристаллографа), Мамонтову (палеонтолога), Негадаева-Никонова К.Н. (стратиграфия и историческая геология), Топор Н.Д. (геохимия), Сухова И.М. (геотектоника), Иолина А.М. (геокартирование и инженерная геология), Клевцова (гидрогеология), Сухаревича П.М. (нефтяная геология), Ганьшина (геодезия и картография) и др.

Эти известные специалисты и ученые-геологи щедро и с любовью делились своими знаниями и опытом с подрастающим поколением молодых молдавских геологов, навсегда оставшись в их благодарной памяти истинными учителями.

Помимо геологических дисциплин студенты факультета слушали необходимые курсы лекций по почвоведению академика Димо Н.А., по ботанике известного профессора Андреева В.Н., по химии профессора Аблова А.В. и др.

В кратчайшие сроки на факультете был налажен четкий и стройный учебный процесс: в помощь теоретическому курсу из библиотек других университетов страны поступала в изобилии геологическая литература, геологические карты, иллюстрации и модули, кристаллографические муляжи, поляризационные микроскопы и бинокляры, геодезическая аппаратура, коллекция минералов и горных пород, что позволило организовать прекрасный геологический музей.

Помимо теоретически-лекционного и лабораторного курсов, хорошо были организованы полевые практические занятия. Начиная с первого и второго курсов студенты-геологи проводили полевую практику по геодезии (в пределах территории г. Кишинева – ныне застроенный сектор Рышкань) и геологическую практику в северных районах Молдовы, где на склонах долин и обрывистых берегах Днестра обнажаются разнообразные по строению, тектонике, составу и возрасту геологические формации – от протерозоя до четвертичного периода включительно. После третьего и четвертого курсов (срок обучения в университете в то время был пять лет) студенты-геологи откомандировывались в летнее время на оплачиваемую практику в производственные и академические геологические организации, экспедиции, месторождения, карьеры, буровые скважины, геологическую съемку в различные уголки необъятного Союза – в Карпаты, на Кольский полуостров, на Украину (Никитовка), на Кавказ, Урал, Таймыр, в Восточную и Западную Сибирь, Казахстан, Среднюю Азию, Алтай, Туву, Якутию, Магаданскую область, на Камчатку, Дальний Восток, Приморье, Сахалин и в другие районы. Студенты работали коллекторами в реальных условиях геологического картирования, поисков и разведки месторождений. На преддипломных практиках, после четвертого курса, студенты лично собирали фактический геологический материал для своих будущих дипломных работ.

Кроме специальных дисциплин студенты-геологи проходили широкий курс социально-философских наук, активно участвовали в общественной и спортивной жизни факультета и университета.

В 1953-1958 гг. студенты геологического факультета носили специальную форму одежды, обязательной в то время для всех технических институтов с горной специализацией.

На факультете велась подготовка специалистов по следующим профилям:

- петрография и минералогия;
- геология и инженерная геология;
- гидрогеология.

Геологический университетский диплом давал право молодому специалисту работать в любых профильных производственных, научных и учебных организациях страны. Все выпускники университета обеспечивались рабочими местами.

В начале 50-х годов в существовавшие в республике геологические организации – Молдавская геологическая экспедиция Министерства геологии УССР, Молдавская гидрогеологическая экспедиция и др. – постепенно вливались выпускники геологического факультета КГУ. В дальнейшем они составили основной костяк специалистов-геологов указанных организаций, реорганизованных затем в Управление геологии при Совете Министров МССР (геологическая съемка, поиски и разведка полезных ископаемых), Трест «Молдбурвод» и др.

Проводимые в большом объеме геолого-съемочные и геолого-разведочные работы с применением прогрессивных современных методов исследования – геофизических, геохимических, аэрофотокосмических, петрографо-стратиграфических, глубокого бурения и др., способствовали интенсивному изучению подземных ресурсов республики. Работы велись по трем главным направлениям: поиски нефти и природного газа, месторождений строительных материалов и подземных вод.

Исследование перспектив нефтегазоносности осуществлялось на основе глубокого бурения на перспективных площадях при помощи сейсмических, гравиметрических, электрометрических и каротажных работ, а также геолого-структурного картирования. Так были открыты месторождения нефти, газа и угля на юге Молдовы.

Особое внимание уделялось выявлению и наращиванию запасов природных строительных материалов и сырья для металлургической, химической, стекольной и пищевой промышленности. Были открыты, разведаны и сданы в эксплуатацию сотни месторождений известняков (для конструкций и производства цемента), песчаников, гранитов, метаморфитов, песков (в том числе кварцевых для производства стекла), гравия, гипса, трепела, диатомитов и бентонитовых глин высокого качества (применяемых для очистки масел и других жидкостей, производства керамзита), глин для производства кирпича и черепицы, источников подземных вод и др.

Выявлены проявления графита, флюорита, барита, цеолитов, а также железа, меди, цинка, свинца, серебра и др.

Были составлены современные комплексные геологические карты среднего и крупного масштаба, тектонические, геоморфологические, гидрогеологические, прогнозные и карты полезных ископаемых территории республики. Разработаны рекомендации по дальнейшему направлению геолого-разведочных работ.

Здесь уместно привести имена хотя бы части выпускников геологического факультета КГУ, которые своим творческим трудом реализовывали вышеупомянутые проблемы: Новик Д.Н., Арапов А.А., Гольденберг И., Арапов Ю.А., Чебан И.Т., Няга В.И., Димо Н.Н., Саянов В.С., Брицкая А., Яновский П., Кобэлэу Д.Д., Сетрин С.И., Захаров А.Д., Маркевич Н.В., Дмитров О.И., Смолянников П., Сергеев В.П., Антуфеев А., а также Каниковский В.И., многие годы возглавлявший Управление геологии при Совете Министров МССР.

Большая плеяда геологов-выпускников КГУ включились в работу Института геофизики и геологии АН МССР при его создании, составив его ядро. Первым директором института был Бургеля Н.К., затем несколько десятилетий его возглавлял Друмя А.В. – оба выпускники КГУ.

Главными направлениями научных исследований были: стратиграфия и палеогеография, тектоника и неотектоника, сейсмология, минералогия и петрография, геохимия, гидрогеология и инженерная геология. Активно участвуя в решении насущных проблем, геологи-выпускники КГУ добивались высоких научных результатов. Анализируя данные геокартирования, поисковых и разведочных работ, геофизических исследований, глубокого бурения и привлекая собственные тематические исследования, они получали новую научную информацию о строении и геологическом развитии докембрийского фундамента территории республики (Жеру М.И., Няга В.И. и др.) и его осадочного чехла (рифей-венда, Няга В.И.); палеозоя, мезозоя (Бургеля Н.К., Мороз В.Ф., Слюсарь Б.С., Перес Ф.С., Сухаревич П.М.), палеогена (Негадаев-Никонов К.Н.), неогена (Рошка В.Х., Капцан В.Х.), четвертичного периода (Ковалевский С.А., Хубка А.Н., Билинкис Г.М., Негадаев-Никонов К.Н.). Впервые была составлена «Генеральная схема стратиграфии территории Молдавии», были определены общие палеогеографические условия минувших геологических эпох и история геологической эволюции Молдавского региона. Издана серия монографий: «Эволюция докембрия Молдовы», «Стратиграфия осадочных образований Молдавии», «Региональная стратиграфия Молдавской ССР», а также ряд сборников научных статей.

В области тектоники и неотектоники исследованы и определены главные тектонические структуры и общая история тектонического развития территории, определены гипсометрия и морфология доюрской поверхностной эрозии и наличие ряда крупных тектонических дислокаций земной коры региона. Впервые составлена «Тектоническая карта Молдовы» масштаба 1:600000, региональные тектонические схемы, открыт ряд локальных структур (Друмя А.В., Каниковский В.И., Негадаев-Никонов К.Н.). Проведено тектоническое районирование территории по структурно-генетическому принципу (Слюсарь Б.С., Макареску В.С.) Широко были изучены неотектонические движения земной коры региона, процессы формирования рельефа, эрозии и других современных геологических явлений, имеющих важное научное и практическое значение (Билинкис Г.М., Дубиновский В.Л.). Была составлена «Неотектоническая карта МССР масштаба 1:1000000», определены закономерности формирования площадных оползней и оврагов, эрозии почв, а также разработаны научно обоснованные рекомендации по борьбе с подобными явлениями. Изданы монографии «Тектоника МССР», «Палеотектоника Молдавии», тематические сборники статей.

Особое внимание уделялось изучению петрографии, минералогии и геохимических комплексов региона с применением современных диагностических методов: оптической петрографии, рентгенометрии, термометрии, электронографии, микрохимии и др. В этом плане следует отметить исследования Жеру М.И. по минералогии, петрографии и генезису горных пород кристаллического докембрийского фундамента, а также глинистых образований Молдовы; исследования Чумакова А.А. и Сухаревича П.М. – магматических пород, Бобринского В.М. и Слюсарь Б.С. – палеозойских, триасовых и юрских образований, Бургеля Н.К. и Перес Ф.С. – меловых отложений. Изучены продукты коры выветривания (Сухов И.М.), минералогия вулканических туфов и продуктов их разложения (Саянов И.С., Хубка А.Н., Топор Н.Д.). Итоги исследований позволили определить условия формирования различных геологических комплексов и составить «Атлас литолого-палеогеографических карт территории МССР».

