

CONȚINUTUL UNOR METALE GRELE ÎN POLENUL COLECTAT DE ALBINELE MELIFERE ȘI LEGĂTURA ACESTUIA CU FACTORII MEDIULUI AMBIANT

Valentina CEBOTARI, Olesia GLIGA, Ion BUZU

Institutul de Zoologie al AȘM

În lucrare sunt expuse rezultatele cercetării concentrațiilor de metale grele (MG): *Pb*, *Cd* și *Cu* în componentele mediului ambiant (sol, flori), prelevate din raza de zbor a albinelor, și în polen, prelevat din colectoarele atașate la stupi. A fost constatat că cel mai mare conținut de MG (cu excepția *Cu*) a fost înregistrat în polenul colectat din situl industrial, iar *Cu* – din situl agricol, cea mai redusă concentrație de MG fiind înregistrată în polenul colectat din situl forestier. Concentrațiile de MG în polenul cercetat nu a depășit limita maximă admisibilă stabilită în normele europene. Între concentrația de MG în componentele mediului și în polen există o corelație liniară, pozitivă destul de strânsă. Coeficienții de corelare Pearson (r_{xy}) au constituit: la *Pb*=0,96; la *Cd*=0,99 și la *Cu*=0,92. Prin utilizarea polenului în calitate de bioindicator, a fost elaborat un procedeu de evaluare a gradului de poluare a mediului ambiant cu MG, înregistrat de AGEPI ca invenție.

Cuvinte-cheie: metale grele, polen, flori, sol, procedeu, evaluare, calitatea mediului.

THE CONTENT OF SOME HEAVY METALS IN POLLEN COLLECTED BY HONEY BEES AND ITS RELATION WITH ENVIRONMENTAL FACTORS

In this paper are exposed results of research of heavy metal concentrations (HM): *Pb*, *Cd* and *Cu* in environmental components (soil, flowers), have been taken from the flying range of bees and the pollen have been taken from collectors attached to the hives. It was found, that the highest content of HM (except *Cu*) has been recorded in pollen collected from the industrial site, but *Cu*- from the agricultural site and, the lowest concentration of HM has been recorded in pollen collected from the forest site. The HM concentrations in investigated pollen has not exceeded the maximum allowable established by European standards. Between the concentration of heavy metals in environmental components and pollen there is a positive fairly close linear correlation. The Pearson correlation coefficient (r_{xy}) were: at the *Pb*=0,96; at the *Cd*=0,99 and at the *Cu*=0,92. By using the pollen as bio indicator, has been developed a process for assessing the environmental pollution with HM, registered by AGEPI as invention.

Keywords: heavy metals, pollen, flowers, soil, process, evaluation, environmental quality.

Introducere

Grupul metalelor grele (MG) include toate metalele cu densitatea mai mare de 5 g/cm³. Majoritatea metalelor au un dublu sens în mediul ambiant [1]. Unele elemente chimice (*Fe*, *Mn*, *Cu*, *Zn*, *Mo*, *Co*, *Cr*), numite biogene, sunt nutrienți esențiali în alimentația plantelor și animalelor, manifestând un caracter toxic doar atunci când concentrația lor în mediul ambiant depășește un anumit prag [2]. Alte elemente, precum *Pb*, *Cd*, *Hg*, sunt nocive pentru plante și animale, chiar în concentrații reduse, de aceea sunt numite metale toxice. Impactul nociv al hiperconcentrației metalelor grele asupra omului și animalelor se manifestă atunci când conținutul acestora depășește concentrația maximă admisibilă (CMA) sau limita maximă admisibilă (LMA) în biocenoză și se exprimă prin dereglarea echilibrului activității vitale, creșterea incidenței bolilor sistemului nervos, cardiovasculare și cancerogene, scăderea reproducției și productivității lor. Metalele grele sunt emise în aer, apă și în sol de sursele poluante antropogene și de fenomenele naturale geologo-climatice, fiind acumulate, ulterior, de flora și fauna ecosistemelor respective.

Totodată, metalele grele biogene din componentele mediului ambiant, conținându-se în concentrații sub nivelul maxim admisibil, au un rol benefic de catalizare și menținere constantă a multiplelor procese fiziologice ale plantelor, animalelor și ale omului. În acest caz, nu putem vorbi despre poluarea mediului, deoarece prezența acestor metale grele sub nivelul CMA sau LMA are un rol esențial pentru menținerea vieții. Cercetările noastre de utilizare a unor metale biogene (*Zn*, *Mo*, *Co*, *Bi*, *Cr*) în suplimentele nutritive pentru hrana albinelor au demonstrat că ele se găsesc în natură, de regulă, în hipoconcentrații, de aceea administrarea acestora în rația albinelor contribuie la creșterea productivității lor [3-7].

Metalele grele toxice reprezintă o categorie de poluanți stabili, care, spre deosebire de poluanții organici, nu sunt biodegradabili, au caracter puțin mobil în general, de aceea persistă în compartimentele de stocare (sol, sedimente) o perioadă lungă de timp [8-10]. Una dintre problemele principale este că metalele grele au

un potențial de bioacumulare și bioamplificare, care poate conduce la creșterea persistenței poluantului în ecosistem, cu riscuri de termen lung. Prezența concentrațiilor ridicate ale metalelor toxice în sistemele ecologice, în special în cele agricole, poate cauza implicații serioase asupra sănătății animale și umane. Conform clasificării UNEP, *Pb* și *Cd* fac parte din prima clasă de pericol, purtând un caracter ubicvist de răspândire în natură [11]. De menționat că afecțiunile fiziologice în organismele vii apar ca urmare a intoxicațiilor cu metale grele doar în cazul în care conținutul acestora în componentele mediului depășesc nivelul maxim admisibil, reglementat în mare parte de noemele UE. Un studiu efectuat în Republica Moldova [12] a depistat dependența directă între conținutul de *Cd* din atmosferă și frecvența mortalității din cauza patologiilor cardiovasculare. Poluarea spațiului de zbor al albinelor cu metale grele și pulbere ale acestora provoacă toxicoze cronice la albine și reduc efectivul acestora [13].

