

**ACADEMIA DE ȘTIINȚE A MOLDOVEI  
INSTITUTUL DE ZOOLOGIE**

Cu titlu de manuscris  
C.Z.U. : 638.12: 502/504 (478) (043.3)

**GLIGA Olesea**

**APIMONITORINGUL CALITĂȚII MEDIULUI AMBIANT  
ÎN ZONA DE CENTRU A REPUBLICII MOLDOVA**

**166.01. ECOLOGIE**

**Autoreferatul tezei de doctor în științe biologice**

**CHIȘINĂU, 2016**

**Teza a fost elaborată în laboratorul de Entomologie și Apicultură  
al Institutului de Zoologie al AȘM**

Conducător științific:

**TODERAȘ Ion**, doctor habilitat în științe biologice, profesor universitar, academician

**Referenți oficiali:**

**EREMIA Nicolae**, doctor habilitat în științe agricole, profesor universitar, Om Emerit

**TĂRÎȚĂ Anatol**, doctor în științe biologice, conferențiar cercetător

**Componența Consiliului științific specializat:**

**UNGUREANU Laurenția, președinte**, doctor habilitat în științe biologice, profesor cercetător

**CALESTRU Livia, secretar științific**, doctor în științe biologice, conferențiar cercetător

**RUDIC Valeriu**, doctor habilitat în științe biologice, profesor universitar, academician

**DERJANSCHI Valeriu**, doctor habilitat în științe biologice, profesor cercetător

**BULIMAGA Constantin**, doctor habilitat în științe biologice, conferențiar cercetător

Susținerea tezei va avea loc la 12 mai 2016, ora 14<sup>00</sup> în Ședința Consiliului Științific specializat D 06 166.01 - 02, din cadrul Institutului de Zoologie al AȘM, str. Academiei 1, sala 352 MD 2028, mun. Chișinău, Republica Moldova;

Tel.: (+373 22) 73-98-09, E-mail: izoolasm@yahoo.com.

Teza de doctor și autoreferatul pot fi consultate la Biblioteca Centrală „Andrei Lupan” a AȘM (Chișinău, str. Academiei 5) și pe pagina web a C.N.A.A. ([www.cnaa.md](http://www.cnaa.md))

Autoreferatul a fost expediat la 11 aprilie 2016

Secretar științific al Consiliului științific specializat

doctor în științe biologice, conferențiar cercetător \_\_\_\_\_ **Livia Calestru**

Conducător științific:

doctor habilitat în științe biologice, profesor universitar, academician \_\_\_\_\_ **Ion Toderaș**

Autor

\_\_\_\_\_ **Olesea Gliga**

(©Gliga Olesea, 2016)

## REPERELE CONCEPTUALE ALE CERCETĂRII

**Actualitatea temei.** Este cunoscut faptul că poluarea mediului ambiant reprezintă un pericol major pentru tot ceea ce înseamnă viață. Dintre principalii poluatori ai componentelor mediului fac parte metalele grele (MG) și pesticidele, care se caracterizează prin persistență sporită și capacitate de acumulare în verigile lanțurilor trofice, manifestând un impact negativ asupra mediului și a sănătății umane. Iată de ce, biomonitorizarea acestor poluanți în componentele mediului este extrem de importantă. În ultimul timp, în multe țări ale lumii se pune tot mai mult accentul pe conceptul de apimonitoring sau biomonitorizarea mediului prin intermediul albinei melifere (*Apis mellifera L.*) [16, 26, 31, 38, 41 etc.]. Apimonitoringul ar putea prezenta un element important în șirul măsurilor de evaluare a impactului unor factori poluanți într-un ecosistem. Datorită particularităților caracterelor morfologice și etologice ale albinelor, acestea sunt recunoscute ca potențiale organisme indicatoare ale poluării mediului cu MG și pesticide.

În acest context, cercetarea componentelor apicole privind acumularea metalelor grele și pesticidelor și utilizarea acestora în evaluarea calității mediului ambiant în Republica Moldova este o temă actuală.

**Descrierea situației în domeniul de cercetare.** Eficiența monitorizării stării mediului ambiant prin intermediul *Apis mellifera* a fost demonstrată pe parcursul anilor de numeroși cercetători [24, 25, 26, 37, 39 etc.]. În lucrările lor aceștia au demonstrat că albina meliferă și produsele ei servesc drept indicatori biologici, care depistează rapid deteriorarea chimică a mediului ambiant. Albinele, absorbind poluanții direct din aer sau apă, devin indirect, prin intermediul polenului și nectarului, o posibilă sursă de poluare a produselor apicole.

În condițiile Republicii Moldova, cercetări privind utilizarea albinei melifere și produselor apicole în monitorizarea poluării mediului cu MG au fost efectuate doar sporadic de unii cercetători. Spre exemplu, a fost studiată dinamica unor micro - și macroelemente în sol, frunzele plantelor melifere, albine și produsele lor, însă nu în contextul apimonitoringului și fără a compara rezultatele obținute cu normele stabilite de Uniunea Europeană (UE) [32, 33].

În acest context, identificarea celui mai eficient bioindicator apicol pentru monitorizarea și evaluarea calității mediului ambiant prezintă unul dintre cei mai importanți vectori ai studiului de față. Principalele direcții ale cercetărilor au constituit: estimarea calității mediului în situri cu diferit impact antropic; evaluarea gradului de puritate și a stării unor ecosisteme naturale și antropizate; elucidarea corelațiilor poluanților în lanțul trofic al naturii.

Reieșind din cele expuse anterior, cercetările de față au avut drept **scop** dezvoltarea biomonitoringului calității mediului ambiant în Republica Moldova prin intermediul *Apis mellifera* L. și a produselor ei, elaborarea unor propuneri de evaluare/estimare a nivelului de poluare a ecosistemelor naturale și antropizate.

Întru realizarea scopului propus au fost trasate următoarele **obiective**:

- determinarea conținutului metalelor grele (*Pb*, *Cd*, *Cu*) în componentele mediului (sol, apă, flori) și componentele apicole (corp albine, polen, miere, propolis);
- determinarea reziduurilor de pesticide (organoclorurate, organofosforice și piretroide) în componentele mediului și componentele apicole;
- elucidarea corelației poluării mediului ambiant cu conținutul poluanților în corpul albinei melifere și produsele ei;
- cercetarea influenței poluanților asupra viabilității și productivității familiilor de albine;
- elaborarea propunerilor de evaluare a calității mediului ambiant.

**Metodologia cercetării științifice** are la bază principiile și metodele utilizate oficial conform standardelor în vigoare în determinarea metalelor grele și a pesticidelor în componentele mediului și produsele apicole [5, 6, 10, 11, 12]. Interpretarea rezultatelor cercetării a fost efectuată conform statisticii biometrice variaționale, după metodele lui Плохинский Н. [29].

**Noutatea și originalitatea științifică.** În premieră pentru Republica Moldova a fost efectuat un studiu științific complex de monitorizare a calității mediului prin intermediul albinei melifere privind conținutul și distribuția metalelor grele (*Pb*, *Cd*, *Cu*) și pesticidelor (organoclorurate, organofosforice și piretroide) în componentele mediului (sol, apă, flori), albine, polen, miere și propolis, în situri cu diferit impact antropic. A fost studiată influența metalelor grele asupra viabilității și productivității familiilor de albine. A fost elucidată corelația concentrației metalelor grele și a pesticidelor în componentele mediului cu concentrația acestora în componentele apicole.

**Problema științifică importantă soluționată** constă în dezvoltarea apimonitoringului calității mediului ambiant, astfel că ne-am propus elaborarea unui procedeu de evaluare a nivelului de poluare a mediului ambiant, fapt ce a permis la sporirea obiectivității evaluării și accesibilității largi de utilizare (a acestui procedeu) de către persoanele interesate (apicultori, agricultori, ecologiști, asociații turistice etc).

**Semnificația teoretică.** Rezultatele cercetărilor au completat cunoștințele existente privind conținutul metalelor grele (*Pb*, *Cd*, *Cu*) și distribuția lor, în componentele mediului (sol,

apă, flori), albine și produsele apicole (polen, miere, propolis) în 4 situri de cercetare cu diferit impact antropic, corelațiile între aceste componente, influența poluanților asupra viabilității și productivității familiilor de albine, precum și conținutul de pesticide: organoclorurate ( $\Sigma$ HCH - izo - suma  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  - HCH;  $\Sigma$ DDX - suma o,p' DDT; p,p' DDT; p,p' DDE; o,p' DDD; p,p' DDD), organofosforice (carbofuran, carbaril, malation, coumaphos) și piretroide (trans-permetrin, cipermethrin, alfa-cipermethrin, deltamethrin) în lanțul trofic: sol - apă - albine - polen - miere și corelația concentrației reziduurilor de pesticide organoclorurate în sol și polen.

**Valoarea aplicativă.** Rezultatele cercetărilor pun baza biomonitoringului ecologic și evaluării nivelului de poluare a mediului ambiant, utilizând albina meliferă și produsele ei. Procedeu elaborat de noi în baza rezultatelor obținute sporesc semnificativ, comparativ cu cele clasice existente, obiectivitatea evaluării nivelului de poluare a componentelor de mediu, simplifică substanțial procedurile metodice de evaluare, reduc la minim costurile acestora, oferă accesibilitate de aplicare tuturor persoanelor fizice interesate.

**Rezultatele științifice principale înaintate spre susținere:**

- Conținutul și distribuția metalelor grele în componentele mediului, corpul albinei și produsele ei sunt în raport direct cu nivelul impactului antropic în siturile respective.
- Variația concentrației metalelor grele și a reziduurilor de pesticide în componentele apicole este influențată de variația concentrației acestora în componentele mediului.
- Corelații pozitive destul de semnificative au fost determinate între concentrația metalelor grele în produsele apicole (polen, miere) și concentrația acestora în corpul albinelor
- Nivelul de poluare a mediului ambiant cu metale grele poate fi evaluat cu ajutorul unor produse apicole, și anume - polenul, care reflectă adecvat gradul de poluare a mediului.

**Implementarea rezultatelor științifice.** În baza cercetărilor efectuate a fost elaborat un procedeu de evaluare a gradului de poluare a mediului ambiant cu metale grele prin intermediul unor produse apicole (polenul) și realizate 5 implementări.

**Aprobarea rezultatelor științifice.** Rezultatele principale ale cercetărilor științifice au fost expuse în cadrul forurilor științifice de specialitate: The VI<sup>th</sup> International Conference of Zoologist. Chisinau, 2011; The VIII<sup>th</sup> International Conference of Zoologists. Chisinau, 2013; The Scientific International Symposium. „Soil and food, resources for healthy living”. 2015, Iasi, Romania.

**Publicații la tema tezei.** Principalele rezultate ale tezei au fost incluse în 8 lucrări științifice, inclusiv 4 articole în reviste recenzate.

**Volumul și structura tezei.** Teza este expusă pe 115 pagini de text de bază și include adnotarea, introducerea, sinteza bibliografică, materialele și metodele de cercetare, rezultatele cercetărilor cuprinse în 2 capitole, concluziile generale și recomandările, indicele bibliografic care include 219 surse. Materialul ilustrativ constă din 9 anexe, 39 tabele și 12 figuri. Volumul total al lucrării constituie 145 pagini.

**Cuvinte - cheie:** monitoring, mediu, poluare, *Apis mellifera*, metale grele, pesticide.

## 1. MONITORIZAREA FACTORILOR POLUANȚI ÎN MEDIUL AMBIANT

Materialul expus în acest capitol constituie o analiză detaliată a publicațiilor științifice de specialitate din țară și de peste hotare privind factorii poluanți ai mediului ambiant, în special unele metale grele și pesticide, impactul lor asupra mediului și sănătății populației [4, 7, 8, 14, 13].

S-a realizat o sinteză amplă a cercetărilor efectuate pe plan național și internațional privind *Apis mellifera* și produsele ei (polenul, mierea, propolisul etc.), ca potențiali bioindicatori ai poluării mediului ambiant. Au fost menționate particularitățile caracterelor morfologice și etologice ale speciei *Apis mellifera*, precum și produsele acesteia, ca indicatori biologici ce stabilesc nivelul de poluare a biotopului [39, 40].

## 2. MATERIALE ȘI METODE DE CERCETARE

Pentru realizarea lucrării, au fost selectate și descrise patru situri cu diferit grad de poluare și impact antropic din zona de centru a Republicii Moldova. Selectarea și poziționarea siturilor a fost realizată după următoarele criterii: - prezența surselor (staționare și mobile) cu impact asupra componentelor de mediu; - specificul și modul folosirii teritoriului sitului; - diversitatea activităților antropice (impactul antropic).

Siturile selectate au fost: 1. Situl „**forestier**” (considerat de noi ca martor cu regim de protecție reglementat); 2. Situl „**agricol**” (modul de utilizare a terenului agricol, cultivarea plantelor anuale); 3. Situl „**transport auto**” - zonă de ecoton a magistralei auto; 4. Situl „**industrial**” - o zonă industrială a orașului Chișinău.

În fiecare din aceste situri au fost amplasate câte 12 familii de albine (stupine experimentale), de unde au fost colectate pentru analize probe de albine, polen, miere și propolis. Totodată, pentru determinarea nivelului de poluare a mediului înconjurător, din aceste situri, mai exact din raza zborului productiv al albinelor (3 km), au fost colectate probe de sol (stratul 0-25 cm), apă și flori melifere.

În Situl „forestier”, selectat de noi în calitate de martor, nu au fost identificate posibile surse majore de poluare în raza de 3 km în jurul stupinei experimentale. Terenurile forestiere din acest site constituie - 32,2%, iar plantele melifere predominante sunt, *Tilia tomentosa* (teiul argintiu) și *Robinia pseudoacacia* (salcâmul alb). În raza de 3 km de la stupina experimentală, flora meliferă era constituită din *Robinia pseudoacacia* (salcâmul alb) o plantă nectaropoleniferă cu o pondere apicolă foarte mare; sporadic se întâlneau arbuști ca, *Crataegus monogyna* (păducelul), *Rosa canina* (măceșul) și diferite plante erbacee spontane de pădure ca *Trifolium repens* (trifoi alb), *Pulmonaria mollissima* (mierea ursului) etc., toate împreună asigurând un cules nectaropolenifer valoros pentru familiile de albine.