Вопросам гидрогеологии республики уделялось особое внимание: были изучены закономерности распространения артезианских, грунтовых и минеральных вод, определены их генезис, динамика, состав и область применения в народном хозяйстве (исследования Фролова Н.Ф., Шинкарюка В.Г.).

Ниже приводится информация о личном вкладе отдельных ученых-геологов, выпускников КГУ, в изучение геологии и полезных ископаемых Молдовы, что отражает одновременно и вклад университета в решение данной проблемы.

Рошка В.Х. (доктор геологии) внес неопенимый вклад в изучение стратиграфии широкоразвитых на территории Молдовы неогеновых (особенно миоценовых) образований. Детально исследовал их генезис, возраст, условия формирования и развития, палеогеографию, корреляцию на больших площадях, что отражено в многочисленных научных статьях и нескольких монографиях. Его труды способствовали резкому повышению качества и достоверности геологических карт, поисков и разведки осадочных полезных ископаемых как на территории Молдовы, так и прилегающих регионов.

Бургея Н.К. (доктор геологии) – первый директор Института геофизики и геологии АН МССР, внесший большой вклад в научно-организационную и исследовательскую деятельность института; исследователь мезозойских геологических формаций региона; член редколлегии «Энциклопедия МССР».

Мороз В.Ф. (доктор геологии) внес существенный вклад в изучение стратиграфии и палеогеографии юрских и меловых отложений и в историю геологического развития Днестровско-Прутского междуречья.

Друмя А.В. (действительный член Академии наук Республики Молдова, доктор хабилитат геологии) после окончания университета и аспирантуры работал старшим научным сотрудником Института геофизики и геологии АН МССР, заведовал сейсмической станцией «Кишинев», а с 1970 года на протяжении сорока лет – бессменный директор этого института. Друмя А.В. занимался сеймотектоническими исследованиями, сейсмическим районированием территории Молдовы и Карпато-Балканского региона в целом, уделяя особое внимание вопросам прогнозирования сейсмической опасности и режиму Карпатского очага землетрясений. Им разработаны рекомендации по сейсмическому районированию и антисейсмическому строительству в республике. Принимал участие в осуществлении сейсмического проекта ЮНЕСКО по Балканскому региону. Друмя А.В. – автор и соавтор ряда монографий по геологической структуре, тектонике и сейсмологии Молдовы, более ста научных статей, изданных в СССР и за рубежом, член редколлегии «Энциклопедия МССР», лауреат Государственной премии МССР.

Саянов В.С. (доктор геологии) исследовал неогеновые (миоценовые) вулканические пирокласты Молдовы и генетически связанные с ними бентонитовые глины, образующиеся путем подводного разложения стекла, пепла и туфов. Бентонитовые глины обладают резко выраженными сорбционными свойствами. Им разработаны критерии для поиска, разведки и оценки месторождений сорбционных материалов, крайне необходимых для фильтрации и очистки жидкостей, что особенно важно для пищевой промышленности и других производств Молдовы и охраны окружающей среды.

Хубка А.Н. (доктор геологии) – один из ведущих специалистов-геологов в области изучения наиболее молодых континентальных неоген-четвертичных отложений, широкоразвитых на большей части территории Республики Молдова и в сопредельных регионах. Им исследованы стратиграфия, литология, состав, фациальные особенности, условия формирования и возраст этих формаций, что отражено в серии публикаций. Такие исследования имеют важное теоретическое значение для проблемы изучения Земли в ее недавнем геологическом прошлом, а также практическое – для планирования развития сельского хозяйства, мелиорации, строительства, инженерной геологии, геоэкологии, поисков и разведки месторождений стройматериалов, подземных вод и ряда других полезных ископаемых.

Шинкарьюк В.Г. (доктор геологии) провел комплексные гидрогеологические исследования артезианских вод Молдовы, изучив их генезис, состав, районирование и связь с тектонической структурой и отдельными геологическими формациями в региональном и локальном планах, составил их классификацию. Его научно-методические разработки широко применяются на практике при прогнозе водных ресурсов территории в целях водоснабжения сельского хозяйства, населенных пунктов, промышленных предприятий республики.

Слюсарь Б.С. (доктор геологии). Его исследования посвящены изучению сложных вопросов тектонического строения юга Междуречья Днестр-Прут и имеют важное значение для определения перспектив нефтегазоносности глубоких горизонтов геологического профиля данной области. Им также изучены отложения юрского периода Молдовы – их стратиграфия и палеогеография особенно в районах северо-западного Причерноморья. В настоящее время ученый исследует особенно актуальную для экономики страны проблему – определение возможных подземных природных резервуаров для хранения запасов нефти и газоконденсатов.

Жеру М.И. (доктор геологии) всесторонне изучил выходы древнейших метаморфических формаций на севере Молдовы (геологическое строение, тектонику, эволюцию, минералогический и петрографический состав, характер метаморфизма и его типы, возраст, полезные ископаемые и др.). Результаты исследований опубликованы в ряде статей и двух монографиях: «Эволюция докембрия Молдавии» и «Докембрий Молдавии». Жеру М.И. проведены также оригинальные исследования, посвященные минералогии, литологии и генезису докембрийских, палеозойских и неогеновых глинистых пород, широко развитых на территории Молдовы, с применением новых методов сравнительного исследования, основанных на массовых термических, рентгенодифрактометрических, химических и кристаллооптических анализах. Были установлены основные черты петрогенетической эволюции глинистых веществ и закономерности их пространственного размещения, определены перспективы выявления залежей глинистого сырья на территории республики. По итогам исследований опубликована монография «Глинистые образования Молдавии». Он являлся научным консультантом по геологии и геофизике краткой энциклопедии «Советская Молдавия», а также соавтором статей по геологии «Энциклопедия Советикэ Молдовенеаскэ».

Большой вклад внесли геологи-выпускники Молдавского госуниверситета в изучение и решение сложнейших вопросов геологии многих регионов необъятной России и за ее пределами. Так, на северо-западе России и на Кольском полуострове работали и творили Беляев К.Д., Смирнов Ю., Негруца В.З., во ВСЕГЕИ – Акимова Г.Н., Бовкун Б., Казаку И., в Москве (Союзкварцсамоцветы) – Кичак А., на Украине – Димитров Г.Х., Соловицкий В., в Башкирии – Унгуриану С.П., на Алтае, в Северном Казахстане и Южной Сибири – Савельева З., Ротараш И., Шевчук И., Твердохлеб Е., Бокан В., Данилова М., в Белоруссии – Сетрин С.И., в Магаданской области – Мороз И., Ульянов Ю., Мороз Г., на Камчатке – Гринфельд В.М., в Якутии – Билинкис Г.М., на Дальнем Востоке – Сухов В.М., Музыка В.П., Бондаренко Е.И., в Приморье – Булавко Н.В., Караулов Е., Соколов Б., Варава В.И., Маркевич П.В., Тащи С.М., Лихт Ф.Р., Евланов Ю. и многие другие.

Во Вьетнаме работал Сухов В.Н., в Мексике – Лихт Ф.Р., на Кубе – Сетрин С.Н., в Алжире – Сергеев В.П., на Тихом и Индийском океанах – Сухов В.И., Евланов Ю., Маркевич П.В., в Скандинавии – Негруца В.З. и др.

Отметим труды лишь некоторых из них.

Беляев К.Д. (заслуженный геолог России), первооткрыватель богатейшего месторождения никеля на Кольском полуострове (Алла-Речинск), за что был награжден высшей наградой СССР – орденом Ленина. Будучи адептом академика Сидоренко А.В., он принимал участие в реализации одного из самых грандиозных геологических проектов XX века – бурение Кольской сверхглубокой скважины, которая достигла рекордной глубины 12263 м. Под его руководством Кольское районное геологическое управление провело бурение серии скважин глубиной до 1200 м для уточнения точки заложения сверхглубокой скважины. В 70-е годы Беляев К.Д. работал начальником Северо-Западного Геологического Управления Мингео СССР. Наиболее важными его достижениями в этот период являются открытие алмазов и бокситов в Архангельской области (Россия), за что он был награжден двумя орденами Трудового Красного Знамени. В 1978-1988 годах он работал заведующим отделом земных недр Управления мониторинга промышленности при ЦК КПСС. Участник двух международных геологических Конгрессов (Россия 1984, Франция 1988).

Смирнов Ю. (доктор геологии). Наиболее важные его открытия связаны с Кольской сверхглубокой скважиной. Результаты его геологических исследований позволяют обосновать новую концепцию относительно происхождения жизни на Земле. Изучая органические вещества в метаморфических формациях архейского возраста, вскрытых сверхглубокой скважиной на нескольких километрах глубины, он выдвинул ряд дискуссионных концепций, до сих пор не решенных, касающихся внеземного происхождения органической жизни на Земле. Другим открытием этого ученого является констатация идентичности состава раннепротерозойских формаций Печенгской мульды (глубиной около 3 км) с материалом, доставленным с Луны.

Негруца В.З. (член-корреспондент АН России, доктор хабилитат геологии) начал учебу в КГУ, затем был переведен в Ленинградский государственный университет, который окончил с отличием. Признан одним из известнейших специалистов в области архей-протерозойских метаморфических комплексов северо-запада России. Будучи ассоциативным членом Академий наук Скандинавских стран, он является куратором Отдела докембрия Международного Стратиграфического Комитета.