Surse majore de poluare în situl „agricol”, situat în preajma localității Brăviceni (r-nul Orhei), practic lipseau, cu excepția terenului fostului depozit de pesticide, de unde cu 2,5 decenii în urmă au fost colectate și evacuate pesticidele și îngrășămintele învechite. La fel, o potențială sursă de poluare o reprezintă tehnica agricolă, care prelucrează agroceenozele adiacente, traseul auto Chișinău - Bălți și alte surse minore. În acest site prevalează terenurile arabile – 62,8%, după care urmează pășuni și fânețe – 22,2%. În acest site baza meliferă era variată, *Vitis vinifera* (vița de vie), *Cucurbita pepo* (dovleac), *Citrullus vulgaris* (pepene verde) și diferite specii de leguminoase.

Posibilele surse de poluare din situl „transport auto”, situat în apropierea șoselei Balcani (or. Chișinău), sunt: gazele de eșapament de la transportul auto; stații de alimentare cu carburanți; piața auto; fabrica de asfalt „Edilitate”; întreprinderea industrială, SA „Topaz”; Combinatul Auto nr. 5 SA. Baza meliferă în acest site practic lipsește, terenurile forestiere constituind - 24,9%, biocenoze agricole anuale - 22,6% și livezi - 3,4%. În luna mai, în această zonă se întâlnesc înflorite sporadic următoarele specii melifere ca: *Robinia pseudoacacia* (salcâmul alb) *Rosa canina* (măceșul), *Trifolium repens* (trifoi alb) etc.

Situl „industrial” fiind situat pe strada Industrială 14/2 (or. Chișinău) este puternic influențat de activitatea industrială de aici și transportul auto. Sursele majore de poluare sunt: ”Fabrica de sticlă”; fabrica de produse chimice de uz casnic „Agurdino”; fabrica de cărămidă „Macon”; Centralele Electro-termice (CET-I și CET-II); transportul auto; peste 20 de stații de alimentare cu carburanți; gazele fumigene ce vin dinspre oraș etc. Acest site este dominat de terenurile intravilane cu 63,1% din suprafață, iar terenurile „forestiere (parcuri mici) constituie doar - 13,9%. În raza de 3 km de la stupina experimentală, baza meliferă practic lipsește. Totuși, în luna mai se întâlnesc sporadic înflorite, așa plante melifere ca: *Robinia*

*pseudoacacia* (salcâmul alb), *Pinus Sylvestris*. (pinul silvestru), *Rosa canina* (măceșul), *Lamium maculatum* (urzica moartă) etc.

Prelevarea, transportarea și păstrarea probelor au fost efectuate în conformitate cu normele sanitare. Analiza MG (*Pb*, *Cd*, *Cu*) în componentele mediului (sol, apă, flori) și în produsele apicole (polen, miere, propolis) a fost efectuată prin spectrometria de absorbție atomică cu atomizare electrotermică, conform recomandărilor metodice și standardelor în vigoare [60, 61, 62, 97]. Determinarea conținutului reziduurilor de pesticide organoclorurate, organofosforice și piretroide în componentele mediului și produsele apicole s-au efectuat prin metode cromatografice în conformitate cu recomandările metodice [5, 6].

Pentru interpretarea rezultatelor analitice obținute și compararea acestora, a fost calculat criteriul de certitudine ( $t_a$  după Student) și stabilit Pragul de certitudine (P) a diferențelor, după metodele lui Плохинский, 1969. Utilizând programul «Statistica 7» a fost calculat coeficientul de corelație liniară ( $r_{xy}$ ) și determinat criteriul de certitudine ( $t_r$ ) al acestuia [21].

### **3. METALELE GRELE ÎN COMPONENTELE MEDIULUI, ÎN CORPUL ALBINEI MELIFERE ȘI ÎN PRODUSELE APICOLE**

Poluarea cu metale grele (MG) a sistemelor ecologice reprezintă o problemă de importanță majoră, datorită pătrunderii acestora în structura lanțurilor trofice și a influenței asupra funcționării biocenozelor.

#### **3.1. Conținutul metalelor grele în componentele mediului și componentele apicole**

**Conținutul de metale grele în componentele mediului** (sol, apă, flori). Rezultatele obținute au demonstrat că concentrația MG (*Pb*, *Cd*, *Cu*) cercetate în componentele de mediu variază în funcție de situl cercetat. Din metalele studiate, *Pb* și *Cd* sunt considerate metale toxice, iar rolul lor funcțional în metabolismul organismelor, biocenozelor nu este constatat, pe când *Cu* este un metal biogen și nutrient esențial, manifestând caracter toxic doar în cantități sporite ce depășesc concentrația maximă admisibilă (CMA) ale standardelor în vigoare. Analiza cercetărilor demonstrează [3] că cele mai mari concentrații de *Pb*, *Cd* în sol au fost înregistrate în situl „industrial” ( $13,53 \pm 0,78$  și  $0,239 \pm 0,023$  mg/kg) urmat de situl „transport auto” ( $13,12 \pm 0,68$  și  $0,194 \pm 0,014$  mg/kg) și cel „agricol” ( $11,96 \pm 0,78$  și  $0,170 \pm 0,018$  mg/kg). În cazul *Cu* cele mai semnificative concentrații au fost înregistrate în situl „industrial” ( $25,56 \pm 2,35$  mg/kg), urmat de situl „agricol” ( $24,48 \pm 1,40$  mg/kg) și „transport auto” ( $19,81 \pm 1,65$  mg/kg) (Figura 1).

Datele analizelor demonstrează că, concentrațiile medii de *Pb*, atât în situl „transport auto” cât și situl „industrial” sunt semnificativ mai mari față de situl „forestier” cu 15,7% și



19,3% ( $t_d=2,05$  și  $2,1$ ;  $P<0,05$ ). Aceasta se explică prin faptul, că în aceste situri există surse emițătoare de *Pb*. Posibilii poluatori fiind fabrica de sticlă, fabrica de produse chimice de uz casnic, gazele fumigene ce vin dinspre oraș, cele emise de la centralele electro - termice, precum și gazele de eșapament de la transportul auto destul de aglomerat din orașul Chișinău. În situl „transport auto”, situat în preajma traseului național șoseaua Balcani, potențialele surse de poluare cu *Pb* sunt: emisiile gazelor de eșapament de la transportul auto, *Pb* fiind adăugat în benzină în calitate de antidetonator.

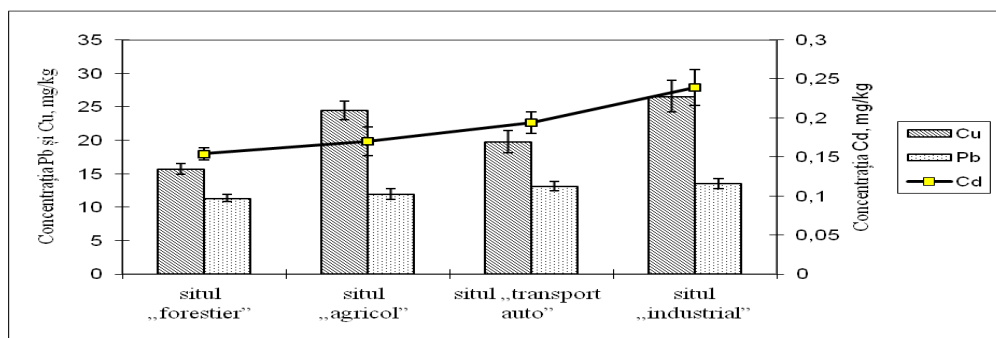


Fig.1. Conținutul metalelor grele în stratul de sol 0-25 cm

A fost constatat, că diferențe semnificative a concentrației de *Cd* în sol între siturile „agricol” și de fond, practic, nu există. În schimb, diferențe certe față de situl „forestier” se observă atât în siturile „industrial” cu 55,2% ( $t_d=3,49$ ;  $P<0,01$ ), cât și „transport auto”, respectiv, cu 25,9% ( $t_d=2,50$ ;  $P<0,05$ ). Aceste diferențe se explică prin faptul că, siturile de cercetare se află în apropierea traseelor auto și sunt supuse riscului poluării cu *Cd*, care este utilizat la vulcanizarea anvelopelor, a căror componente, în urma măcinării, se dispersează în mediul ambiant. De asemenea, posibile surse de poluare cu *Cd* în situl „industrial” sunt fabricile de încălțăminte, poluarea ce vine dinspre oraș, poluarea transfrontalieră etc.

Diferențe certe au fost constatate și între concentrațiile de *Cu* în sol din situl de fond și cele afectate antropice ( $P<0,001$ ).

Concentrația *Pb*, *Cd* și *Cu* în stratul 0-25 cm în sol depinde de situl geografic și tipul surselor emițătoare din aceste situri. Totodată, concentrațiile medii depistate în solurile cercetate de noi, confirmă faptul că acestea, în general, nu sunt poluate cu *Pb*, *Cd* și *Cu*, fiind departe de CMA, astfel încadrându-se în procentul scăzut de metale grele în sol după Кириллук В. (2006).

Evaluarea concentrației de *Pb* și *Cd* în probele de apă din siturile de referință nu au relevat valori detectabile ale acestor metale grele. Privind conținutul de *Cu* în probele de apă analizate, cele mai mici concentrații medii au fost depistate în situl „forestier”  $0,003\pm 0,001$  mg/l, iar cele mai mari în situl „industrial” și situl „transport auto”, respectiv,  $0,007\pm 0,002$  și  $0,006\pm 0,001$  mg/l,

fiind mai mari față de situl martor ( $t_d=2,58-2.0$   $P<0,05-0,1$ ). Totodată, concentrațiile înregistrate de *Cu* în apă nu depășesc CMA stabilite de normele în vigoare.

Metalele existente în sistemele ecologice migrează într-o anumită proporție din sol, sediment, apă, atmosferă. Accesibilitatea MG pentru plante variază de la o specie la alta în funcție de sol, climă și depinde de starea chimică și localizarea în sol, de pH solului, conținutul materiei organice etc. [34].

Analiza MG în florile melifere [3] demonstrează, ca cele mai semnificative concentrații de *Pb* și *Cd*, față de situl „forestier”, au fost înregistrate în siturile „industrial” și „transport auto”, respectiv, de 2, 15; 1,94; 2,76 și 1,90 ori ( $P>0,1-<0,001$ ) (Figura 2). Concentrațiile mai sporite de *Pb* și *Cd* în florile plantelor din siturile menționate relevă faptul că acestea sunt mai expuse poluării prin intermediul solului, apei și aerului. Aceasta se datorează, în mare parte, gazelor de eșapament eliminate de la transportul auto, uzinele și fabricile din preajmă, deșeurilor necontrolate etc.

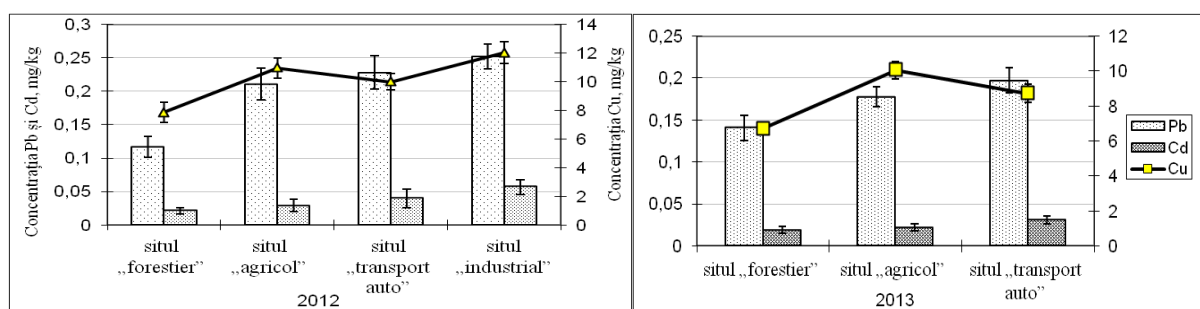


Fig. 2. Conținutul metalelor grele în florile plantelor melifere

Analogic conținutului de MG din sol, florile plantelor melifere care cresc în situl industrial acumulează metale grele după cum urmează: *Pb* -  $0,252\pm0,029$  mg/kg; *Cd* -  $0,057\pm0,011$  mg/kg și *Cu* -  $12,02\pm0,77$  mg/kg.

Comparând conținutul de *Cu* în probele de flori (Figura 2, 2012) între siturile de studiu, observăm concentrații minime ( $7,85\pm0,70$ mg/kg) în situl „forestier”, urmat de situl „agricol” ( $10,97\pm0,70$  mg/kg) și concentrații maxime ( $12,02\pm0,77$ mg/kg) în situl „industrial”. Acestea din urmă fiind semnificativ mai mari față de cele din situl de fond cu o diferență de 53,1% ( $P<0,001-<0,05$ ). Aceeași legitate se observă și în anul 2013 de studiu (Figura 2, 2013). Comparând anii de cercetare, a fost determinat că valorile MG au înregistrat concentrații mai ridicate în florile melifere prelevate în primul an de studiu.

Generalizând rezultatele, putem constata, că cele mai mici concentrații de *Pb*, *Cd* și *Cu* în flori au fost înregistrate în situl „forestier”, iar cele mai ridicate concentrații în situl „industrial”.

Totodată, în toate siturile cercetate nu au fost constatate depășiri ale limitei maxime admisibile (LMA) în flori.

**Conținutul de metale grele în corpul albinelor.** Conținutul de MG în corpul albinelor melifere variază și depinde de un număr mare de factori ca: aria și locul de amplasare a stupinei, tipul plantelor nectarifere din zonă, statutul ecologic al zonei, metodologia de creștere a familiilor de albine (inclusiv stimularea cu suplimente alimentare), vârsta albinelor lucrătoare, starea fiziologică și de sănătate a coloniilor de albine etc. [20].

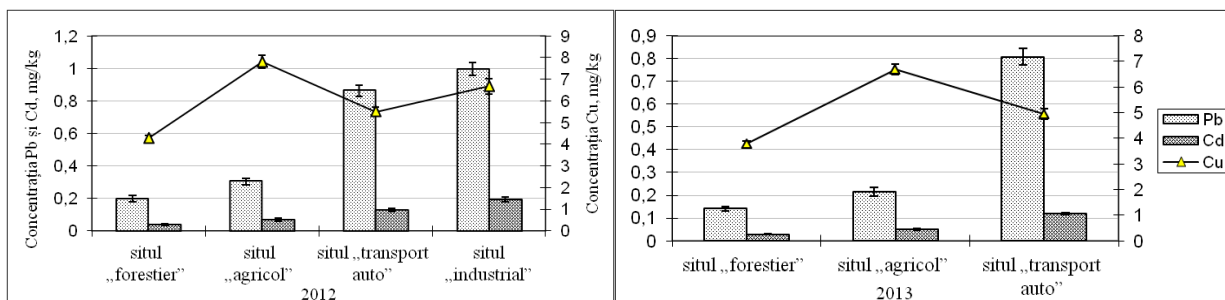


Fig. 3. Conținutul metalelor grele în corpul albinelor

Rezultatele cercetărilor [35] au demonstrat prezența MG (*Pb*, *Cd* și *Cu*) în diferite concentrații în corpul albinelor melifere.

Conținutul mediu de *Pb* din corpul albinelor din siturile cu impact antropic, „industrial” ( $0,995 \pm 0,100$  mg/kg) și „transport auto” ( $0,864 \pm 0,080$  mg/kg) au fost semnificativ mai mari în comparație cu cel din situl „forestier” ( $0,198 \pm 0,020$  mg/kg), respectiv, de 5,0 ori ( $t_d=7,73$ ;  $P<0,001$ ) și 4,4 ori ( $t_d=8,12$ ;  $P<0,001$ ). Valori semnificativ mai mari față de situl „forestier” ( $0,038 \pm 0,005$  mg/kg) a înregistrat și *Cd* din corpul albinelor atât din situl „industrial” ( $0,195 \pm 0,026$  mg/kg), cât și din cel „transport auto” ( $0,127 \pm 0,010$  mg/kg), respectiv, de 5,1 ori ( $t_d=6,04$ ;  $P<0,001$ ) și de 3,3 ori ( $t_d=8,09$ ;  $P<0,001$ ). Prezența concentrațiilor mai sporite de *Pb* și *Cd* în corpul albinelor colectate din siturile menționate, ne pot informa într-o oarecare măsură despre calitatea mediului în siturile date, care este influențată de circulația intensă a vehiculelor, fiind și sursa principală emițătoare de *Pb*, și poluarea industrială. Diferențe semnificative față de situl „forestier” au fost înregistrate și în anul următor de cercetare ( $P<0,01-0,001$ ) (Figura 3, 2013).

Conținutul mediu de *Cu* în corpul albinelor din situl „agricol” ( $7,82 \pm 0,30$  mg/kg) a fost semnificativ mai mare față de cel din situl „forestier” ( $4,30 \pm 0,14$  mg/kg) cu 81,8% ( $t_d=10,66$ ;  $P<0,001$ ). Aceasta se explică, probabil prin folosirea de către agricultori a produselor agrochimice cuprifere la tratarea culturilor agricole. O diferență certă a concentrației de *Cu* în

corpul albinelor față de situl „forestier”, s-a constatat, de asemenea, în siturile „industrial” și „transport auto” ( $t_d=5,03- 4,53$ ;  $P<0,001$ ). Cuprul este, totodată, și un microelement necesar în anumite cantități vieții macro - și microorganismelor, deci, acumularea acestuia în corpul albinelor este un fenomen firesc, necesar pentru nutriția și activitatea vitală a albinelor.

Generalizând rezultatele cercetărilor, putem concluda că albina meliferă este receptivă la schimbările de mediu, prin variația concentrațiilor de MG în corpul ei, în dependență de site. La asemenea concluzii au ajuns și alți cercetători în domeniu [17, 22]. Metalele grele prezente în atmosferă se pot acumula pe perii corpului albinelor, pe polen sau se pot absorbi odată cu nectarul florilor, mana ori apa. În timpul mișcării active, acestea nimeresc în corpul albinei prin aerosolii din aer și sunt absorbiți atât prin suprafața poroasă a corpului cât și prin respirație [28]. Concentrația MG în corpul albinelor este influențată și de procesul de transformare a nectarului în miere [17]. Totodată, în toate siturile de cercetare, concentrațiile de *Pb*, *Cd* și *Cu*, înregistrate în corpul albinelor sunt cu mult mai mici față de doza nocivă pentru albine care este, respectiv, de 109; 55 și 455mg/kg stabilită de Senczuk W. et al. (2002).

**Conținutul de metale grele în polen.** Albinele lucrătoare culeg polenul și nectarul de la diferite plante melifere, acestea din urmă dispun de capacități diferite de absorbție a metalelor grele, astfel polenul plantelor, conține diferite concentrații de metale în dependență de specia plantei și mediul în care acestea cresc. Polenul este un produs vegetal de complexitate înaltă, al cărui compoziție diferă semnificativ în funcție de variabilele de mediu, regiunea de recoltare, flora predominantă, preferința albinelor melifere, caracteristicile geochimice ale solului și perioada anului [23].

Rezultatele cercetărilor au demonstrat că conținutul de MG în polenul prelevat din siturile de studiu este în strânsă legătură cu specificul sitului amplasării stupinei (Figura 4).

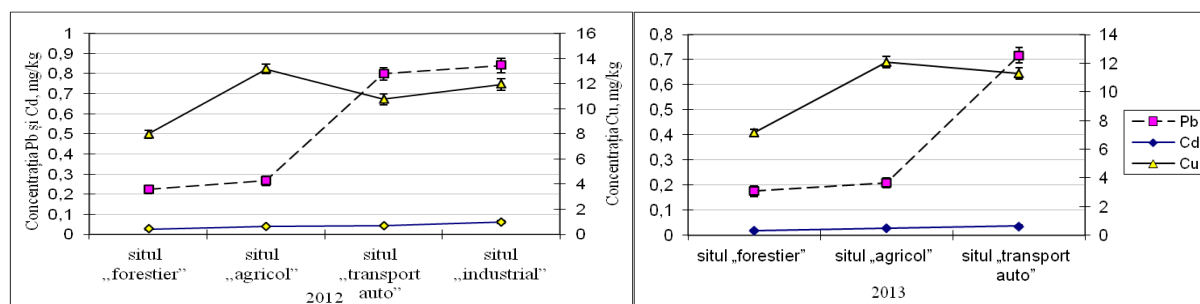


Fig. 4. Conținutul metalelor grele în polen

În ambii ani de cercetare, concentrația de *Pb* și *Cd* din polenul colectat din siturile „industrial” și „transport auto” a fost semnificativ mai mare în comparație cu cel din situl

„forestier”, respectiv, cu 0,616 și 0,574 mg/kg ( $t_d=6,84$  și  $8,42$ ;  $P<0,001$ ) și 0,035 și 0,017 mg/kg ( $t_d=3,50$  și  $2,12$ ;  $P<0,05$ ). Conținutul de *Cd* în polenul colectat din situl „agricol” în ambii ani de cercetare a fost, de asemenea, mai mare comparativ cu polenul colectat în situl „forestier”, cu 46,2 și 50,0% ( $t_d=2,85-2,50$ ;  $P<0,01$ ). Concentrațiile sporite de *Pb* în probele de polen analizate se datorează probabil, gazelor fumigene de diferită proveniență, cele emise de la transportul auto, industrie și cele transfrontaliere, iar concentrația mai mare de *Cd* se explică prin prezența în siturile respective a surselor de poluare cu *Cd* cum sunt: vulcanizarea anvelopelor, gazele fumigene industriale, poluarea transfrontalieră etc., iar în situl „agricol” emisia de *Cd* poate fi rezultatul utilizării pesticidelor și îngrășămintelor în agricultură, arderea necontrolată a deșeurilor etc.

Comparând siturile de cercetare, cele mai semnificative concentrații de *Cu* au fost determinate în situl „agricol”, aceasta se explică prin aplicarea sistematică de către cultivatorii de vii, livezi și legume a tratamentelor cu preparate chimice de *Cu*, prin intermediul cărora a fost diseminat acest metal în componentele mediului ambiant.

Rezultatele cercetării au demonstrat că conținutul de MG în polen variază în funcție de an și este în strânsă legătură cu specificul sitului în care a fost amplasată stupina. În cazul în care mediul este influențat de sursele antropogene, atunci MG pot fi prezente în compoziția lui, uneori în concentrații semnificative. Principalele surse de poluare, care pot fi absorbite de polen, sunt aerul atmosferic poluat, prin particule de praf în suspensie, și, desigur solul prin absorbție și translocație. Totodată, nici una din valorile MG înregistrate în probele de polen nu depășesc LMA stabilită de normele europene. Prin urmare, putem concluziona că, conform acestui bioindicator, siturile evaluate nu sunt poluate cu *Pb*, *Cd*, *Cu*.

**Conținutul de metale grele în miere.** Pentru producerea a 500 gr de miere, albina meliferă trebuie să viziteze 3-4 milioane de flori, să colecteze și să transporte 75 000 încărcături de nectar la colonia sa. Prin invertirea nectarului în miere sunt încorporate glucide, proteine, materii albuminoide, acizi, substanțe minerale, inclusiv metale, substanțe biologic active de origine organică, vitamine, antibiotice naturale, hormoni și polen. Însă, odată cu acestea pot pătrunde și o serie de substanțe contaminante, cum ar fi metalele grele, pesticidele etc. În general, prezența metalelor în mierea de albine depinde de originile botanice ale mierii, de tipul solului și de activitățile antropice, care au loc în zona respectivă [27].

Pentru a elucida situația generală a impactului antropic în ansamblu pe țară, prin intermediul *Apis mellifera* și unele produse ale ei în calitate de bioindicatori, în anul 2011, a fost determinat în prealabil conținutul de *Pb* în probele de miere prelevate din diferite zone ale

Republicii Moldova (nord, centru, sud). Rezultatele cercetărilor au demonstrat că conținutul de *Pb* în probele de miere analizate, variază de la 0,028 până la 0,134 mg/kg. Concentrații semnificativ mai mari au fost înregistrate în mierea prelevată din zonele cu un impact antropic mai ridicat, inclusiv și impact transfrontalier mai accentuat (Bălți, Rezina, Cahul). Totodată, concentrațiile înregistrate nu depășesc LMA stabilite de normele Uniunii Europene și cele Internaționale.

În urma analizelor efectuate în perioada 2012-2013 [2], în cele 4 situri de cercetare am constatat, că conținutul de MG în probele de miere analizate variază în funcție de an și este în legătură foarte strânsă cu specificul sitului în care a fost amplasată stupina (Figura 5). Schema nivelului de acumulare a metalelor studiate în probele de miere este reprezentată în succesiunea:  $Cu > Pb > Cd$ . Prin urmare, din rezultatele cercetărilor putem concluziona că probele de miere, prelevate din siturile „industrial” și „transport auto”, care sunt permanent expuse diferitor activități antropice cu consecințe poluatoare, înregistrează concentrații de *Pb* mai ridicate în comparație cu cele din siturile „izolate” cum este cel „forestier” cu o diferență de 0,145 și 0,121 mg/kg ( $t_d = 6,90-7,50$ ;  $P < 0,001$ ), (Figura 5, 2012). Pe când concentrațiile de *Pb* în mierea din situl „agricol” a avut doar o tendință de majorare comparativ cu situl de fond cu 0,004 mg/kg ( $t_d = 1,78$ ;  $P < 0,1$ ), (Figura 5, 2013).

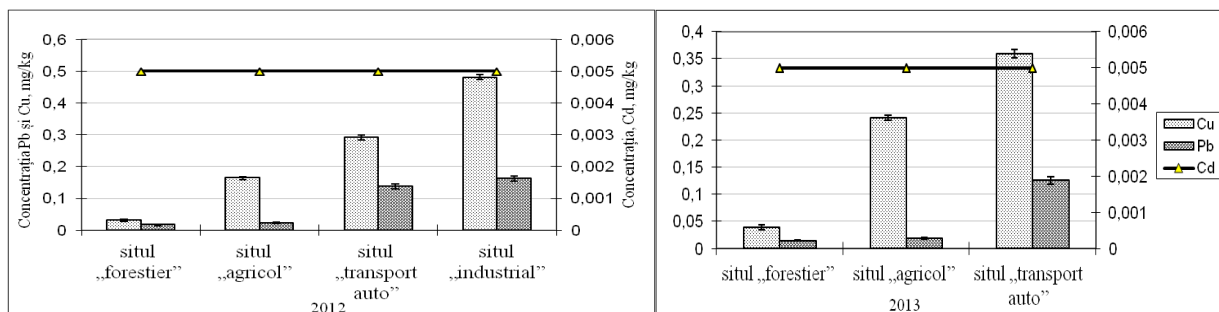


Fig. 5. Conținutul metalelor grele în miere

Conținutul de *Cd* în probele de miere analizate nu a înregistrat concentrații detectabile (0,005 mg/kg). Normele stabilite de standardele UE și cele internaționale (F.A.O.) privind conținutul acestui compus în miere, fiind de 0,02/(0,20) mg/kg.

În ambii ani de cercetare, concentrația medie de *Cu* în probele de miere din siturile afectate antropic depășea valorile *Cu* în mierea extrasă din situl de fond ( $t_d = 4,71- 8,33$ ;  $P < 0,001$ ). Concentrațiile mai sporite de *Cu* din siturile menționate pot fi explicate prin degajările de la sursele industriale și prelucrarea terenurilor agricole din raza zborului productiv al albinelor.

Totodată, nici una din concentrațiile medii de *Pb* și *Cu* în miere, nu depășea limitele impuse de Comisia Europeană și cea Internațională, care sunt de maxim 0,20 mg/kg (*Pb*) și 0,50 mg/kg (*Cu*) [29,30]. Astfel, utilizând mierea în calitate de bioindicator al mediului după conținutul de MG, putem concluziona, că nici unul din siturile cercetate de noi nu este poluat cu acești compuși.