Казаку А. (доктор геологии) – сотрудник известного геологического института ВСЕГЕИ, специалист по изучению архей-протерозойских комплексов Балтийского Кристаллического щита. Издал серию геологических карт Карелии, Хибинских гор, побережья Белого моря, служащих основанием для поисков и разведки различных полезных ископаемых.

Сухов В.И. (доктор habilitat геологии) участвовал в изучении крупного Гаринского железорудного месторождения в Амурской области, подготовил к изданию два листа государственной геологической карты масштаба 1:200000, возглавлял Петрографический комитет Дальневосточного территориального геологического управления, был главным геологом Комплексной тематической экспедиции. Особо плодотворной была работа Сухова В.И. в ДВ НИИ минерального сырья Мингео СССР (1968-2000), где он состоял как крупный ученый, получивший мировое признание. Широкий круг его научных интересов: геология, тектоника, формационный анализ, геодинамика, петрохимия, генезис, гидротермальный метаморфизм, металлогения MZ-KZ вулканических поясов и интрузивного магматизма Дальнего Востока, региональные рудно-магматические системы Приамурья, Востока России и их типизация, металлогения вулкано-тектонических структур российской части Тихоокеанского кольца, прогнозирование месторождений золота и цветных металлов в Амурской области и Хабаровском крае, научная редакция Минерагенической карты дальнего Востока России в масштабе 1:1500000, представляющей собой современную металлогеническую сводку, которая может быть использована при прогнозных построениях и оценке перспективности отдельных районов Дальнего Востока. В.И. Сухов – автор и соавтор четырех монографий («Вулканогенные формации юга Дальнего Востока», «Металлогения Дальнего Востока России» и др.), около ста научных статей, около сорока научно-исследовательских отчетов. В 1969 году он проводил металлогенические исследования во Вьетнаме; принимал участие в региональных, всесоюзных и международных симпозиумах (в частности – в работе Генеральной ассамблеи Международного географического и геофизического союза в Канберре, Австралия).

Тащи С.М. (доктор геологии) – научный сотрудник Дальневосточного геологического института Российской Академии наук, специалист в области геокартирования и поисков полезных ископаемых, ведущий специалист по геоморфоструктурному анализу геологических процессов Дальневосточного региона.

Евланов Ю. (доктор геологии) – научный сотрудник Института океанологии Академии наук России, крупный специалист по геологии морей и океанов, участник морских экспедиций и международных проектов по исследованию геологии дна Тихого и Индийского океанов.

Соловицкий В. (доктор геологии) был председателем научно-редакционного совета по геокартографированию Министерства геологии Украины.

Унгуриян С.П. (доктор геологии) заведовала Петрографическим кабинетом Управления геологии Башкирии.

Краснов Е. (доктор habilitat геологии) – известный палеонтолог, палинолог и стратиграф Дальневосточного геологического института Российской Академии наук.

Бондаренко Е.И. (доктор геологии) впервые проанализировал и обобщил геологорadioгеохронологические данные (свыше 2500 анализов) мезозой-каинозойских вулкано-плутонических формаций и оруденения юга Дальнего Востока. Это позволило с новых позиций количественно оценить и уточнить возраст магматических и окорудноизмененных пород региона, определить возрастные соотношения интрузивного и эфузивного магматизма, а также последовательность и длительность формирования вулканических и вулкано-плутонических ассоциаций, выявить эволюцию магматизма как в отдельных зонах по вертикали, так и на больших пространствах по латерали (от жесткого Буреинского массива на западе к более подвижным зонам на востоке в сторону Тихого океана), оценить количественно возраст – в миллионах лет, различных генетических типов оруденения и их связь с конкретными магматическими формациями. Составлена корреляция MZ-KZ вулкано-плутонических ассоциаций региона, показана ритмичность эндогенных процессов, выделены эпохи среднеосновного и кислого магматизма. Результаты использованы при геокартировании и для палеогеографических реконструкций. Материалы исследований опубликованы в различных изданиях, а также включены в фундаментальный труд – «Геохронология СССР», изданный в трех томах. По данным геолого-съёмочных работ Бондаренко Е.И. подготовил к изданию один лист Госгеолкарты

СССР масштаба 1:200000, составил комплексную геологическую карту масштаба 1:50000 Октябрьского золотого прииска в Амурской области и карту гидротермалитов Нижнего Приамурья. На протяжении ряда лет являлся одним из активных организаторов плодотворной деятельности (ученый секретарь, заведующий отделом, заместитель директора) Дальневосточного научно-исследовательского института Мингео СССР – ДВИМС, координатором научно-исследовательских и геолого-разведочных работ в зоне Байкало-Амурской магистрали, руководителем Дальневосточного отделения научно-редакционного совета по геокартографированию ВСЕГЕИ, а также одним из основателей и организаторов Дальневосточного отделения Международной Академии минеральных ресурсов (МАМР).

Маркевич П.В. (доктор хабилизат геологии) – известный геолог Дальнего Востока России. Его труды, отраженные в публикациях и монографиях, посвящены исследованию условий и закономерностей образования ритмичных терригенных флишевых формаций большой мощности на примере палеозойских геосинклинальных отложений Сихотэ-Алинской складчато-глыбовой системы, сформировавшейся на стыке Азиатского континента и Тихоокеанской плиты земной коры. Внедрение результатов работ по проблеме способствовали более глубокому познанию геолого-тектонического развития региона, рациональному ведению геологического картирования и поисково-разведочных работ в Приморье и на сопредельных территориях. Был активным участником морских экспедиций, международных геологических симпозиумов и конгрессов.

Булавко Н.В. (доктор геологии) проводил свои исследования по наращиванию запасов металлов в Тетюхинском горно-рудном районе на Сихотэ-Алине в Приморье, бессменно возглавляя геологический музей крупнейшего на Дальнем Востоке полиметаллического комбината.

Лихт Ф.Р. (доктор геологии) многие десятилетия посвятил исследованию вопросов стратиграфии, палеонтологии, тектоники и магматизма Сихотэ-Алиня в Приморье. Результаты работ опубликованы в серии научных статей и монографии «Палеогеоморфологические реконструкции в складчатых областях». Воссоздание истории развития и закономерностей формирования и определение условий образования полезных ископаемых, генетически связанных с осадочными и вулканогенно-осадочными породами, таких, например, как древние россыпи металлов, месторождений высокосортных карбонатов, кварцевых песков, флюоритов, угля, нефти и газа и других полезных ископаемых, помимо практического имеет также важное общетеоретическое значение, поскольку рельеф поверхности Земли – это результат совместной деятельности геологических, биологических, климатологических, а также космических факторов. Лихт Ф.Р. в качестве консультанта ООН участвовал в работе специальной международной сессии, посвященной изучению специфических геологических условий основания (фундамента) города Мехико с целью оценки перспектив дальнейшего развития этого многомиллионного мегаполиса Центральной Америки.

Билинкис Г.М. (доктор геологии) успешно начал свою деятельность на северо-востоке России, где проведенные им целенаправленные поисково-съёмочные и разведочные работы увенчались открытием крупного месторождения ценных цветных металлов в Якутии, за что наряду с другими геологами он был отмечен высокой правительственной наградой. В дальнейшем он плодотворно трудился на геологической ниве Молдавии в Институте геофизики и геологии АН МССР. Его исследования были посвящены палео- и неотектонике Молдовы и смежных районов Украины, формациям древних кор выветривания на территории Днестровско-Прутского междуречья, геоморфологии, проблемам четвертичной геологии республики и другим вопросам. Билинкис Г.М. является автором фундаментальной монографии «Геодинамика крайнего юго-запада Восточно-Европейской платформы в эпоху фанерозоя», где на примере территории Молдовы, расположенной в пределах вышеназванной структуры на границе с герцинско-киммерийской платформой и с позднеальпийской орогенической зоной Восточных Карпат, рассматриваются особенности и специфика развития краевой части платформы в эпоху морфогенеза. В основу анализа геологической структуры наряду с традиционными положены оригинальные методы комплексной оценки неотектонической активности региона, позволяющие охарактеризовать также динамику рельефообразующих процессов, степень эрозионной, оползневой опасности рельефа, связь деструктивных процессов с неотектоникой. Изучена история рельефа на основе выделения и описания маркирующих литостратиграфических горизонтов в позднекайнозойских отложениях. Работа может служить настольной книгой для геологов, геоморфологов и географов Молдовы. Билинкис Г.М. является автором и второй монографии «Неотектоника Молдовы и смежных

районов Украины», а также соавтором еще четырех монографий, написанных совместно с другими выпускниками КГУ: «Валеотектоника Молдавии» (Бобринский В.М., Бургеля Н.К. и др.), «Геоморфология Молдавии» (Друмя А.В., Дубиновский В.Л.), «Новые данные о распространении плейстоценовых лиманов в Припрутье» (Коваленко А.А.), «Плиоценовые бентониты Молдавии и их практическое значение».

Завершая обзор, следует отметить, что здесь приведен далеко не полный перечень геологов КГУ, их трудов и деятельности. Фактически он много больше. За 1946-1958 годы университет подготовил около 400 специалистов-геологов, среди которых один действительный член АН Молдовы, один член-корреспондент РАН и ассоциированный член Скандинавской Академии, один действительный член и один член-корреспондент Международной Академии минеральных ресурсов, десять докторов-хабилитатов геологии и более ста докторов геологии. Геологами КГУ изданы сотни монографий и тысячи научных статей. Они принимали активное участие в работе многочисленных симпозиумов, конференций, международных геологических проектов и конгрессов.

В заключение, подводя итог, без ложной скромности можно сказать: «Да, геологи-выпускники КГУ своим творческим трудом внесли большой общепризнанный геологической общественностью вклад в геологическое познание отдельных регионов Планеты Земля. Они гордо и с честью пронесли по жизни светлую память об учебе на геологическом факультете КГУ – нынешнего Молдавского государственного университета, своей *Alma-Mater*!»

В 2003 году Молдавским государственным университетом и соответствующими органами Правительства Республики Молдовы было принято решение о восстановлении на биолого-почвенном факультете специальности «Геология». Это вытекало и диктовалось крайней необходимостью восполнения дефицита геологических кадров (специалистов) в стране. Жизнь показала, что это было правильное, мудрое и своевременное решение. При этом следует отметить имена трёх человек, которые принимали особо активное участие в восстановлении в Молдавской государственном университете специальности «Геология» и в организации учебно-познавательного процесса – это Кошкодан М.Д., доктор географии, Жигэу Г.В., доктор почвоведения и Чоботару В.П., доктор геологии.

За девять лет подготовлены около ста геологов-лиценциатов и мастерантов (пять выпусков), многие из которых востребованы и успешно работают в нашем университете (Попуяк А., Лужанская Д.), в Государственном Агентстве по геологии и запасам недр (Кoadэ Д., Тону М., Леу Д., Мафтеуцэ В., Сорочан Ю., Стан П.), на нефтяных скважинах в Ираке, Судане, Казахстане (Попов Н., Давид В., Золотков А., Блашку Г.), в Институте геологии и сейсмологии АН РМ (Могорич К., Марку Т., Мокану Д., Кадук Ю., Стурза Д.), в различных специализированных организациях (Стропша В., Маттерн И., Филипенко Д., Черга А., Бивол Е. И.). Продолжают совершенствовать свое образование в докторантуре Попуяк А., Могорич К. и на мастерате (12 человек).

Молдавскому государственному университету есть что вспомнить, есть чем гордиться! И с уверенностью можно сказать (перефразируя великого М.В.Ломоносова), что может собственных Платонов и быстрых разумом Невтонов молдавская земля родить!

Prezentat la 14.11.2011

ELECTROD CU MATRICE POLIMERICĂ, SELECTIV LA SURFACTANTUL ANIONIC LAURILSULFAT

*Mihail REVENCO, Mariana DÎRU, Waell A.A. DAYYIH**

Facultatea de Chimie și Tehnologie Chimică

**University Petra, Amman, Jordan*

A new anionic surfactant sensor has been prepared, based on trinuclear chromium(III) pivalate as sensing material incorporated into the plasticized PVC-membrane. The sensor exhibited Nernstian response (59-61mV/decade) in the region between 10^{-3} - 10^{-5} mol/l for dodecylsulfate. The potentiometric selectivity coefficients were determined by fixed interferential method. Application of these electrodes to the analysis of some products containing anionic surfactants has been realized and results have been compared with the two-phase titration method.

Introducere

Datorită utilizării pe scară largă, detergenții și produsele de curățat au fost încadrate în categoria produselor chimice folosite în cantități mari (HPV/high production volume), produse supuse unei legislații specifice ca urmare a influenței asupra mediului. După utilizare, detergenții – preparate complexe, reunind peste 20 de componente din diferite clase de substanțe organice și anorganice – sunt eliminați în apele menajere fără să sufere modificări structurale majore, astfel afectând mediul înconjurător. Surfactanții constituie grupul cel mai important de componente ale unui detergent. Aceștia sunt substanțe cu molecula relativ mare. Molecula surfactanților este asimetrică, fiind compusă din două părți:

- 1) partea hidrofobă (lipofilă) constituită dintr-un radical hidrocarbonat, parte insolubilă în apă, dar solubilă în lichide nepolare;
- 2) partea hidrofilă (lipofobă) solubilă în apă și în lichide polare.

Surfactanții sunt clase de compuși chimici care, datorită structurii moleculare specifice, au o comportare complet diferită de a altor specii, ce constă în adsorbția preferențială la interfețe și în formarea micelilor – agregate de molecule. Ele se formează în soluțiile surfactantului la concentrația critică micelară ($8 \cdot 10^{-3}$ M în soluții pure, $5 \cdot 10^{-3}$ M în soluții ce conțin și Na_2SO_4 în concentrație de 0,01M).

Determinarea concentrației surfactanților anionici este o etapă importantă atât în laboratoarele de control al calității din cadrul fabricilor producătoare de detergenți, cât și în laboratoarele de control și monitorizare a factorilor de mediu. Printre metodele de determinare a concentrației detergenților anionici elaborate și perfecționate în ultimii ani se numără și cea potențiochimică. Astfel, au fost realizați electrozi selectivi față de surfactanți anionici atât în variantă cu membrană lichidă, cât și sub formă de electrozi cu matrice polimerică [1-5]. Substanța activă a acestor electrozi, materialul electroactiv, care le conferă selectivitate față de surfactanții anionici, este, în general, un compus de tip pereche ionică ce are un cation voluminos și anionul tensioactiv.

În această lucrare au fost prezentați senzori cu membrană PVC (clorură de polivinil) având ca ionofor laurilsulfatul pivalatului trinuclear al cromului(III). La prepararea membranelor au fost utilizați diferiți plastifiicanți – dioctilftalat (DOF) și 2-nitrofeniloctileter (NE), urmărindu-se influența naturii acestora asupra parametrilor caracteristici electrozilor ion-selectivi. Senzorii confecționați au fost aplicați la determinarea surfactanților anionici în diferite produse prin titrare potențiochimică.

Partea experimentală

Reactivi

Toți reactivii folosiți au fost de puritate analitică. La calibrarea electrozilor au fost utilizate soluții de laurilsulfat de sodiu (dodecilsulfat de sodiu). La prepararea ionoforului a fost utilizat pivalatul trinuclear al cromului(III), iar ca agent de titrare a surfactanților anionici a fost folosită clorura de cetilpiridină (Fluka).

Aparatură și accesorii

Măsurarea potențialului s-a efectuat cu ajutorul unui pH-metru-milivoltmetru 3310 JENWAY. Ca electrod de referință a fost utilizat electrodul de Ag/AgCl. Pe parcursul măsurărilor soluțiile au fost agitate magnetic. Măsurările de pH au fost efectuate cu un electrod de sticlă combinat JENWAY.

Prepararea ionoforului

Pentru sinteză a fost folosit produsul $[\text{Cr}_3\text{O}(\text{C}_5\text{H}_9\text{O}_2)_6(\text{H}_2\text{O})_3]\text{C}_5\text{H}_9\text{O}_2 \cdot 2\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$. O probă cu masa de 1,0 g a fost dizolvată în 20 ml de acetonă, la ea fiind adăugate 0,3 g de laurilsulfat de sodiu. Soluția formată a fost agitată 30 de minute la temperatura de 60-70°C, apoi a fost lăsată pentru răcire lentă la temperatura camerei. Produsul de culoare verde a fost separat prin filtrare, spălat cu soluție apoasă alcoolică și recristalizat din acetonă. Randamentul constituie 0,8 g.

Pivalatul obținut este solubil în tetrahidrofuran, nitrobenzen, acetonă, alcool; parțial solubil în eter și insolubil în apă.

Prepararea membranei polimerice și a senzorului

O probă de clorură de polivinil (PVC) cu masa de 0,3 g se dizolvă prin agitare în tetrahidrofuran și spre sfârșit se adaugă 0,3 g plastifiant (DOF sau NE). După omogenizarea amestecului se adaugă 0,9 g de nitrobenzen, care conține nu mai mult de 0,03-0,05 g de material electroactiv plus 4,4'-biperidil (sinteza *in situ* [6]), și se agită bine. Sistemul obținut se toarnă într-o capsulă Petri și se lasă pentru 24 ore, timp suficient pentru evaporarea tetrahidrofurului. Raportul de masă a componentelor polimer : plastifiant : nitrobenzen a fost păstrat pentru toate membranele 1:1:3. Partea de masă a ionoforului în membrană nu a depășit 5%. La expirarea acestui timp se formează un film subțire din care se taie discuri cu diametrul 12 mm, care se încheie cu o soluție de polimer în tetrahidrofuran la capătul tubului polimeric pregătit anterior. Electrozii au fost condiționați în soluție de laurilsulfat de sodiu cu concentrația $5 \cdot 10^{-3}$ mol/l timp de 48 ore.

Titrare potențiomtrică [7]

Titarea potențiomtrică a soluțiilor de surfactanți anionici s-a efectuat sub agitare magnetică, folosind ca agent de titrare clorura de cetilpiridină ($1,02 \cdot 10^{-3}$ mol/l). 1 g din detergentul comercial a fost dizolvat în apă într-un balon cotat de 250 ml și completat cu apă distilată până la semn. Din fiecare soluție s-au luat 20 ml, care au fost titrate cu surfactant cationic sub agitare magnetică.