Concentrațiile înregistrate se explică prin faptul, că albina meliferă posedă capacități excepționale de filtrare și acumulare a contaminanților. Potrivit cercetărilor, metalele grele se acumulează mai mult în țesuturile vegetale și mai puțin în nectar. Totodată, mierea pe parcursul depozitării și maturizării în alveolele fagurelui, este supusă unor procese biologice de fermentare, transformare, conservare, iar concentrația metalelor grele este modificată.

**Conținutul de metale grele în propolis.** Propolisul, un produs balsamic rășinos, cu o compoziție chimică extrem de complexă, este colectat de albinele melifere de pe mugurii, frunzele și scoarța coniferelor, plopilor, prunilor și altor plante care secretă substanță rășinoasă și utilizat pentru ermetizarea stupului și lustruirea celulelor fagurelui. În general propolisul constă din 50% rășini și balsamuri vegetale, 30% ceară, 10% uleiuri esențiale și aromatice, 5% polen și 5% alte substanțe, inclusiv resturi organice. Compoziția lui chimică este influențată de factorii botanici, de cei antropici și sezonul colectării acestuia. Metalele grele pătrund în propolis din sol, prin secreția plantelor și a substanțelor rășinoase, acesta fiind un proces de durată [9].

Rezultatele cercetărilor [2] au demonstrat prezența *Pb*, *Cd* și *Cu* în toate probele de propolis cercetate (Figura 6).

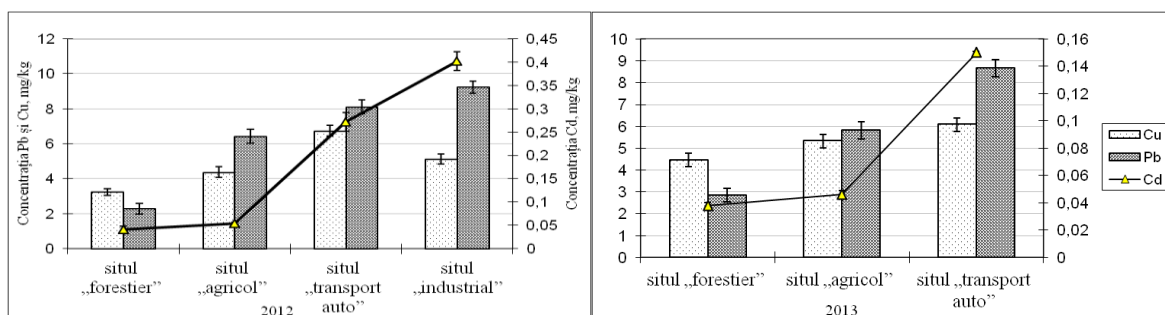


Fig. 6. Conținutul metalelor grele în propolis

În anul 2012 de cercetare, concentrația medie de *Pb* în propolis din siturile „industrial” ( $9,23 \pm 1,08$  mg/kg) și „transport auto” ( $8,11 \pm 1,03$  mg/kg), a fost semnificativ mai mare, în comparație cu cea din situl „forestier” ( $2,28 \pm 0,44$  mg/kg), respectiv cu 6,95 și 5,83 mg/kg ( $t_d=5,99$  și  $5,29$ ;  $P < 0,001$ ). O diferență semnificativă față de situl martor a fost înregistrată în

propolisul din situl „agricol” ( $6,41 \pm 0,75$  mg/kg) fiind mai mare cu  $4,13$  mg/kg ( $t_d=4,75$ ;  $P<0,001$ ). Aceeași legitate a fost observată și în anul următor de cercetare (Figura 5, 2013).

Comparând rezultatele obținute de noi privind concentrația de *Pb*, constatăm că nu au fost înregistrate concentrații poluante în probele de propolis colectate din siturile cercetate, fiind mai mici decât limita stabilită ( $20$  mg/kg).

Cele mai mari concentrații medii de *Cd* în propolis (anul 2013), au fost înregistrate în siturile „industrial” ( $0,402 \pm 0,055$  mg/kg) și „transport auto” ( $0,275 \pm 0,026$  mg/kg), depășind concentrația acestuia din situl „forestier” ( $0,038 \pm 0,002$  mg/kg) de  $10,5$  și  $7,2$  ori ( $t_d = 6,51$  și  $8,73$ ;  $P<0,001$ ), urmat de cele din situl „agricol” ( $0,046 \pm 0,003$  mg/kg).

Totuși, propolisul prelevat din siturile cu impact antropic mai afectat a înregistrat concentrații mai sporite de *Pb* și *Cd*, fiind cauzat de mai mulți factori: transportul auto, a cărui pondere la poluarea mediului poate constitui până la două treimi, poluarea urbană (deșeurile, gazele fumigene emenate de la întreprinderile industriale), praful ce se ridică de pe drumurile orașului și a suburbiilor etc. În afară de factorii locali, destul de semnificativă poate fi și poluarea transfrontalieră, influențată de țările vecine Ucraina și România.

Analogic anului 2012 de cercetare, și în anul 2013, concentrația de *Cu* în probele de propolis din siturile „industrial” și „transport auto” a fost mai mare în comparație cu situl de fond, respectiv, cu  $52,3$  și  $20,62\%$  ( $t_d=2,43-1,40$ ;  $P<0,05-0,1$ ). Schema nivelului de acumulare a metalelor grele studiate în probele de propolis este reprezentată în felul următor:  $Pb > Cu > Cd$ .

În concluzie, putem afirma că concentrația MG în propolis variază de la un site la altul, în funcție de presingul antropic, aceasta fiind constatată de mai mulți cercetători. Generalizând rezultatele obținute putem concluda că, după concentrația MG în propolis, siturile cercetate nu sunt poluate, deoarece conținutul acestora nu depășește LMA ale normelor în vigoare.

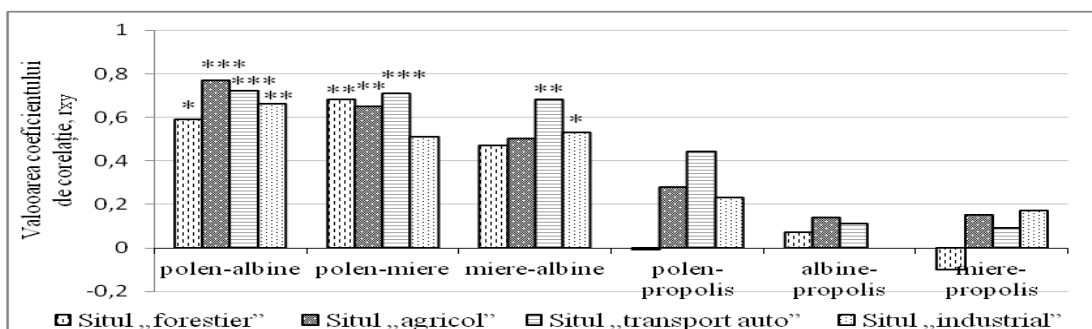
### **3.2. Corelația dintre conținutul de metale grele în produsele apicole și corpul albinei**

Rezultatele cercetărilor [36] demonstrează că concentrația de MG în produsele apicole este în diferită legătură corelativă cu concentrația acestora în corpul albinei. Conținutul de metale corelează, de asemenea și între diferite produse apicole (Figurile 7-9).

Analizând datele obținute, s-a observat că au fost depistate corelații pozitive între conținutul de *Pb* în polen-albine, polen-miere, miere-albine. Spre exemplu, cele mai esențiale corelații au fost depistate între conținutul de *Pb* în polen și concentrația acestuia în corpul albinei în siturile „agricol”, „transport auto” și „industrial”, respectiv,  $r_{xy}=0,77-0,66$  mg/kg ( $t_r=3,85-2,75$ ;



$P < 0,001-0,01$ ), *corelații medii*, ce corespund pragului unu de certitudine după Student au fost depistate în situl „forestier”  $r_{xy}=0,59$  mg/kg ( $t_r=2,27$ ;  $P < 0,05$ ), (Figura 7).

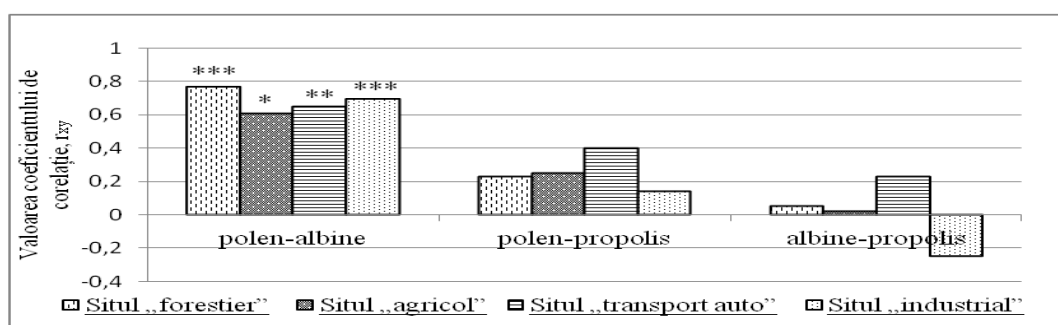


Remarcă: \* $P < 0,05$ ; \*\* $P < 0,01$ ; \*\*\* $P < 0,001$

Fig. 7. Coeficientul de corelație a concentrației de Pb în principalele produse apicole și albine

*Corelații înalte* au fost depistate între conținutul de Pb în polen și miere în toate siturile de studiu  $r_{xy}=0,71 - 0,66$  mg/kg ( $t_r=3,23 - 2,71$ ;  $P < 0,001-0,01$ ), cu excepția sitului „industrial”. În raportul miere-albine, numai în unele situri au fost depistate *corelații înalte și medii*  $r_{xy}=0,68-0,53$  mg/kg ( $t_r=2,95-2,04$ ;  $P < 0,01-0,05$ ). Prin urmare, între concentrația MG în produsele apicole studiate (polen, miere) și conținutul acestora în corpul albinelor există o legătură corelativă pozitivă medie spre înaltă.

Rezultatele cercetărilor au demonstrat, că există o legătură pozitivă semnificativă între concentrația de Cd în polen și corpul albinelor în toate siturile de studiu  $r_{xy}=0,77-0,58$  mg/kg ( $t_r=3,85-2,23$ ;  $P < 0,001-0,05$ ) (Figura 8). Corelații între concentrația de Cd în miere și celelalte produse apicole nu a fost stabilite, din lipsa valorilor detectabile de Cd în miere ( $< 0,001$  mg/kg).



Remarcă: \* $P < 0,05$ ; \*\* $P < 0,01$ ; \*\*\* $P < 0,001$

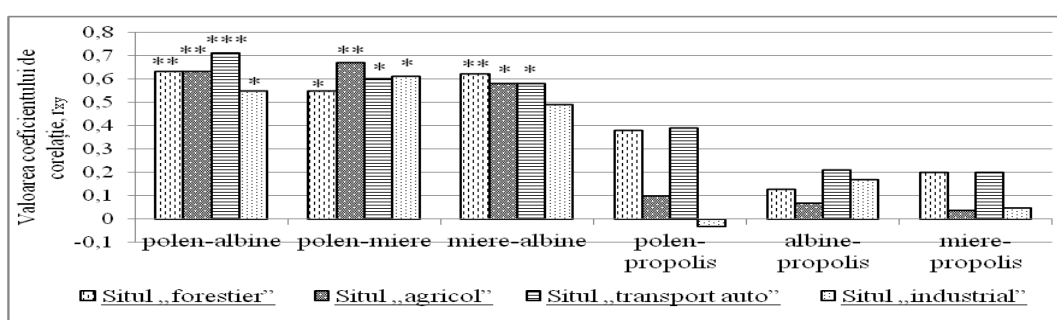
Fig. 8. Coeficientul de corelație a concentrației de Cd în principalele produse apicole și albine

De asemenea, corelații semnificative au fost semnalate și între concentrația de Cu în polen-albine, polen-miere și miere-albine (Figura 9). Spre exemplu, în toate siturile de cercetare cele mai mari valori ale coeficienților de corelație (*corelații înalte*) au fost înregistrate între

conținutul de *Cu* în polen-albine  $r_{xy}=0,77-0,66$  mg/kg ( $t_r=3,85-2,75$  ;  $P < 0,001-0,01$ ), în relația polen-miere și miere-albine predomină *corelațiile medii*, respectiv,  $r_{xy}=0,67-0,53$  mg/kg ( $t_r=2,91-2,04$  ;  $P < 0,01- 0,05$ ) și ( $r_{xy}=0,62- 0,58$  mg/kg;  $t_r=2,58-2,23$  ;  $P < 0,01- 0,05$ ).

Prezența în toate siturile a corelațiilor semnificative între conținutul de *Pb*, *Cd* și *Cu* în polen și albine, se explică prin faptul că albinele contactează în mod direct cu grăuncioarele de polen din flori prin căutarea și transportarea acestora, polenul fiind și sursa principală proteică.

Din figurile anterioare (Figurile 7-9), observăm, că în toate siturile de studiu, între concentrația MG din propolis și albine, polen și miere, au fost înregistrate *corelații foarte joase* sau chiar lipsa lor totală.



Remarcă: \* $P < 0,05$ ; \*\* $P < 0,01$ ; \*\*\* $P < 0,001$

Fig. 9. Coeficientul de corelație a concentrației de *Cu* în principalele produse apicole și albine

Coeficienții de corelație calculați nu au înregistrat valori semnificative, în rezultat criteriul de certitudine ( $t_r$ ) a corelațiilor fiind sub nivelul pragului zero ( $P_0$ ) după Student. Aceasta se explică prin faptul, că propolisul este o substanță rășinoasă, colectată în special de pe mugurii plantelor de un grup restrâns de albine, precum și din alte surse (gudronul de asphalt etc).

### 3.3. Influența metalelor grele asupra viabilității și productivității familiilor de albine

Au fost analizate corelațiile între concentrația de *Pb*, *Cd* și *Cu* în componentele apicole (albine și polen) și indicii de vitalitate (viabilitatea puietului, rezistența la boli) și productivitatea de miere.