Titrare în sistem bifazic [8]

La soluția de surfactant anionic (10 ml) s-a adăugat 15 ml de cloroform și apă distilată până la volumul de 100 ml. Ca indicator a fost folosit un amestec dintr-un colorant cationic (Albastrul de metilen) și un colorant anionic (Eozina). Ca agent de titrare a fost folosită clorura de cetilpiridină ($1,02 \cdot 10^{-3}$ mol/l). În punctul de echivalență faza organică își modifică culoarea din albastru în roz-gri.

Rezultate și discuții

Funcțiile de electrod, pentru senzorii confecționați, au fost stabilite în soluții de laurilsulfat de sodiu în intervalul de concentrații $5 \cdot 10^{-3}$ - $1 \cdot 10^{-7}$ mol/l. Rezultatele obținute sunt prezentate în Figura 1. Electrocul cu membrana PVC plastifiată cu DOF prezintă un răspuns nernstian (59 mV/pC) în intervalul de concentrații $5 \cdot 10^{-3}$ - $1 \cdot 10^{-5}$ M, iar cel cu NE în filmul polimeric – 60 mV/pC în același domeniu de concentrații.

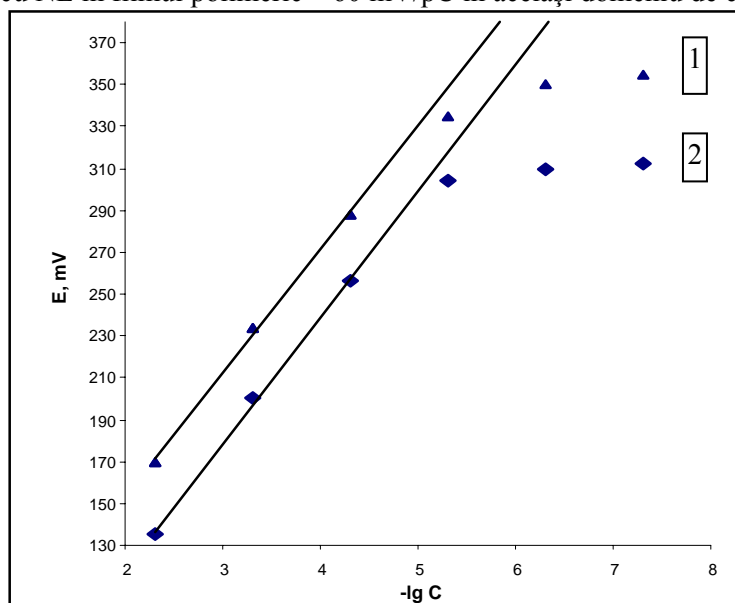


Fig.1. Influența naturii plastifiantului asupra funcției de răspuns a senzorilor confecționați: 1 – SP-DOF; 2 – SP-NE.

$$\text{DOF } y = 59x + 35,967$$

$$\text{NE } y = 60,5x - 2,65$$

Efectul pH-ului asupra potențialului senzorilor laurilsulfat-sensibili a fost determinat prin adăugarea a mici cantități de acid sulfuric și de hidroxid de sodiu (0,5 M) la soluția de laurilsulfat de sodiu cu concentrația 10^{-4} M. Funcțiile potențial - pH pentru electrozii confecționați sunt prezentate în figurile 2 și 3. Pentru ambii, valoarea potențialului în același domeniu (4 - 9) nu este practic influențată de pH.

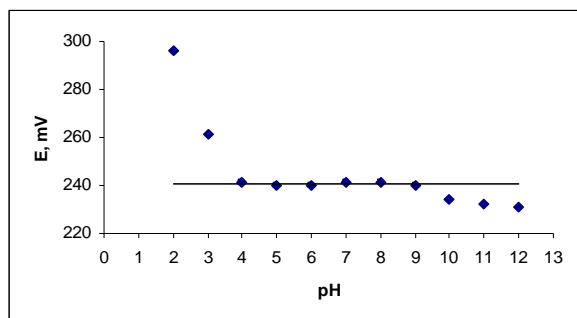


Fig.2. Domeniul optim de pH de funcționare a SP-NE.

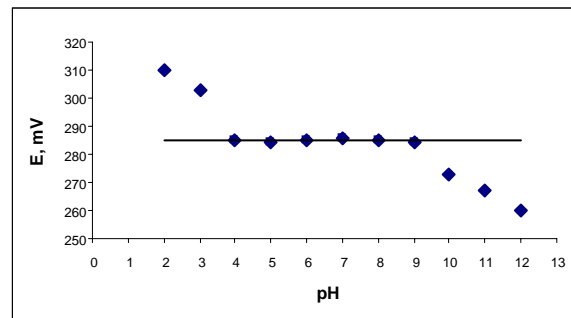


Fig.3. Domeniul optim de pH de funcționare a SP-DOF.

Coefficienții de selectivitate ai senzorilor au fost determinați prin metoda soluțiilor mixte, menținând constantă concentrația ionului interferent și variind concentrația laurilsulfatului [9].

Tabelul 1

Coefficienții de selectivitate (-lg K LS/X) ai electrozilor confecționați

Interferenți X	I ⁻	NO ₃ ⁻	HPO ₄ ²⁻	CH ₃ COO ⁻	C ₆ H ₅ COO ⁻	Cl ⁻	EDTA	SO ₄ ²⁻
-lgK LS/X DOF	3,3	3,9	3,9	4,2	4,3	4,5	4,8	4,9
-lgK LS/X NE	3,0	3,6	3,7	4,4	4,4	4,6	4,9	4,8

Din rezultatele prezentate pot fi formulate următoarele concluzii: efecte genante prezintă iodurile, nitrații, hidrogenofosfații; clorurile și sulfatii practic nu vor afecta analizele potențimetrice ale laurilsulfatilor cu acești senzori. Din datele prezentate în Tabelul 1 și în figurile 1-3 de asemenea rezultă că natura celor doi plastifianți nu influențează parametrii caracteristici ai senzorilor și, astfel, ei pot fi utilizați, în egală măsură, pentru confecționarea senzorilor laurilsulfat-sensibili ce au ca material electroactiv pivalații trinucleari ai cromului(III).

Parametrii senzorilor confecționați au fost comparați cu parametrii senzorilor dodecilsulfat-senzitivi cunoscuți deja (Tab.2).

Tabelul 2

Parametrii de bază ai unei selecții de senzori de tip film PVC pentru laurilsulfat

Contraionul	Domeniul de concentrații, mol/l	S, mV/pa	LD, mol/l	Domeniul de pH	Durata de exploatare	Sursa
Laurilsulfat de tricaprilmetilamoniu	$5 \cdot 10^{-3} - 8 \cdot 10^{-7}$	57,7		3-11		[2]
Benzoat trinuclear al cromului(III)	$1 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-6}$	50	$5 \cdot 10^{-7}$	1-9,5	6 luni	[3]
Tetrafenilborat de 1,3-dodecil-2-metilimidazol	$1 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-6}$	59		2,5-11		[4]
Dodecilsulfat de dodeciltrimetilamoniu	$6 \cdot 10^{-3} - 3,5 \cdot 10^{-6}$	57	$2,2 \cdot 10^{-6}$	3-13	4 luni	[5]
Dodecilsulfat de N-cetil, N,N,N-trimetilamoniu	$1 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-6}$	52	$3 \cdot 10^{-6}$			[6]
Clorură de tridodecilmetilamoniu	$5 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-7}$	58,5	$1,5 \cdot 10^{-7}$			[7]
Bromură de tetrahexadecilamoniu	$1 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-6}$	56,6		3-10		[8]

Electrozii cu pivalați trinucleari ai cromului ca material electroactiv (studiați în această lucrare) au un domeniu de concentrații, în care se respectă funcția Nernst, mai restrâns cu un ordin decât cei specificați în literatura de specialitate, dar sensibilitatea lor e foarte apropiată de cea teoretică.

Senzorul potențiomtric ce are ca plastifiant în membrana polimerică NE a fost testat la determinarea prin titrare potențiomtrică a surfactanților anionici în diferite produse (Tab.3).

Tabelul 3

Rezultate comparative ale metodelor de titrare utilizate pentru determinarea cantitativă a surfactanților anionici

m(Produs)/250 ml	Titrare potențiomtrică			Titrare în sistem bifazic		
	V(SC), ml	C(SA), mol/l	n(SA), mol/g	V(SC), ml	C(SA), mol/l	n(SA), mol/g
Praf de spălat BINGO, 1,001 g	12,5	$1,25 \cdot 10^{-3}$	$3,12 \cdot 10^{-4}$	12,8	0,00128	$3,20 \cdot 10^{-4}$
Șampon CISTAIA LINIA, 0,9993 g	10,3	$1,03 \cdot 10^{-3}$	$2,58 \cdot 10^{-4}$	10,5	0,00105	$2,63 \cdot 10^{-4}$
Gel de veselă FAIRE, 0,9890 g	14,2	$1,42 \cdot 10^{-3}$	$3,59 \cdot 10^{-4}$	14,5	0,00145	$3,66 \cdot 10^{-4}$

Notă: V(SC) – volumul de surfactant cationic consumat pentru titrare;
 C(SA) – concentrația surfactanților anionici;
 n(SA) – cantitatea de surfactanți anionici într-un gram de produs;
 în toate cazurile pentru analiză s-au luat 10 ml soluție de probă;
 concentrația surfactantului cationic (clorura de cetilpiridină) – 10^{-3} mol/l.

Concluzii

Au fost confecționați electrozi cu membrană polimerică laurilsulfat-senzitivi pe baza pivalaților trinucleari ai cromului(III). Membranele electrozilor au fost plastifiate cu dioctilftalat și 2-nitrofeniloctileter. Electrozii au o pantă nernstiană în domeniul de concentrații 10^{-3} - 10^{-5} mol/l care nu depinde de natura plastifiantului utilizat.

A fost studiată selectivitatea electrozilor în raport cu unii anioni, fiind constatat că ei manifestă o bună selectivitate față de sulfați, cloruri.

Pentru senzorii confecționați au fost elaborate metode de determinare a surfactanților anionici în diferite produse comerciale. Rezultatele au fost comparate cu cele obținute prin titrare în sistem bifazic, obținându-se o bună concordanță.

Referințe:

- Mihail C., Oprea G., Hopîrtean E. Electrode cu matrice PVC, selectiv la surfactantul anionic laurilsulfat de sodiu // Catalogue de documents pour le chercheur, 2003, vol.40, p.19-20.
- Revenco M., Ursu A., Timco G. Compoziție pentru membrana electrodului senzitiv la prezența ionilor de dodecilsulfat. Brevet de invenție C.I.I.B. G 01 N 27/333.
- Matesic-Puac R. et al. A new sensitive potentiometric sensor for anionic surfactants // Proceedings, 2006, vol.4, p.199-208.
- Gavan S., Anghel D. Investigation of micellar properties of anionic surfactants with the aid of PVC-membrane dodecyl sulfate electrode // Studia Universitatis, Babes-Bolyai, 2007, L II, 3, p.87-94.
- Gamal A. PVC matrix membrane sensor for potentiometric determination of dodecylsulfate // International Journal of Environmental Analytical Chemistry, 2008, vol.88, p.435-446.
- Revenco M., Martin M., Wael A.A.D. Nitrate-selective electrodes based on the trinuclear chromium(III) pivalates // Chemistry Journal of Moldova, 2008, vol.3, no.1, p.44-47.
- Saad S., Hassan M., Badr I. Potentiometric Flow Injection Analysis of Anionic Surfactants in Industrial Products and Wastes // Microchimica Acta, 2004, vol.144, no.4, p.263-269.
- Masadome T. et al. Polymer chip incorporated with anionic surfactant-ISFET for micro flow analysis of anionic surfactants // Sensor and Actuators B: Chemical, 2005, vol.108, Issue 1-2, p.888-892.
- Schmitt T. Analysis of Surfactant. - New York, 1992, p.218.

Prezentat la 21.12.2011

VALORIFICAREA TARTRAȚILOR CA PROBLEMĂ ECONOMICĂ ȘI DE PROTECȚIE A MEDIULUI ÎNCONJURĂTOR

Nicolai OLARAȘU

Catedra Chimie Analitică și Organică

The wastes of the main branches of agriculture - viticulture, have an economic interest, because the realization of products such as tartaric acid and ecological interest, where the 200,000 tons of annual waste presents a hazard to people and the aquatic environment.

The lack, in Moldova, of a coherent legal and regulatory framework for the determination of tartaric acid, salts and minerals in natural waters, requires urgent resolution.

Introducere

Într-o societate cu supremație economică și excese în exploatarea naturii prin aplicarea unor tehnologii moderne, adeseori dăunătoare mediului, cu consecințe imprevizibile pentru existența și sănătatea organismelor vii, devine un imperativ schimbarea concepției privind folosirea și ocrotirea resurselor naturale, inclusiv a resurselor acvatice.

În Republica Moldova vinificația este un domeniu de activitate economică cu tradiții seculare și ocupă unul dintre cele mai importante locuri în economia națională, revenindu-i 9% din Produsul Intern Brut. Producerea vinului este un proces tehnologic foarte fin, dar și costisitor, deoarece numai 70% din materia primă se folosește pentru obținerea acestui produs, restul 30% fiind deșeuri ce constituie cca 100.000-200.000 t anual, sub formă de tescovină, semințe, drojdie și cleiuri, tartrat de calciu, precipitatele albastrului de Berlin, borhotul etc. [1-3].

Scopul lucrării rezidă în cercetarea problemei privind determinarea în apele naturale și în cele reziduale a tartraților proveniți din deșeurile industriei vinicole, precum și în elaborarea propunerilor în vederea perfecționării cadrului normativ de analiză a tartraților.

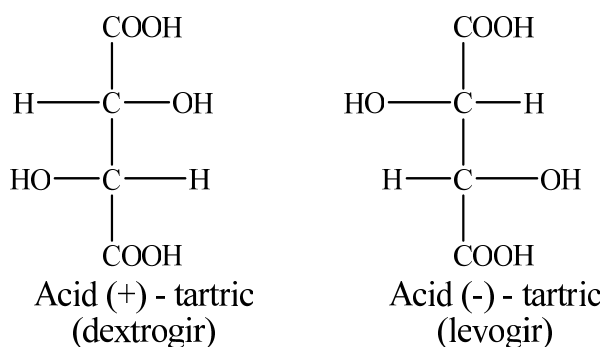
În baza analizei bibliografice putem conchide că deșeurile vinicole conțin o serie de substanțe toxice, al căror conținut în mediul ambiant este limitat conform „Ghidului cu privire la evaluarea prejudiciului cauzat mediului de la activitățile antropogene și mecanismele de compensare a lui” [4]. Printre aceste substanțe se înscriu: acidul citric, acidul acetic și acidul formic, compuși ai natriului și ai calciului. În lista poluanților chimici nu este inclus acidul tartric; aceasta nu din cauza că acidul tartric nu este nociv pentru mediul acvatic, ci pentru că sunt lipsă metodele și cadrul normativ care ar permite determinarea tartraților în apele naturale și în cele reziduale. Este cunoscut faptul că tartrații (acidul tartric) se conțin în diverse materii prime: piatra de vin (tirighia); tartratul de calciu; sedimentele de cretă rezultate în urma diminuării acidității mustului; drojdiile formate de vinurile seci și alcoolizate. Metodele de analiză sunt elaborate preponderent pentru analiza tartraților în vinuri [5-17]. În Figura 1 este prezentată schema analizei tartraților în industria vinicolă.

Metodele menționate sunt utilizate în scopul determinării și menținerii conținutului de tartrați în vinurile brute. Actualmente, industria de ramură nu dispune de metode concrete de determinare a tartraților în apele naturale și în cele reziduale, ceea ce nu permite elaborarea cadrului normativ de analiză a acestora.

Investigații bibliografice

Deșeurile vinificației generează multiple probleme, prezentând un pericol evident pentru mediu și sănătatea populației [18]. Totodată, acestea pot servi ca sursă importantă pentru obținerea unor produși cu proprietăți specifice, care nu pot fi obținuți pe cale sintetică [19]. Unul din acești produși sunt tartrații, care au un domeniu vast de utilizare [20,21] în industria alimentară: ca adaos în gemuri și marmelade (3 g/kg), în pudra de cacao (5 g/kg), în maioneză (5 g/kg), în concentrate de tomate pentru menținerea pH-ului la valoarea de 4,3, în conserve de pere, căpșune, la acidularea vinului tânăr sau a lichiorului, la tratarea zahărului pentru a nu cristaliza în procesul de fabricație a bomboanelor, ca antioxidant pentru grăsimi și uleiuri. Acest domeniu include și industria farmaceutică, unde preparatele pe baza acidului tartric se folosesc pentru tratamentul disfuncțiilor gastrointestinale, măresc contracțiile australe și duodenale, stimulează procesele de evacuare gastrică a solidelor. De asemenea, tartrații sunt utilizați în tehnica preparării materialelor dentare (cimentul dentar), precum și în industria chimică – la vopsirea țesăturilor pentru menținerea îndelungată a culorii, în alte domenii ale industriei.

Acidul tartric este un acid din grupa acizilor grași, ușor solubil în apă, de culoare albă și apare sub formă de pulbere, reprezintă un dioxid dibazic cu formula $C_4H_6O_6$, care are în moleculă patru atomi de carbon, dintre care doi sunt asimetrici și au structură identică. Acizii tartrici există în patru modifi cații stereoisomere: doi antipozii optici – acidul (+)-tartric dextrogir și acidul (-)-tartric levogir, acidul (\pm)-tartric racemic rezultat din amestecul enantiomerilor în părți egale și acidul mesotartric, inactiv prin compensație intramoleculară. Izomerii inactivi prin compensație intramoleculară se deosebesc de racemici prin aceea că nu pot fi scindați în enantiomeri [1,22].



Acidul tartric influențează mult pH-ul vinului, fiind în același timp cel mai rezistent la acțiunile bacteriilor lactice. Gustativ, acest acid imprimă vinului o aciditate aspră, dură. Pe măsură ce vinul evoluează, acidul tartric se precipită sub formă de cristale de tartrat de potasiu și de tartrat de calciu, datorită apariției alcoolului în mediu și scăderii temperaturii. Frecventă la vinurile tinere, insuficient stabilizate, precum și la vinurile dezacidificate cu carbonat de calciu, precipitarea tartrică este considerată ca accident numai la vinurile îmbuteliate, cărora le modifică nefavorabil aspectul comercial.