În urma analizei rezultatelor, în ambii ani de cercetare, am constatat corelații foarte slabe, chiar și negative între concentrația de *Pb*, *Cd* și *Cu* în corpul albinelor și viabilitatea puietului, precum și conținutul acestor metale în polen și viabilitatea puietului ( $t_r=-0,43-1,85$ ;  $P > 0,1$ ). Aceasta se explică prin faptul, că în ambii ani de cercetare concentrația de *Pb*, *Cd* și *Cu* atât în componentele mediului ambiant, cât și în componentele apicole a fost cu mult sub normele maxime admisibile, conform standardelor UE. Prin urmare, concentrațiile mici de MG în componentele mediului nu au putut influența negativ vitalitatea și productivitatea familiilor de

albine. De aceea, și valoarea coeficienților de corelație a concentrației de MG în componentele apicole și vitalitatea și productivitatea familiilor de albine a fost ne semnificativă. Practic impactul de influență nocivă a MG cercetate asupra familiilor de albine nu s-a manifestat.

Generalizând datele privind corelațiile între concentrația de MG în componentele apicole, indicii de vitalitate și productivitatea de miere a familiilor de albine, putem concluziona că acestea (corelațiile) sunt foarte slabe, ne semnificative în marea lor majoritate negative. În baza acestor indici, valoarea cărora este ne semnificativă, noi nu putem afirma, nici infirma că conținutul de MG înregistrate în componentele apicole au un oarecare impact negativ sau pozitiv asupra vitalității și productivității familiilor de albine. Aceasta se explică, după opinia noastră, prin nivelul scăzut al conținutului de MG în componentele mediului mult sub nivelul maxim admisibil, conform normelor UE, care nu a putut avea o oarecare influență negativă sau pozitivă asupra componentelor apicole, vitalității și productivității familiilor de albine.

#### **4. PESTICIDELE ÎN MEDIUL AMBIANT ȘI RELAȚIA POLUANȚILOR CU ALBINA MELIFERĂ ȘI PRODUSELE EI**

##### **4.1. Conținutul reziduurilor de pesticide în componentele mediului și în produsele apicole**

Pesticidele sunt dispersate în timp, spațiu și în funcție de tipul compusului chimic, stabilitatea și afinitatea lor pentru organismul țintă și mediul înconjurător. Acestea pot fi degradate de diferiți factori de mediu în perioade mai mari sau mai mici de timp. Astfel, acestea acționează asupra ecosistemelor, prezentând o amenințare cu un risc ridicat de contaminare a componentelor de mediu și lanțurilor alimentare. Prezența reziduurilor de pesticide în alimentele consumabile, precum și bioacumularea lor crează o situație alarmantă ce necesită o monitorizare dirijată.

**Conținutul reziduurilor de pesticide organoclorurate în componentele mediului**  
Rezultatele cercetărilor [1] au demonstrat că reziduurile pesticidelor organoclorurate, hexaclorciclohexan (HCH) și izomerii săi ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ) și diclordifeniltriclorețan (DDT) și metaboliții săi (o,p' DDD; p,p' DDD; o,p' DDT; p,p' DDT și p,p' DDE) au fost înregistrate în stratul de sol (0 - 25 cm) din toate siturile de studiu (Figura 10).

Analiza datelor demonstrează, că suma HCH în probele solurilor cercetate variază de la minim - 0,097  $\mu\text{g}/\text{kg}$  în situl de fond până la maxim - 0,363  $\mu\text{g}/\text{kg}$  în situl „agricol”. Astfel, concentrația medie a  $\Sigma\text{HCH}$  în solurile din situl „agricol” și situl „transport auto” depășea nivelul mediu în mostrele de sol colectate din situl „forestier”, respectiv, de 5,9 și 3,7 ori

( $t_d=4,80$  și  $2,21$ ;  $P<0,001$  și  $0,05$ ). Totuși, aceste valori sunt sub CMA stabilită pentru suma HCH în sol care constituie  $100 \mu\text{g}/\text{kg}$ .

Comparativ cu alți compuși organoclorurați, HCH se caracterizează prin volatilitate înaltă și persistență mai scăzută în sol. Izomerii – HCH prezintă un pericol ecotoxicologic și igienic, gradul de acumulare în țesuturi fiind prezentat astfel:  $\beta - \text{HCH} > \alpha - \text{HCH} > \gamma - \text{HCH}$  [14].

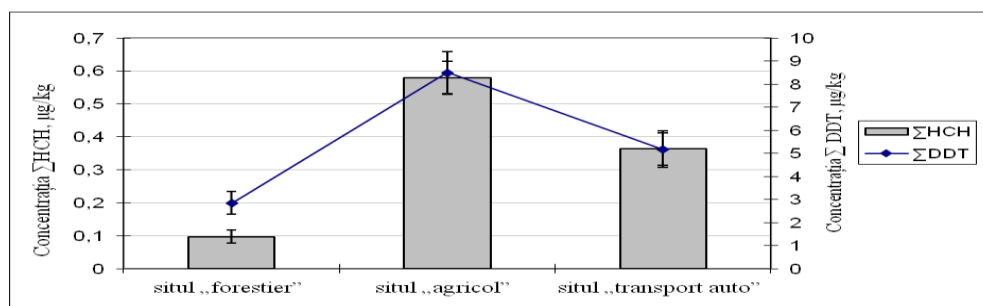


Fig. 10. Conținutul reziduurilor de pesticide în stratul de sol 0 - 25 cm, în diferite situri de cercetare

În ceea ce privește reziduurile  $\Sigma\text{DDT}$  în siturile de cercetare, observăm, că conținutul compușilor DDT predomină în solurile din situl „agricol”, unde 62,8% sunt terenuri arabile. Concentrația medie a  $\Sigma\text{DDT}$  în sol în acest site a constituit -  $8,502 \pm 1,380 \mu\text{g}/\text{kg}$ , fiind semnificativ mai mare, comparativ cu cea din situl „forestier”, de 3,0 ori ( $t_d=3,59$ ;  $P<0,001$ ). Rezultatele cercetărilor au demonstrat că, între concentrațiile DDT, DDE și DDD există o legătură corelativă strânsă, deoarece toate aceste substanțe dispun de o stabilitate mare și respectiv o perioadă lungă de viață. Totodată, metabolitul dominant este p,p' DDE, iar conținutul DDD-lui este cu mult mai mic în comparație cu valoarea DDE-lui. Concentrațiile medii mai sporite ale pesticidelor organoclorurate în solul din situl „agricol” se explică prin amprenta depozitului de pesticide, datorită activității biologice înalte ale acestor substanțe, care, probabil, vor mai circula încă mult timp în componentele mediului. Prin urmare, valorile medii ale concentrațiilor de pesticide menționate sunt cu mult sub CMA.

Concentrația reziduurilor de pesticide organoclorurate ( $\Sigma\text{HCH}$  și  $\Sigma\text{DDT}$ ) în probele de apă prelevate din siturile de cercetare nu au înregistrat valori detectabile ( $0,001 \mu\text{g}/\text{l}$ .)

**Conținutul reziduurilor de pesticide organoclorurate în produsele apicole.** După cum am menționat, reziduurile de pesticide din componentele mediului ambiant pot impurifica materialul primar al produselor apicole (polenul, nectarul etc.) prin aer, apă, plante, sol apoi acest material este transportat în stup de către albine. Pentru elucidarea situației ecologice, în anul 2013, au fost colectate probe de albine, polen și miere din cele trei situri de cercetare, care au

fost supuse analizelor de laborator, pentru a detecta conținutul de pesticide organoclorurate precum sunt: HCH-ul și izomerii săi ( $-\alpha$ ,  $-\beta$ ,  $-\gamma$ ) și DDT-ul și metaboliții săi (o,p' DDD; p,p' DDD; o,p' DDT; p,p' DDT și p,p' DDE).

Rezultatele cercetărilor au demonstrat, că conținutul de pesticide în corpul albinelor melifere a fost sub nivelul detectabil în toate siturile cercetate. Totodată, concentrația reziduurilor de HCH-izo în polenul prelevat din siturile „forestier” și „transport auto” au fost mai mici de  $<0,001 \mu\text{g}/\text{kg}$ , iar cele mai semnificative concentrații au fost detectate în probele de polen din situl „agricol” cu valori de  $-0,039 \pm 0,005 \mu\text{g}/\text{kg}$  (Figura 11).

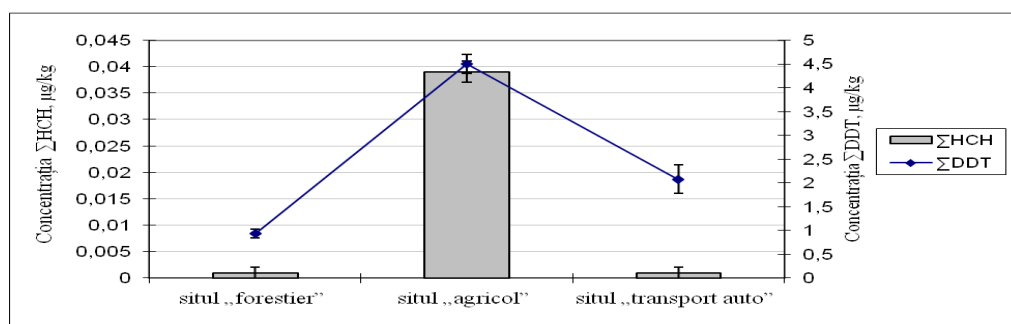


Fig. 11. Conținutul reziduurilor de HCH-izo și DDT-total în polen,

De asemenea, și conținutul reziduurilor de DDT și a metaboliților săi a înregistrat cele mai mari concentrații în polenul din situl „agricol”, fiind semnificativ mai mare față de situl „forestier” de 4,7 ori ( $t_d=11,54$ ;  $P<0,001$ ), de asemenea, mai mare față de situl de fond a fost și concentrația acestuia din polenul prelevat din situl „transport auto” de 2,2 ori ( $t_d=3,14$ ;  $P<0,01$ ). Prezența reziduurilor de pesticide atât în sol, cât și în polen (cu toate că acestea nu se mai utilizează de mai multe decenii) ne vorbesc de persistența acestora în componentele mediului. Totodată, niciunul din pesticidele organoclorurate analizate nu depășește normele admisibile în vigoare [15].

Conținutul reziduurilor de pesticide organoclorurate, menționate anterior, în probele de miere cercetate s-au dovedit a fi mult mai scăzut față de polen, sau mai exact nu au înregistrat concentrații detectabile ( $<0,001 \mu\text{g}/\text{kg}$ ). LMA stabilită atât de Standardele Europene, cât și de cele Internaționale, este de  $10 \mu\text{g}/\text{kg}$  pentru  $\Sigma\text{HCH}$  și  $50 \mu\text{g}/\text{kg}$  pentru  $\Sigma\text{DDT}$  [29, 30].

Lipsa concentrațiilor detectabile a reziduurilor de pesticide în miere se explică prin lipsa acestora în nectar și apă, precum și prin concentrațiile extrem de mici, cu mult sub normele maxime admisibile în polen și sol.

**Conținutul reziduurilor de pesticide organofosforice** (carbofuran, carbaril, malation, coumafos) și piretroide (trans - permectrin, cipermetrin, alfa - cipermetrin și deltametrin), au fost

analizate în probele de albine, polen și miere colectate din siturile „forestier”, „agricol” și „transport auto”.

Reziduurile de pesticide organofosforice și piretroide, atât în corpul albinelor, cât și în probele de polen prelevate din siturile de studiu, nu au înregistrat concentrații detectabile ( $>0,01 \mu\text{g}/\text{kg}$ ). Acest fapt îl explicăm prin instabilitatea durabilă a acestora în mediul ambiant. Prezența compușilor piretroidali în probele de miere prelevate din siturile „forestier” și „transport auto”, nu a fost depistată. Totodată, în situl „agricol” au fost înregistrate concentrații variabile ale reziduurilor piretroidali în probele de miere, și anume, trans - permetrin ( $9,1 \pm 0,45 \mu\text{g}/\text{kg}$ ), cipermetrin ( $7,63 \pm 0,30 \mu\text{g}/\text{kg}$ ) și alfa - cipermetrin ( $14,86 \pm 0,92 \mu\text{g}/\text{kg}$ ) (Figura 12). Din piretroide, cele mai semnificative valori, față de celelalte situri, a înregistrat deltametrinul ( $18,73 \pm 1,16 \mu\text{g}/\text{kg}$ ) ( $t_d = 16,14$ ;  $P < 0,001$ ).

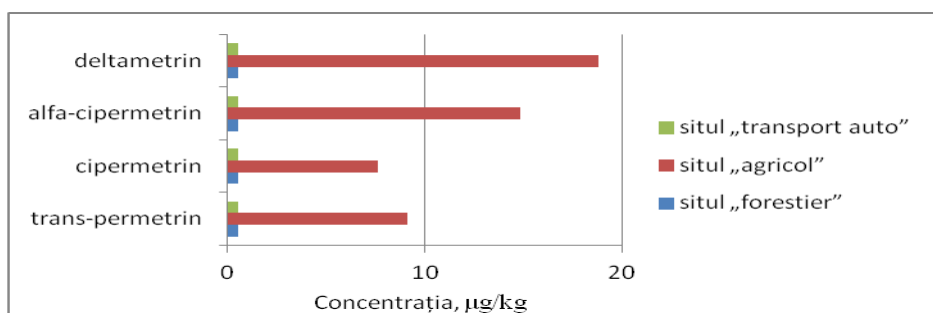


Fig. 12. Continutul reziduurilor de pesticide piretroide în miere,  $\mu\text{g}/\text{kg}$

Ținem să menționăm că concentrația de deltametrin înregistrată este una alarmantă, deoarece nivelul se apropie periculos de LMA ( $20 \mu\text{g}/\text{kg}$ ) stabilită de normele UE și prezintă un potențial pericol în ceea ce privește inofensivitatea mierii. Această situație se explică prin faptul că pesticidul deltametrin este folosit pe larg la tratarea unui șir de terenuri agricole, grădini, sere, unde se cultivă plantele agricole și ornamentale etc. Deci, putem menționa că conținutul piretroidelor în miere este condiționat de gradul de poluare a sitului în raza căruia activează albinele melifere, în special în situl „agricol”, concentrația acestui pesticid are o interacțiune distinctă cu mediul ambiant.

#### 4.2. Relația poluanților din mediul ambiant cu albina meliferă și produsele ei

Actualmente se acordă o atenție deosebită studiului privind proprietățile metalelor grele, migrării lor în mediul ambiant și a prezenței reziduurilor lor în produsele alimentare, inclusiv în produsele apicole. Proprietatea fundamentală a MG este pătrunderea lor în mediul ambiant, migrarea și acumularea în lanțurile trofice. Totodată, pătrunderea metalelor grele și a pesticidelor

în mediul nostru de viață contaminează lanțurile trofice, care pot fi mai simple sau mai complicate.

Analizând conținutul MG în componentele mediului, albine și produsele lor, am depistat schimbări de concentrații la trecerea de la o verigă la alta prin lanțul dat: sol – flori – albine - polen – miere – propolis.

În urma cercetărilor efectuate (Figura 13), am constatat că, odată cu creșterea concentrației de *Pb* în sol, crește și concentrația acestuia în întreg sistemul flori – albine - polen – miere – propolis. Observăm că acumularea *Pb* în flori este influențată de concentrația acestuia în sol. Cu toate acestea, nu întotdeauna există o corelație directă între acești indicatori, depinzând de mobilitatea metalului și nivelul de asimilare a acestuia de către plante.

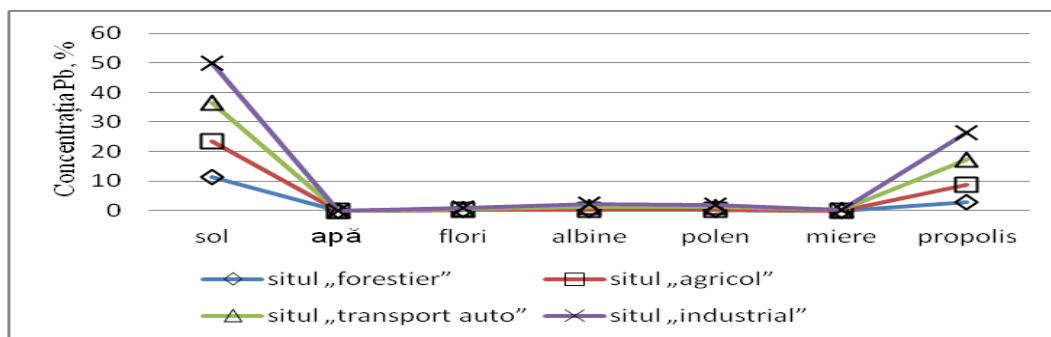


Fig. 13. Concentrația *Pb* în sistem, în situri cu diferit impact antropic

Cele mai esențiale concentrații de *Pb* în sol au fost depistate în situl „industrial”, urmat de situl „transport auto” și „agricol”, iar cele mai mici concentrații – în situl „forestier”.

Principalele concluzii deduse sunt că, odată cu creșterea concentrației de *Pb* în sol, crește semnificativ concentrația acestui metal în flora locală, corpul albinelor și produsele apicole (polen, miere, propolis). Mai evident, aceasta se observă în figura 13, odată cu creșterea concentrației de *Pb* în sol – de la 11,34±0,54 mg/kg în situl „forestier” până la 13,12±0,68 mg/kg în situl „transport auto”, crește, respectiv, și concentrația acestui metal în flori – de la 0,141±0,025 mg/kg până la 0,469±0,068 mg/kg, în polen – de la 0,176±0,021 mg/kg până la 0,717±0,052 mg /kg, în corpul albinelor – de la 0,142±0,016 mg/kg până la 0,809±0,072 mg/kg, în miere – de la 0,015±0,001 mg/kg până la 0,126±0,011 mg/kg, în propolis – de la 2,85±0,56 mg/kg până la 8,67±0,95 mg/kg. Prin urmare, analiza datelor sus-menționate demonstrează că între concentrația de *Pb* în sol și concentrația acestui metal în produsele apicole și corpul albinei există o corelație directă și pozitivă destul de strânsă.

Aceeași legitate o putem observa și în cazul *Cd* (Figura 14). Datele din diagramă ne demonstrează că, odată cu creșterea conținutului de *Cd* în stratul de sol (0 - 25 cm) – de la  $0,154 \pm 0,008$  mg/kg în situl „forestier” până la  $0,194 \pm 0,014$  mg/kg în situl „transport auto”, crește, respectiv, și concentrația acestui metal în polen – de la  $0,018 \pm 0,003$  mg/kg până la  $0,036 \pm 0,001$  mg/kg, în corpul albinelor – de la  $0,029 \pm 0,002$  mg/kg până la  $0,119 \pm 0,001$  mg/kg, în propolis – de la  $0,038 \pm 0,002$  mg/kg până la  $0,150 \pm 0,016$  mg/kg. Dat fiind faptul că în miere nu au fost înregistrate concentrații detectabile de *Cd* ( $<0,005$  mg/kg), asemenea relații între conținutul acestui metal în componentele mediului și miere nu au putut fi depistate.

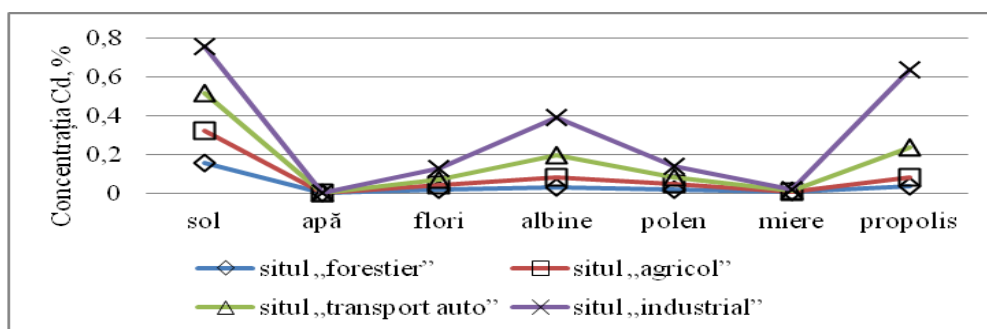


Fig. 14. Concentrația *Cd* în sistem în situri cu diferit impact antropic

Rezultatele demonstrează o acumulare mai intensă a *Cd* în corpul albinelor care activează în siturile industrială, de ecoton a magistralei auto și agrară, a căror mediu ambiant este expus unei poluări mai intense.

Analogic, și în cazul *Cu* putem observa că, odată cu creșterea concentrației de *Cu* în componentele mediului, crește semnificativ concentrația acestuia în întreg sistemul sol - apă - flori - polen - corpul albinelor - miere - propolis (Figura 15).

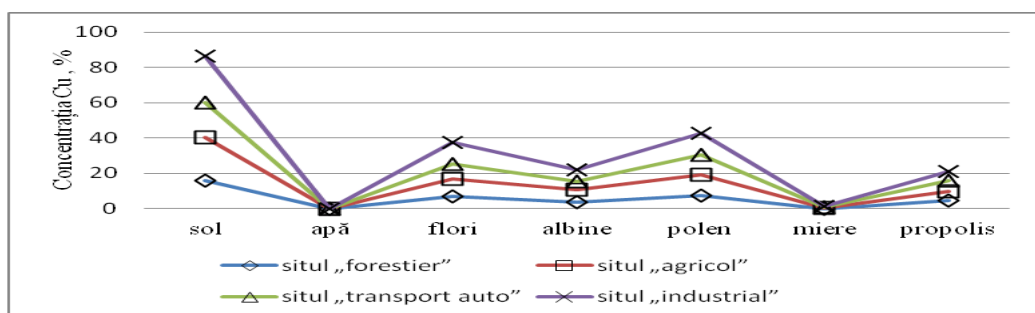


Fig. 15. Concentrația *Cu* în sistem, în situri cu diferit impact antropic

Studiul privind conținutul de *Cu* în mediul ambiant ne permite să relatăm că concentrația acestui metal în apă crește evident – de la  $0,003 \pm 0,001$  mg/l în situl „forestier” până la  $0,007 \pm 0,001$  mg/l în situl „industrial”, respectiv, în flori crește semnificativ – de la  $7,85 \pm 0,70$



mg/kg până la  $12,02 \pm 0,77$  mg/kg, în polen – de la  $7,97 \pm 0,42$  mg/kg până la  $11,93 \pm 0,58$  mg/kg, în corpul albinelor – de la  $4,30 \pm 0,14$  mg/kg până la  $6,67 \pm 0,45$  mg/kg, în miere – de la  $0,031 \pm 0,003$  mg/kg până la  $0,481 \pm 0,055$  mg/kg și în probele de propolis – de la  $3,24 \pm 0,26$  mg/kg până la  $5,12 \pm 0,36$  mg/kg.

Din datele expuse anterior rezultă că polenul conține cele mai mari concentrații de *Cu*, comparativ cu alte produse apicole. Concentrația de *Cu* în polen este influențată de concentrația acestuia în componentele mediului ambiant. Din datele obținute observăm că cantitatea de *Cu* în polen este mai mare decât cea în albine și miere.

Pentru elucidarea relației conținutului de MG în componentele mediului cu componentele apicole au fost determinați coeficienții de corelație ( $r_{xy}$ ) ai acestora în sol și componentele apicole (Figura 16). Au fost elucidate corelații destul de înalte între concentrația de *Pb* în sol – propolis, ( $t_r=7,0$ ;  $P<0,001$ ), în sol – albine ( $t_r=5,71$ ;  $P<0,001$ ), în sol – polen ( $t_r=3,27$ ;  $P<0,001$ ) și în sol – miere ( $t_r=4,32$ ;  $P<0,001$ ).

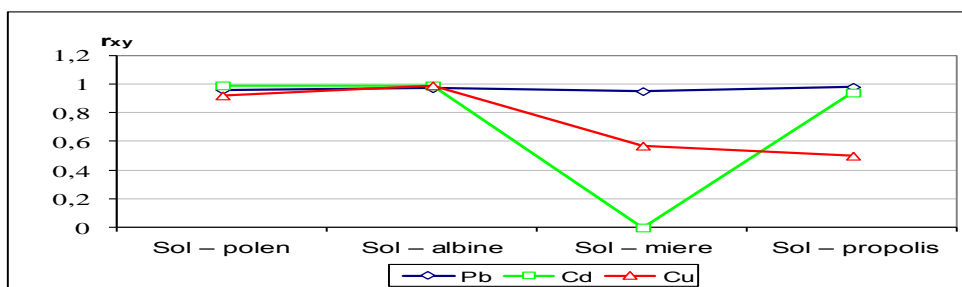


Fig. 16. Coeficienții de corelare a conținutului de MG în sol și în produsele apicole

De asemenea, corelații destul de înalte au fost evidențiate între concentrațiile de *Cd* din sol și cele din corpul albinelor și produsele apicole. Spre exemplu, o corelație destul de semnificativă a fost stabilită între concentrația de *Cd* din sol și cea din corpul albinelor, sol - polen ( $t_r=9,9$ ;  $P<0,001$ ), sol - propolis ( $t_r=3,91$ ;  $P<0,001$ ). În ceea ce privește concentrația de *Cd* din sol și cea din miere, nu au fost determinate anumite corelații, dată fiind lipsa concentrațiilor detectabile de *Cd* din miere.

În cazul conținutului de *Cu*, au fost stabilite corelații înalte și semnificative între concentrația acestui metal în sol și polen ( $t_r=3,28$ ;  $P<0,001$ ), sol și albine ( $P<0,001$ ). În cazul celorlalte componente, coeficienții de corelație a concentrațiilor de *Cu* nu au avut valori semnificative.

În ceea ce privește relația concentrației de MG în componentele mediului și concentrația acestora în corpul albinelor și produselor lor, a fost relevat că, odată cu creșterea conținutului de *Pb*, *Cd* și *Cu* în componentele mediului, crește semnificativ și concentrația lor în întreg sistemul

(albine, polen, miere și propolis). Astfel, gradul de acumulare a metalelor în florile melifere influențează mult conținutul acestora în corpul albinelor. Acumularea metalelor grele din componentele mediului s-a realizat în proporție mai mare în corpul albinelor și în proporție mai mică în miere, ceea ce demonstrează că albinele reprezintă o barieră împotriva pătrunderii metalelor grele în miere.

În toate siturile de cercetare, conținutul de *Pb*, *Cd*, *Cu* în polen este mai mare decât conținutul acestora în miere. Concentrația de MG în polen reprezintă amprenta sitului, deoarece anume acest produs apicol reflectă în mare măsură calitatea mediului. Cercetările noastre ne permit să propunem un procedeu de evaluare a gradului de poluare a mediului ambiant cu MG, prin utilizarea polenului în calitate de bioindicator al calității mediului.

De asemenea, a fost demonstrată existența unei relații între concentrația reziduurilor de pesticide organoclorurate din mediul ambiant și concentrația acestora în corpul albinei melifere și produsele ei (Figura 17).