Industria alimentară cunoaște tartrații și acidul tartric ca acidifianți, antioxidanți, emulgatori, chelați ai metalelor grele, aromatizanți, afinatori chimici ai aluatului, cu simbolistica E334 (acid tartric), E335 (tartrat de sodiu), E336 (tartrat de potasiu), E337 (tartrat dublu de sodiu și potasiu), E353 (acid metatartric), E472 (esteri tartrici) și E483 (tartrat de stearoil). Cercetările realizate până în prezent nu au identificat un potențial pericol pentru sănătate în urma consumării acestui aditiv alimentar. În același timp, alte surse indică contrariul: că, consumat în doze mai mari, are efect laxativ, iar în cantități considerabile acidul tartric este o toxină a mușchilor și inhibă producerea acidului maleic, provocând chiar paralizia sau decesul. Doza letală minimă pentru oameni poate fi 7,5 g acid tartric pe kg. Conform Reglementării Tehnice privind Sistemul de Organizare a Pieței Vitivinicole și Trasabilitatea Produselor în Republica Moldova, acidifierea vinului se poate face cu cel mult 2,50 g/dm³ acid tartric, cu condiția ca concentrația inițială a acizilor titrabili, exprimată în acid tartric, să nu fie mai mică de 4,0 g/dm³. Conform cercetărilor științifice, acidul tartric sau sărurile lui prezintă toxicitate pentru organismele acvatice. Pentru pești: a) *Ictalurus Punctatus* LC₅₀ (cunoscut în Republica Moldova și sub denumirea de somn, pește teleostean răpitor cu corpul lung, fără solzi) doza limită nu trebuie să depășească 2,6 mg/dm³ timp de 96 h în apă dulce; b) *Onchorhynchus mykiss* (păstrăvul auriu) – 45,4 mg/dm³/96 h; c) *L. macrochirus* – 99 mg/dm³/48 h; d) *Daphnia magna* – 76 mg/dm³/24 h.

Strategia protecției mediului include un arsenal de metode și acțiuni îndreptate spre beneficiari și poluatori de mediu. Reglementările de mediu stimulează economisirea și valorificarea durabilă a resurselor naturale, utilizarea vastă a produselor secundare, a deșeurilor și substituirea tehnologiilor poluante [1,23]. Proprietățile avantajoase ale acidului tartric determină utilizarea pe larg a acestui produs în economia națională. Actualmente, dintr-o tonă de struguri se poate obține 1,2 kg de acid tartric. Respectiv, anual s-ar putea produce cu mult peste 100 tone de acid tartric cu implementarea tehnologiei de producere la numai 15 întreprinderi din cele 28 fabrici funcționale în prezent [24]. Această cantitate de acid depășește cu mult necesitățile economiei naționale. Astfel, o parte a producției ar putea fi exportată ca produs finit și nu ca materie primă. Republica Moldova are un istoric bogat de export al materiei prime tartrice în anii '80-'90 la un preț derizoriu, iar importul acidului tartric utilizat în industria alimentară este foarte costisitor. Conform studiilor recente [1], dintr-o recoltă de 300 000 tone struguri cu aplicarea celor mai noi tehnologii [25,26] se pot obține 948 tone de acid tartric, la prețul de 320 lei/kg, fapt ce ar aduce Republicii Moldova un profit de aproximativ 17,6 milioane euro anual.

Gestionarea ineficientă a sectorului vitivinicol în Republica Moldova, lipsa investițiilor de capital consistente și a unei strategii de modernizare facilitează ca această ramură să continue acumularea deșeurilor tartrice. O parte din ele, împreună cu apele reziduale, ajung, prin sistemul de canalizare, în bazinele acvatice. Râurile mici la care au fost reglate debitul și cursul scurgerii s-au transformat în canale receptoare de ape uzate cu un conținut sporit de diferite substanțe, adesea toxice pentru organismele acvatice [27]. Dezinteresul față de poluarea surselor acvatice este condiționat și de lipsa unei norme juridice sau a unei reglementări tehnice ce ar permite identificarea și limitarea tartraților în apele naturale și în cele reziduale. Este cunoscut faptul că o soluție de acid tartric cu concentrația de 0,1N are $pH=2,2$ [28]; astfel, apare pericolul acidulării unei porțiuni de râu în care sunt deversate sărurile acidului tartric sau consum mare de oxigen molecular în timpul oxidării acestuia, necesar faunei acvatice.

Concluzii și propuneri

Analiza bibliografiei ce vizează influența tartraților asupra mediului ambiant denotă inexistența mijloacelor de monitorizare a problemei din lipsa metodelor de determinare a tartraților, în special în apele naturale și în cele reziduale. În paralel, se evidențiază problema obținerii și utilizării acidului tartric în industria autohtonă pentru consolidarea și susținerea bugetului economiei naționale.

Soluționarea acestor probleme presupune:

- inițierea unei activități de cercetare în vederea elaborării metodelor de determinare a tartraților în apele naturale și reziduale;
- elaborarea recomandărilor orientate spre minimalizarea poluării apelor naturale cu ape reziduale ce conțin deșeuri ale industriei vitivinicole;
- argumentarea gestionării și utilizării eficiente a deșeurilor (tartraților) vinicole în scopul consolidării economiei naționale și protejării surselor acvatice;
- formularea recomandărilor pentru elaborarea cadrului legislativ și normativ în problemele determinării tartraților în mediul acvatic și utilizării acestora în economia națională.

Referințe:

1. Produse vinicole secundare / Academia de Științe a Moldovei, Institutul Științifico-Practic de Horticultură și Tehnologii Alimentare; în red.: Gheorghe Duca. - Chișinău: Știința, 2011.
2. Duca Gh., Covaliov O., Jolondcovschi Al. și alții. Auditul ecologic. - Chișinău, 2001.
3. Bumbu I. Reciclarea, tratarea și depozitarea deșeurilor solide. Elemente de proiectare a sistemelor de evacuare, valorificare și neutralizare a deșeurilor solide. - Chișinău: UTM, 2007.
4. Ghid cu privire la evaluarea prejudiciului cauzat mediului de la activitățile antropogene și mecanismele de compensare a lui. Ministerul Ecologiei și Resurselor Naturale. - Chișinău, 2006.
5. Козуб Г.И. Определение винной кислоты в некоторых продуктах виноделия колориметрическим методом // Садоводство, Виноградство и Виноделие Молдавии, 1983, №7.
6. Бондарев М.В., Шапошников С.Ш. Экспресс метод определения винной кислоты в виннокислотном сырье // Садоводство, Виноградство и Виноделие Молдавии, 1963, №3, с.28-30.
7. Gary D. Christian. Spectrophotometric determination of tartaric acid with β -naphthol // Talanta, 1969, vol.16, p.255-261.
8. Standard român SR 6182-34: 2008. Vin. Determinarea acidului tartric.
9. Résolution OENO 10/2007, Determination de la presence d'acide metatartrique.
10. Zhike He, Hua Gao. Simultaneous Determination of Oxalic and Tartaric Acid With Chemiluminescence Detection // The Analyst, 1997, vol.222, p.1343-1346.
11. Mathers A.P., Beck J.E., Schoeneman R.L. Polarographic determination of tartrates in wines // Anal. Chem., 1951, vol.23(12), p.1767-1770.
12. Sales M.G., Amaral C.E., Matos Fresenius C.M. Determination of tartaric acid in wines by FIA with tubular tartrate-selective electrodes // Journal of Analytical Chemistry, 2001, vol.369(5), p.446-450.
13. Бурьян Н.И., Дагунашвили Е.Н., Огородник С.Т., Павленко Н.М. Справочник для работников лабораторий винзаводов. Технохимический и микробиологический контроль. - Москва: Пищевая промышленность, 1979.
14. Akira Kotani, Yuji Miyaguchi, Eiji Tomita, Kiyoko Takamura, and Fumiyo Kusu. Determination of organic acids by high-performance liquid chromatography with electrochemical detection during wine brewing // Food Chem., 2004, vol.52(6), p.1440-1444.
15. Miron N.D., Nistor I.D., Dospinescu A.M., Gradinaru A. Determination of organic acids in white wines by RP-HPLC // Romanian Technical Sciences Academy, 2007, vol.1, p.187-194.

16. Hotărârea Guvernului Republicii Moldova cu privire la aprobarea Reglementării tehnice „Metode de analiză în domeniul fabricării vinurilor”, nr.804 // Monitorul Oficial al Republicii Moldova, 2011, XVIII(3960-3961), p.28-101.
17. Seracu D.I. Îndreptar de chimie analitică. - București: Editura Tehnică, 1989.
18. Сербушка М.Д. Рациональное использование природных ресурсов. - Кишинёв: Картя Молдовеняскэ, 1986.
19. Chiselița O., Usatii A., Chiselița N., Topală L., Molodoi E. Utilizarea sedimentelor de drojii – deșeu al industriei vinicole // Mediul Ambient, 2009, vol.2(44), p.23-26.
20. Banu C. Manualul inginerului de industrie alimentară. Vol.1. - București: Editura Tehnică, 1998.
21. Смирнов В.А. Пищевые кислоты: лимонная, молочная и винная. - Москва: Легкая и пищевая промышленность, 1983.
22. Bulimaga C. Deșeuri vinicole: Formarea și tehnologiile de prelucrare, tratare și valorificarea lor. - Chișinău: ICȘTIE, 1999.
23. Bacal P. Gestiunea protecției mediului înconjurător în Republica Moldova (Aspecte teoretice și aplicative). - Chișinău: ASEM, 2010.
24. Mereuța A. Optimizarea tehnologiei de obținere a unor oxiacizi din deșeurile oenologice: Autoreferat al tezei de doctor în științe chimice. - Chișinău, 2004.
25. Mereuța A., Oniscu C., Covaliov V., Duca Gh., Vacarciuc L. Procedeu de obținere directă a acidului tartric din produsele vinicole secundare / Brevet de invenție Nr.2407 (MD) // BOPI, nr.3/2004.
26. Mereuța A., Oniscu C., Ceban T., Duca Gh. Procedeu de purificare a acidului tartric. Brevet de invenție Nr.2428 (MD) // BOPI, nr.4/2004.
27. Sandu M. Apa în natură. - În: Eu și Dunărea. - Chișinău, 2006, p.5-18.
28. Pomohaci N., Sîrghi C. ș.a. Oenologie. - București: Ceres, 2000.