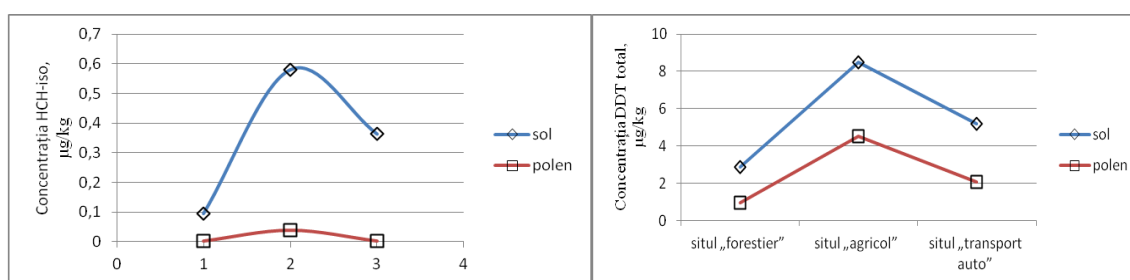


Fig. 17. Conținutul reziduurilor de HCH-izo și DDT-total în sistemul sol-polen

S-a constatat că, odată cu creșterea concentrației reziduurilor de pesticide organoclorurate HCH și DDT în sol, crește și concentrația acestora în polen. Spre exemplu, odată cu creșterea concentrației  $\Sigma$ HCH în sol – de la  $0,097 \pm 0,028$  μg/kg în situl „forestier” până la  $0,579 \pm 0,096$  μg/kg în situl „agricol”, respectiv crește și concentrația acestui pesticid în polen – de la  $<0,001$  μg/kg până la  $0,039 \pm 0,005$  μg/kg. Cercetările privind conținutul  $\Sigma$ DDT, în sistemul sol - apă - polen - albine - miere, demonstrează aceleași legități ca și în cazul  $\Sigma$ HCH. Deci, odată cu creșterea concentrației de DDT în sol, crește și concentrația acestui pesticid în polen. Spre exemplu, odată cu creșterea concentrației de DDT în sol de la  $2,852 \pm 0,749$  μg/kg în situl „forestier” până la  $8,502 \pm 1,380$  μg/kg în situl „agricol”, crește, respectiv, și concentrația acestuia în polen – de la  $0,947 \pm 0,093$  μg/kg până la  $4,501 \pm 0,293$  μg/kg.

Prin urmare, analiza datelor sus menționate demonstrează că între concentrația pesticidelor organoclorurate în sol și concentrația acestora în polen există o corelație pozitivă.

## CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI

1. A fost relevat că prezența metalelor grele (*Pb*, *Cd*, *Cu*) și pesticidelor (organoclorurate, organofosforice și piretroide) în componentele mediului în toate siturile cercetate („forestier”, „agricol”, „transport auto”, „industrial”) din zona de centru a Republicii Moldova este în funcție de impactul antropic, exprimat prin prezența surselor de poluare în aceste situri. Concentrațiile de *Pb*, *Cd* și *Cu* în solul din situl „industrial” au fost mai mari față de situl „forestier” ( $t_d=2,11$ ;  $3,49$ ;  $4,36$ ;  $P<0,001$ ). Analogic, conținutul de metale grele în florile melifere din situl „industrial” a fost semnificativ mai mare în comparație cu situl „forestier” ( $t_d=6,23$ ;  $3,09$ ;  $4,0$ ;  $P<0,001$ ).

2. Conținutul de *Pb*, *Cd* și *Cu* în corpul albinelor variază în dependență de site. Concentrațiile medii de *Pb* și *Cd* în corpul albinelor din siturile „industrial” și „transport auto” au fost semnificativ mai mari comparativ cu cele din situl „forestier” ( $P<0,001$ ). Totodată, conținutul acestor metale în corpul albinelor înregistrează concentrații cu mult mai mici, față de doza nocivă stabilită pentru albine.

3. Concentrația de *Pb*, *Cd* și *Cu* în polen, miere și propolis este în strânsă legătură cu specificul sitului amplasării stupinei. Totodată, anume polenul reflectă mai adecvat nivelul de acumulare a metalelor grele în biocenoză, deoarece concentrația acestora în polen este în legătură directă cu concentrația lor în componentele mediului. Conținutul compușilor de referință în produsele apicole analizate nu depășește LMA conform normelor UE în vigoare. Între conținutul de *Pb* și *Cd* în sol și conținutul acestora în corpul albinelor, polen, miere și propolis există corelații destul de înalte ( $r_{xy}=0,94-0,99$ ;  $P<0,001$ ).

4. Între concentrația metalelor grele în produsele apicole (polen și miere) și conținutul acestora în corpul albinelor există corelații pozitive, destul de semnificative (*Pb*  $r_{xy}=0,57-0,77$ ; *Cd*  $r_{xy}=0,58-0,77$ ; *Cu*  $r_{xy}=0,53-0,71$ ). Totodată, între concentrația metalelor grele în propolis și celelalte produse apicole cercetate nu au fost depistate legături corelative. Au fost înregistrate corelații foarte slabe, în marea majoritate negative a conținutului de *Pb*, *Cd* și *Cu* în componentele apicole (albine și polen) și indicii de vitalitate (viabilitatea puietului, rezistența la boli) și productivitatea de miere a familiilor de albine. De aceea, nu putem afirma sau infirma despre un impact negativ sau pozitiv a concentrațiilor depistate de metale grele asupra vitalității și productivității familiilor de albine.

5. Reziduurile de pesticide organoclorurate (HCH-izo; DDT-total) au fost înregistrate în stratul de sol 0 - 25 cm din toate siturile cercetate. Cele mai semnificative concentrații de HCH-

izo și DDT-total au fost constatate în situl „agricol”, respectiv, de 0,363  $\mu\text{g}/\text{kg}$  și 8,502  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , iar cele mai mici în situl „forestier”, respectiv, de 0,097  $\mu\text{g}/\text{kg}$  și 2,852  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . Concentrațiile de pesticide în solurile din siturile cercetate sunt cu mult sub nivelul CMA conform normelor UE.

6. Pesticide organoclorurate de referință nu au fost constatate în corpul albinelor și în miere, fiind înregistrate doar în polen. Polenul colectat din situl „agricol” înregistra concentrații semnificativ mai mari față de situl „forestier”, atât a HCH - lui și izomerilor săi, cât și DDT - lui și metaboliților săi, respectiv, de 39,0 și 4,7 ori ( $t_d=7,6$ ; și 11,54;  $P<0,001$ ). Aceasta confirmă faptul că polenul este un bun bioindicator al calității mediului ambiant.

7. Reziduurile pesticidelor organofosforice și piretroide cercetate lipsesc în întreg lanțul trofic sol - apă - albine - polen - miere. Pesticidele piretroide au fost înregistrate numai în probele de miere din situl „agricol”. Aceasta, în opinia noastră, se poate explica prin folosirea de către cultivatorii agricoli a piretroidelor la tratarea culturilor agricole. Totodată, concentrațiile acestor pesticide nu au depășit LMA (20  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) stabilită de normele UE.

8. Între concentrația de metale grele în componentele mediului și concentrația acestora în corpul albinelor și produselor lor există o corelație strânsă. Odată cu creșterea conținutului de *Pb*, *Cd* și *Cu* în componentele mediului, crește semnificativ și concentrația lor de-a lungul sistemului (albine - polen - miere - propolis). Astfel, odată cu creșterea concentrațiilor de *Pb*, *Cd* și *Cu* de-a lungul sistemului în situl „forestier”, crește și concentrația acestora în situl „agricol”, „transport auto” și „industrial”.

9. Reieșind din analiza rezultatelor cercetărilor concentrațiilor de MG (*Pb*, *Cd*, *Cu*) și reziduurilor de pesticide (organoclorurate și organofosforice și piretroide) în componentele mediului ambiant, și componentele apicole cercetate, comparate cu nomele UE, putem afirma că siturile antropice de referință nu sunt poluate, cel puțin, cu compușii cercetați de noi.

10. Utilizarea apimonitoringului în evaluarea calității mediului ambiant în diferite situri cu impact antropic în Republica Moldova, este o metodă accesibilă și comodă, menită să completeze tehnicile contemporane de estimare a calității mediului.

### **Recomandări practice**

1. Pentru aprecierea calitatății mediului ambiant, se recomandă procedeul ce prevede evaluarea gradului de poluare a mediului cu metale grele, prin intermediul polenului.

2. Pentru practicarea apiculturii ecologice, se recomandă apicultorilor interesați evaluarea prealabilă a gradului de poluare a mediului ambiant cu metale grele prin analiza polenului colectat de albine.

3. Datele privind conținutul metalelor grele și al pesticidelor în componentele mediului și în produsele apicole analizate sunt recomandate organizațiilor de protecție a mediului ambiant și a sănătății publice pentru completarea bazei de date a monitoringului ecotoxicologic.

## BIBLIOGRAFIE

1. Gliga O. Conținutul reziduurilor de pesticide organoclorurate în componentele mediului ambiant. În: *Intellectus* Nr. 2/2015. ISSN 1810-7079, p.103-112.
2. Gliga O., Cebotari V., Buzu I. Conținutul metalelor grele în miere și propolis. In: *Buletinul Academiei*. Nr.3(327), 2015. ISSN 1857-064X, p. 98-110.
3. Gliga O. Conținutul metalelor grele în componentele mediului din zona de centru a Republicii Moldova. În: *Studia Universitates Moldaviae. Seria Științe reale și ale naturii* Nr. 6(86), 2015. ISSN 1814-3237. p. 58-67.
4. Leu V. Transportul și mediul înconjurător. În: *Impactul transporturilor asupra mediului ambiant*. Chișinău, 2008. p. 69-75.
5. Metode de determinare a reziduurilor pesticidelor în produsele alimentare, furajere în mediul înconjurător. Îndrumar. Alcăt: Lazări I. ș.a. Vol. I. Chișinău, 2000. 496 p.
6. Metode de determinare a reziduurilor pesticidelor în produsele alimentare, furajere în mediul înconjurător. Îndrumar. Alcăt: Lazări I. ș.a. Vol. II. Chișinău, 2000. 416p.
7. Mustea M., Pigovici M., Protecția aerului atmosferic. În: *Anuarul IES – 2011 „Protecția mediului în Republica Moldova”/Inspectoratul Ecologic de Stat*, Chișinău, 2012, p. 35-52.
8. Plesca V. s. a. Poluanți organici persistent în Republica Moldova: probleme, abordari, solutii, realizari. În: *Mediul ambiant* Nr.5(41), Chișinău, 2008, p.16-19
9. Propolisul. Cercetări științifice și păreri cu privire la compoziția, caracteristicile și utilizările sale în scopuri terapeutice. *Apimondia*. București, 1975. 215 p.
10. SM SR EN 14084-2006. Produse alimentare. Determinarea microelementelor. Determinare plumb, cadmiu, zinc, cupru și fier prin spectrometrie de absorbție atomică (SAA) după digestie cu microunde. Standard Moldovean, Chișinău, 2006.
11. SM SR EN 14083-2006. Produse alimentare. Determinarea microelementelor. Determinare plumb, cadmiu, crom și molibden prin spectrometrie de absorbție atomică cu cuptor de grafit (GFAAS) după digestia sub presiune, Chișinău, 2006.
12. SM SR EN 11047-2006. Calitatea solului. Determinarea cadiului, cromului, cobaltului, cuprului, plumbului, manganului, nichelului, și zincului din extracte în apă regală. Metode prin spectrometrie de absorbție atomică în flacără și cu atomizare electrotermică.
13. Starea mediului în Republica Moldova în 2007-2010 (Raport Național). Caracterizarea generală a mediului natural. Chișinău: Nova-Imprim SRL, 2011. 192 p.
14. Tăriță A. Distribuția substanțelor organohalogenate și a metalelor grele prioritare în solurile Republicii Moldova. Autoreferatul Tezei de doctor în științe biologice. Chișinău, 1998. 28 p.
15. Гигиенические Требования Безопасности и Пищевой Ценности Пищевых Продуктов Санитарно-Эпидемиологические Правила и Нормативы СанПиН 2.3.2.1078-01 (Зарегистрировано в Минюсте РФ 22 марта 2002 г. N 3326).
16. Гробов О. Пчелы индикаторы окружающей среды. В: *Пчеловодство*, № 12. 1989. с. 2-5.
17. Еськов Е. и др. Аккумуляция тяжелых металлов в теле пчел /*Пчеловодство*. №2. 2006. с.14-16.
18. Кодесь Л., Бычков Н. Миграция тяжелых металлов в продуктах пчеловодства. журнал "Пчеловодство". № 3, 2010. с. 13-16.
19. Кирилюк В. Микроэлементы в компонентах биосферы Молдовы. Ch: Pontos, 2006.156с.

20. Назарова Н. П., Аккумуляция токсикантов в организме пчел и мёде в условиях экологически кризисных районов Республики Татарстан. Живые и биокосные системы, №8 ISSN 2308-9709. <http://www.jbks.ru/assets/files/content/2014/issue8/article-1.pdf> (vizitat 14.09.2013)
21. Плохинский Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников. Изд. «Колос», Москва, 1969, 256 с.
22. Скребнева Л. и др. Особенности аккумуляции тяжелых металлов в медоносных пчелах различных временных генераций. Ученые записи Казанского Университета. Том.1, 2013. [http://kpfu.ru/docs/F1261125178/Том.1\\_2013.pdf](http://kpfu.ru/docs/F1261125178/Том.1_2013.pdf) (vizitat 14.06.2012)
23. Aline S. Silva et al., Study of the Cu, Mn, Pb and Zn dynamics in soil, plants and bee pollen from the region of Teresina (PI), Brazil. 2000ISSN 1678-2690 [www.scielo.br/aabc](http://www.scielo.br/aabc) (vizitat 15.02.2013).
24. Balestra V., Porrini C., Giorgio C. Bees, honey, larvae and pollen in biomonitoring of atmospheric pollution. In: *Aerobiologia*, V. 8, №1, 1992. p. 122-126.
25. Balayiannis G. and Balayiannis P. Bee honey as an environmental bioindicator of pesticides occurrence in six agricultural areas of Greece. In: *Arch Environ Contam. Toxicol.*, V. 55 (3), 2008. p. 462-470.
26. Barisic D., et al., The role of honey bees in environmental monitoring in Croatia. In *Honey Bees: Estimating the Environmental Impact of Chemicals*, 2002. p. 160-185.
27. Bogdanov S. et al. Influence of organic acids and components of essential oils on honey taste. In: *Bee Journal*. 1999.139: p. 61-63.
28. Bromenshenk J.J. Monitoring air pollution: More Work for Honeybees // *West Wild- lands* – 1985. No 3. p. 2 - 7.
29. Codex Alimentarius (1994) Codex Standard for Honey, Codex Stan 12-1981, Rev.1 (1987), Volume 11, FAO, Rome.
30. Council Directive 2001/110/EC relating to honey.
31. Crane E. Bees, honey and pollen as indicators of metals in the environment. *Bee World*, 65(1), 1984. p. 47-49.
32. Eremia N. Dabija T, Dodon I. Micro- and Macroelements Content in Soil, Plants Nectaro-Pollenifer Leaves, Pollen and Bees Body. *Animal Science and Biotechnologies*, 2010, 43 (2). p. 180-182.
33. Eremia N., Dabija T., Dodon I. Study of dynamics of heavy metals in soil plants, bee products and bee body. In: *Buletin UASVM Animal Science and Biotechnologies*, 67 (1-2), Cluj Napoca, 2010. p. 183-187.
34. Fairbrother A. Framework for Metal Risk Assessment In: *Ecotoxicology and Environmental Safety* 68: 2007. p. 145-227.
35. Gliga O. The content of heavy metals in the bees body depending on location area of hives. In: *Scientific International Symposium. „Soil and food, resources for healthy living” 22-24 October 2015, Iasi, Romania.* p. 100-106.
36. Gliga O., Cebotari V., Buzu I. Corelation between the content of heavy metals (Pb, Cd, Cu) in the bee products and bee body. In: *Scientific International Symposium. „Soil and food, resources for healthy living” 22-24 October 2015, Iasi, Romania.* p. 126-132.
37. Jones K.C. Honey as an indicator of heavy metal contamination // *Water Air Soil Pollut.* V. 33. № ½, 1987. p. 179-189.
38. Porrini C. et al. Use of honey bees as bioindicators of evoronmental pollution in Italy. In: *Honey bees: The Environmental Impact of Chemicals*. London, 2002, p. 186 – 247.
39. In: *Apiacta* 38, 2003. p. 63-70.
40. Porrini C., et al. The death of honey bees and environmental pollution by pesticides, the honey bees as biological indicators. In: *Bulletin of Insectology* 56 (1), 2003. p. 147-152.

41. Ruschioni S. et al. Biomonitoring with Honeybees of Heavy Metals and Pesticides in Nature Reserves of the Marche Region (Italy). In: Biological Trace Element Research 154 (2) Pub Med, 2013. p. 226-233.
42. Senczuk W., et al. Toxicology. Warsaw. Medical Publishing House PZWL, Edit. IV, 2002. pp. 470-478, 482-484, 490-498, 506-509.

## LISTA LUCRĂRILOR ȘTIINȚIFICE PUBLICATE LA TEMA TEZEI

### 1. Articole în diferite reviste științifice

**1.1.** în reviste din Registrul Național al revistelor de profil, de categoria B

1. **Gliga O.** Biomonitorizarea mediului prin intermediul Apis Mellifera L. În: Intellectus, Nr. 2/2013. ISSN 1810-7079. p. 86-90. 0,30 c.a.
2. **Gliga O.** Conținutul reziduurilor de pesticide organoclorurate în componentele mediului ambiant. În: Intellectus Nr. 2/2015. ISSN 1810-7079, p.103-112. 0,72 c.a.
3. **Gliga O.,** Cebotari V., Buzu I. Conținutul metalelor grele în miere și propolis. În: Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Nr.3(327), 2015. ISSN 1857-064X, p. 98-110. 0,84 c.a.
4. **Gliga O.** Conținutul metalelor grele în componentele mediului din zona de centru a Republicii Moldova. În: Studia Universitates Moldaviae. Seria Științe reale și ale naturii Nr. 6(86), 2015. ISSN 1814-3237. p. 58-67. 0,80 c.a.

### 2. Materiale/teze la forurile științifice

**2.1.** conferințe internaționale în republică:

5. **Gliga. O.** Apis mellifera and their products bioindicators of environment. In: Actual problems of protection and sustainable use of the animal world diversity. International Conference of Zoologist. Chisinau: Institute of Zoology, 2011. p. 115-117. 0,11 c. a.
6. **Gliga O.** Some aspects of propolis contamination. In the: Actulal problems of protection of sustainable use of the animal world diversity. VIII-th International conference of Zoologists. 10-12 October 2013. p. 96-97. 0,05 c.a.

**2.2.** conferințe cu participare internațională:

7. **Gliga O.** The content of heavy metals in the bees body depending on location area of hives. In: Scientific International Symposium. „Soil and food, resources for healthy living” 22-24 October 2015, Iasi, Romania. ISSN-L 1454-7368, p. 100-106. 0,51 c.a.
8. **Gliga O.,** Cebotari V., Buzu I. Corelation between the content of heavy metals (Pb, Cd, Cu) in the bee products and the bees body. In: Scientific International Symposium. „Soil and food, resources for healthy living” 22-24 October 2015, Iasi, Romania. ISSN-L 1454-7368, p. 126-132. 0,53 c.a.

### 3. Materiale la saloanele de invenții:

1. Expoziția Internațională Specializată „INFOINVENT-2015”, Chișinău, Republica Moldova, 25-28 noiembrie 2015. - Medalie de bronz.

## ADNOTARE

**Gluga Olesea „Apimonitoringul calității mediului ambiant în zona de centru a Republicii Moldova”,** teză de doctor în științe biologice, or. Chișinău, 2016.

Teza conține: Introducere, 4 capitole, concluzii generale și recomandări, 219 referințe bibliografice, 9 anexe, 115 pagini de text de bază, 39 tabele și 12 figuri. Rezultatele obținute sunt publicate în 8 lucrări științifice.

**Cuvinte - cheie:** monitoring, mediu, poluare, *Apis mellifera*, metale grele, pesticide.

**Domeniul de studiu:** Ecologie.

**Scopul lucrării:** Dezvoltarea biomonitoringului calității mediului ambiant în Republica Moldova prin intermediul *Apis mellifera* L. și a produselor ei, elaborarea unor propuneri de evaluare/estimare a nivelului de poluare a ecosistemelor naturale și antropizate.

**Obiectivele lucrării:** Determinarea conținutului metalelor grele (*Pb*, *Cd*, *Cu*) în componentele mediului (sol, apă, flori) și componentele apicole (corp albine, polen, miere, propolis); determinarea reziduurilor de pesticide (organoclorurate, organofosforice și piretroide) în componentele mediului și componentele apicole; elucidarea corelației poluării mediului ambiant cu conținutul poluanților în corpul albinei melifere și produsele ei; cercetarea influenței poluanților asupra viabilității și productivității familiilor de albine; elaborarea propunerilor de evaluare a calității mediului ambiant.

**Noutatea și originalitatea științifică.** În premieră pentru Republica Moldova a fost efectuată o cercetare științifică complexă de monitorizare a calității mediului prin intermediul albinei melifere privind conținutul și distribuția metalelor grele (*Pb*, *Cd*, *Cu*) și pesticidelor (organoclorurate, organofosforice și piretroide) în componentele mediului și componentele apicole în situri cu diferit impact antropic. A fost studiată influența metalelor grele asupra viabilității și productivității familiilor de albine. A fost elucidată relația concentrației metalelor grele și pesticidelor în componentele mediului și concentrația acestora în corpul albinelor și produselor apicole.

**Problema științifică importantă soluționată** constă în dezvoltarea apimonitoringului calității mediului ambiant, astfel că ne-am propus elaborarea unui procedeu de evaluare a nivelului de poluare a mediului ambiant, fapt ce a permis la sporirea obiectivității evaluării și accesibilității largi de utilizare (a acestui procedeu) de către persoanele interesate (apicultori, agricultori, ecologiști, asociații turistice etc).

**Semnificația teoretică.** În rezultatul cercetărilor s-au acumulat noi cunoștințe privind conținutul și distribuția metalelor grele în componentele mediului (sol, apă, floră), albine și produsele apicole (polen, miere, propolis) din situri cu diferit impact antropic.

**Valoarea aplicativă a lucrării.** Rezultatele cercetărilor pun baza biomonitoringului ecologic și evaluarea nivelului de poluare a mediului ambiant, utilizând pentru aceasta albina meliferă și produsele ei.

**Implementarea rezultatelor științifice.** În baza cercetărilor efectuate a fost elaborat un procedeu de evaluare a gradului de poluare a mediului ambiant cu metale grele prin intermediul unor produse apicole (polenul) și realizate 5 implementări.



## АННОТАЦИЯ

**Глига Олеся "Апимониторинг качества окружающей среды в центральной зоне Республики Молдова".** Диссертация на соискание учёной степени доктора биологических наук. Кишинев, 2016.

Работа состоит из: введения, 4-х глав, выводов и рекомендаций, 219 библиографических ссылок, 9 приложений, 115 страниц основного текста, 39 таблиц и 12 рисунков. Полученные результаты были опубликованы в 8 научных работах.

**Ключевые слова:** мониторинг, окружающая среда, загрязнение, *Apis mellifera*, тяжелые металлы, пестициды.

**Область исследования:** Экология.

**Цель исследования:** Развитие биомониторинга состояния окружающей среды в Республике Молдова на примере пчел *Apis mellifera* L. и продуктов пчеловодства, разработка предложений для оценки уровня загрязнения природных и антропогенных экосистем.

**Задачи исследования:** Определение содержания тяжелых металлов (*Pb*, *Cd*, *Cu*) и пестицидов (хлорорганических, фосфорорганических и пиретроидов) в составе компонентов окружающей среды (почве, воде, цветах), в организме пчел и продуктах пчеловодства; установление корреляции загрязнения окружающей среды с содержанием поллютантов в медоносной пчеле и продуктах пчеловодства; изучение влияния загрязняющих веществ на жизнедеятельность пчелиных семей и их продуктивность; разработка предложений для оценки качества окружающей среды.

**Научная новизна:** Впервые в Республике Молдова было выполнено научное исследование по комплексному мониторингу качества окружающей среды с помощью медоносных пчел, по содержанию и распространению тяжелых металлов (*Pb*, *Cd*, *Cu*) и пестицидов (хлорорганических, фосфорорганических и пиретроидных) в компонентах окружающей среды (почве, воде, цветах), в пчелах и продуктах пчеловодства (пыльце, меде и прополисе), в зонах с различным антропогенным влиянием. Было изучено влияние тяжелых металлов на жизнеспособность и продуктивность пчелиных семей. Была выявлена связь концентрации тяжелых металлов и пестицидов в составе компонентов окружающей среды и их содержания в организме пчел и продуктах пчеловодства.

**Важная научная задача, решенная в данной работе,** состоит в развитии апимониторинга качества окружающей среды, что привело к разработке способа оценки уровня загрязнения окружающей среды, увеличивающего объективность такой оценки, что дает широкий доступ к использованию этого способа заинтересованными лицами (пчеловодами, фермерами, экологами и т.д.).

**Теоретическая значимость работы.** В результате проведенных научных исследований были накоплены новые знания по содержанию и распространению тяжелых металлов в компонентах окружающей среды (почве, воде, цветах), в пчелах и в продуктах пчеловодства (пыльце, меде, прополисе), в зонах с разным антропогенным воздействием.

**Практическая важность работы.** Результаты исследования закладывают основу экологического биомониторинга и могут быть применены для оценки степени загрязнения окружающей среды, используя знания о содержании поллютантов в медоносной пчеле и продуктах пчеловодства.

**Внедрение научных результатов.** На основании проведенных исследований был разработан способ объективной оценки степени загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами, используя как биоиндикатор продукт пчеловодства (пыльцу), который был внедрен в 5 районах республики.

## ANNOTATION

**Gluga Olesea. „Apimonitoring the environmental quality in the central area of the Republic of Moldova".** Thesis of PhD in Biology. Chişinău, 2016.

The thesis consists of: introduction, four chapters, conclusions and recommendations, and also contains 219 references, 9 annexes. It is presented on 115 pages of basic text, 39 tables and 12 figures. The obtained results are published in 8 scientific papers.

**Keywords:** monitoring, environment, pollution, *Apis mellifera*, heavy metals, pesticides.

**Field of the study:** Ecology.

**The aim of the study:** Development the bio monitoring of environmental quality in the Republic of Moldova through *Apis mellifera* L. and their products, elaboration of some proposals for evaluation the pollution levels of natural and anthropogenic ecosystems.

**Objectives:** Determination the contents of heavy metals (*Pb*, *Cd*, *Cu*) and pesticides residues (organochlorine, organophosphate and pyrethroid) in the environmental components, in the bees body and in the beekeeping products; establishing the correlation of environmental pollution with honey bee and its products; studying the influence of pollutants on vital activity of bee families and their productivity; elaboration of proposals for environmental quality assessment.

**Scientific novelty and originality.** For the first time in the Republic of Moldova, it was performed a complex scientific research for monitoring environmental quality through honeybee regarding the content and distribution of heavy metals (*Pb*, *Cd*, *Cu*) and pesticides (organochlorine, organophosphate and pyrethroid) in the environmental components (soil, water, flowers), bees and bee products (pollen, honey and propolis) in areas with different anthropic impact. It was studied the influence of heavy metals on the bees families viability and productivity. It was elucidated the relationship of heavy metals and pesticides concentration in the environmental components and their concentration in the bees body and bee products.

**The scientific problem solved in the thesis,** consist in the development of apimonitoring for the estimation of the environmental quality, which has led to the the elaboration of a method that increases the objectivity of assessing the degree of environmental pollution, which allowed a wide user accessibility by concerned persons (beekeepers, farmers, ecologists etc.).

**Theoretical significance of the study:** the scientific research results have been completed with new knowledge on the content and distribution of heavy metals in the environmental components (soil, water, flora), bees and bee products (pollen, honey, propolis) in areas with different anthropic impact.

**The practical value.** The research results have laid the basis for ecological monitoring and assess the levels of environmental pollution, using honey bee and its products.

**Implementation of scientific results.** Based on the performed research, it has been developed a method for assessing the degree of environmental pollution with heavy metals through bee product (pollen) and realised 5 implementation.

**GLIGA OLESEA**

**APIMONITORINGUL CALITĂȚII MEDIULUI AMBIANT  
ÎN ZONA DE CENTRU A REPUBLICII MOLDOVA**

166.01. Ecologie

Autoreferatul tezei de doctor în științe biologice

---

Aprobat spre tipar: 08.04.2016

Formatul hârtiei 60x 84 1/16

Hârtie ofset. Tipar ofset.

Tiraj 80 ex.

Coli de tipar: 1,0 coli de autor

Comanda nr. 135

---

Tipografia „STILCO” MD-2028, Chișinău, str. Kiev 6/1