Prezentat la 14.12.2011

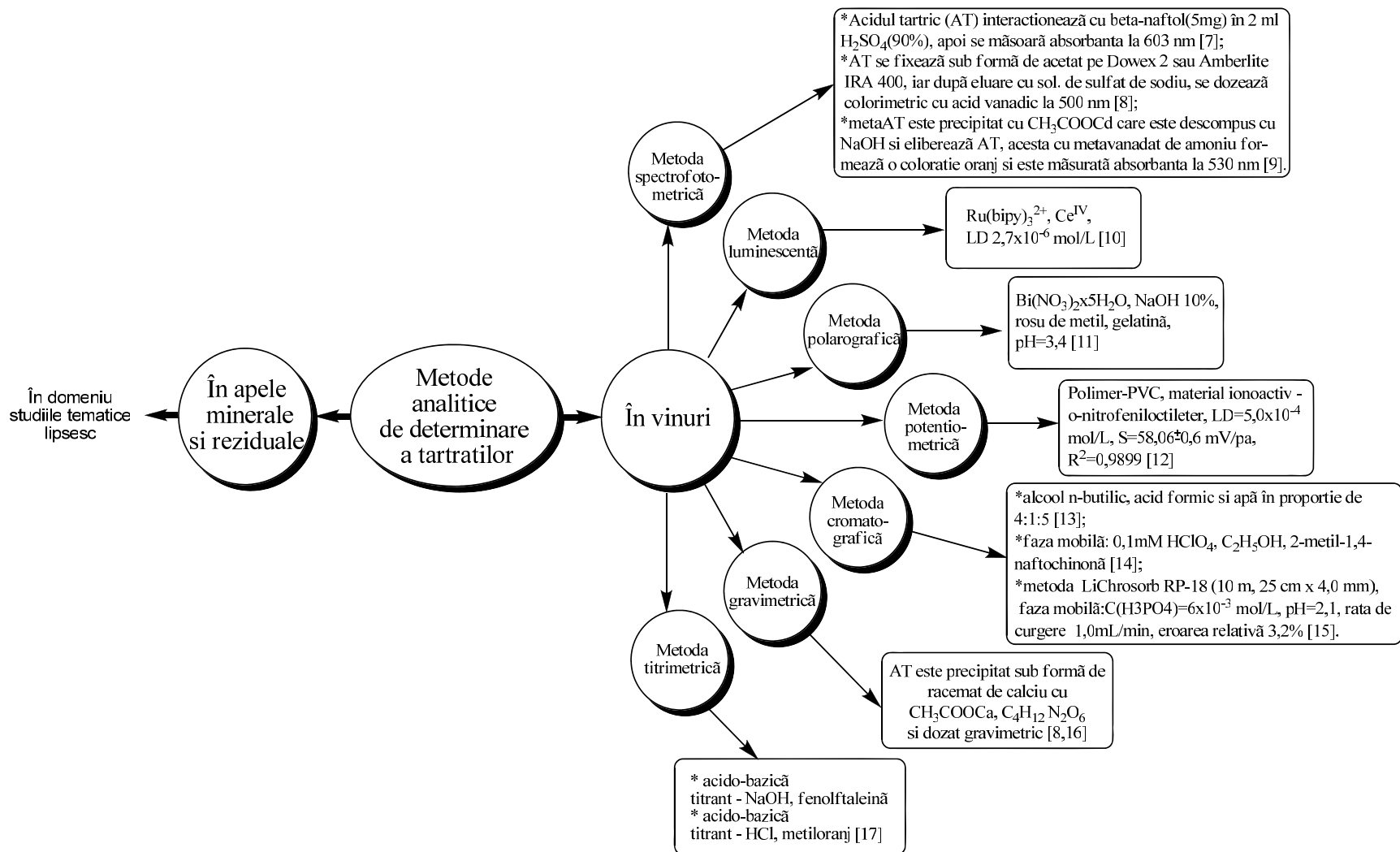


Fig.1. Metode analitice de determinare a tartraților.

CUPRINS

Biologie Umană și Animală

Lidia COJOCARI, Aurelia CRIVOI

O RETROSPECTIVĂ ASUPRA LABILITĂȚII INTELECTUALE LA ELEVI 5

Lidia COJOCARI

MONITORIZAREA ACTIVITĂȚII BIOELECTRICE A ENCEFALULUI LA STUDENȚI
ÎN CADRUL ACTIVITĂȚII INTELECTUALE 9

Doina CASCO

CARACTERISTICA GENERALĂ ȘI BENEFICIILE *SPIRULINEI PLATENSIS*
ÎN BIOLOGIE ȘI MEDICINĂ 14

Vasile MATEI

STRESUL – STUDIU ISTORIC ȘI DE PERSPECTIVĂ 19

Петр ПАВАЛЮК., Анна ЛЕОРДА. Светлана ГАРАЕВА, Галина РЕДКОЗУБОВА, Галина ПОСТОЛАТИ

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ ФУНКЦИИ СОКРАЩЕНИЯ И
РЕГУЛЯЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СКЕЛЕТНО-МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗМА 26

Yaacoubi SALEH

PARTICULARITĂȚILE FUNCȚIONĂRII SISTEMULUI NEUROHORMONAL ÎN DIABETUL
EXPERIMENTAL PE FONDALUL ADMINISTĂRII FITOPREPARATELOR 30

Ecologie, Botanică și Silvicultură

Андрей БАБИЦКИЙ

ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ И МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ НА ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ
СОДЕРЖАНИЕМ БЕЛКА И АКТИВНОСТЬЮ РИБОНУКЛЕАЗЫ В ЗЕРНЕ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ 34

Tudor NASTASE

ELABORAREA PROCEDEELOR METODOLOGICE ȘI TEHNOLOGICE DE REGLARE
A DENSITĂȚII POPULAȚIEI FITOFAGULUI *GRAPHOLITHA FUNRBRANA* Tr.
PRIN APLICAREA FEROMONULUI SEXUAL SINTETIC 40

Biologie Vegetală

Diana MORARI, Tatiana STEPURINA, Vitalie I. ROTARI

CARACTERIZAREA FAZEOLINEI MODIFICATE *IN VIVO* 51

Vladimir ROTARU, Ana BÎRSAN, Anatolie TVERDOHLEB

CREȘTEREA PLANTELOR DE SOIA ȘI MODIFICĂRILE CONȚINUTULUI
DE AMIDON INDUSE DE APLICAREA FOSFORULUI ȘI FIERULUI
ÎN CONDIȚII SUBOPTIMALE DE UMIDITATE 58

Științe ale Solului, Geologie și Geografie

Petru BACAL, Vitalie SOCHIRĂ

PROBLEMELE GESTIONĂRII RESURSELOR FUNCiare ÎN REPUBLICA MOLDOVA 64

Adrian GROZAV, Vitalie SOCHIRĂ

CONSIDERAȚII PRIVIND TRANZIȚIA DEMOGRAFICĂ ÎN REPUBLICA MOLDOVA 71

<i>Constantin BULIMAGA, Nadejda GRABCO, Corina NEGARA</i>	
IMPACTUL ANTROPIC ASUPRA VEGETAȚIEI VASCULARE DIN ALBIA RÂULUI BÂC PE SECTORUL STRĂȘENI-SÂNGERA	77
<i>Andrei SIURIS</i>	
AMELIORAREA SOLONEȚURILOR CERNOZIOMICE PRIN VALORIFICAREA NĂMOLULUI DE DEFECĂȚIE	82
<i>Евгений БОНДАРЕНКО</i>	
ВКЛАД МОЛДАВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА В ГЕОЛОГИЧЕСКУЮ НАУКУ И ПРАКТИКУ	89
Chimie	
<i>Mihail REVENCO, Mariana DÎRU, Waell A.A. Dayyih</i>	
ELECTROD CU MATRICE POLIMERICĂ, SELECTIV LA SURFACTANTUL ANIONIC LAURILSULFAT	97
<i>Nicolai OLARAȘU</i>	
VALORIFICAREA TARTRAȚILOR CA PROBLEMĂ ECONOMICĂ ȘI DE PROTECȚIE A MEDIULUI ÎNCONJURĂTOR.....	101

Formatul 60×84 ¹/₈.
Coli de tipar 13,25. Coli editoriale 14,5.
Comanda 9. Tirajul 100 ex.

Centrul Editorial-Poligrafic al USM
str. A.Mateevici, 60. Chișinău, MD 2009