Nivelul de poluare a mediului ambiant cu metale grele poate fi determinat prin metode fizice, chimice și bioindicatoare. Mai recent, o atenție deosebită se acordă organismelor vii ca indicatori ai poluării mediului. Bioindicatorii poluării pot fi animali și vegetali. Dintre bioindicatorii animali, în ultimul timp se pune tot mai mult accentul pe conceptul de apimonitoring [14]. Adică, prin evaluarea stării de sănătate a familiilor de albine și a calității produselor acestora s-ar putea estima gradul de poluare a mediului ambiant în diferite zone: agricole, industriale, de agrement etc. Aproape toate sectoarele de mediu (solul, apa, florile) sunt vizitate de albina meliferă. În final, o gamă vastă de produse sunt aduse în stup (nectar, polen, propolis, apă) și, odată cu ele, sunt accesați și poluanții întâlniți, contaminând prin aceasta familia de albine și produsele ei [15]. Albinele absorb poluanții direct din apă și aer, sau indirect, din polenul și nectarul colectat. Pe această cale albinele devin o sursă periculoasă de poluare a produselor apicole [13,15,16]. Potrivit unor comunicări [17-19], alături de albina meliferă, unele produse apicole (polenul, propolisul, mierea) de asemenea pot servi drept material valoros în investigarea calității mediului. Totuși, există multe controverse privind identificarea markerilor perfecți, dintre albine și produsele lor, ca bioindicatori în monitorizarea mediului. Spre exemplu, A.Roman et al. [20] consideră propolisul util în depistarea impertinențelor de mediu, iar K.Fakhimzadex și M.Lodenus [21] consideră albinele buni indicatori ai poluării cu metale grele a mediului urban și industrial.

Însă, majoritatea cercetătorilor [21-23 și al.] consideră că, dintre produsele apicole, polenul este cel mai potrivit bioindicator al mediului privind poluarea cu metale grele.

Cele mai eficiente procedee de monitorizare ecologică a conținutului de metale grele în mediul ambiant sunt cele de analiză chimică a tuturor componentelor mediului (aer, sol, apă, plante, animale etc.) prin metoda spectrometriei de absorbție atomică, efectuate frecvent și sistematic în diferite perioade ale anului, precum și cele cu utilizarea sistemelor tehnice de monitorizare, care efectuează controlul tuturor componentelor în diapazonul larg al parametrilor ce includ: grupuri de senzori pentru controlul ecologic, punctele de control și dispecerat, pupitrul dispeceratului central, stația de comunicare cosmică, precum și complexul automobilelor de acțiune operativă cu grupurile corespunzătoare de senzori [24]. Sistemele metrologice sus-menționate de măsurare și culegere a informațiilor permit evaluarea situației ecologice a unor regiuni geografice întregi, sunt extrem de laborioase, multiperiodice, durabile în timp și deosebit de costisitoare, ceea ce complică (împiedică) utilizarea lor pe larg în practică.

Întru diminuarea laboriozității și costului metodelor de evaluare ecologică a mediului ambiant, cercetătorii și-au focusat atenția în direcția aplicării metodelor indirecte de apreciere, utilizând în calitate de bioindicatori albinele melifere și produsele lor. Esența acestor metode constă în determinarea concentrațiilor de metale grele în bioindicatori prin metodele chimice de laborator și în compararea acestora cu concentrațiile de fond ale mediului. Spre exemplu, este cunoscut procedeul de evaluare a poluării mediului ambiant [25], ce include determinarea prin metoda spectrometriei de absorbție atomică a conținutului de metale grele în miere și păstură prelevate pe parcursul sezonului activității de zbor a albinelor și prin compararea acestuia cu datele literaturii privind valorile de fond, caracterizat prin aceea că, în prealabil, se prelevă de multiple ori mostre de miere și păstură pentru determinarea nivelului concentrațiilor de fond și de bază ale metalelor grele, specifice pentru regiunea respectivă, se elaborează scara (clasele) nivelurilor poluării, datele fiecărui punct de control se compară cu scara elaborată și se evaluează starea ecologică a teritoriului cercetat privitor la poluarea regiunii cu metale grele. Dezavantajul acestui procedeu constă în faptul că mierea și păstura nu sunt cele mai bune produse bioindicatoare ale mediului, deoarece: pe parcursul depozitării și maturizării în alveolele fagurelui acestea sunt supuse unor procese biologice de fermentare, transformare, conservare, iar concentrația metalelor grele se modifică (denaturează) comparativ cu produsele predecesoare culese din natură; probele de miere și păstură se

prelevă de prea multe ori pentru determinarea concentrațiilor de fond și de bază ale metalelor grele, ceea ce este destul de costisitor; comparația conținutului de metale grele în produsele apicole cu datele din literatură nu reprezintă repere oficiale, iar scara nivelurilor concentrației de fond (slab poluat) și de bază (mediu poluat) nu este comparabilă cu normele UE [26-28] sau СанПиН [29].

Din aceste considerente, în prezenta lucrare a fost propus ca scop cercetarea concentrațiilor unor metale grele (*Pb*, *Cd*, *Cu*), frecvent întâlnite în componentele mediului ambiant, și elaborarea unui procedeu auster de evaluare a gradului de poluare a mediului prin intermediul polenului colectat de albinele melifere.

Material și metode

Lucrările de cercetare au fost desfășurate pe probele componentelor de mediu ambiant (sol, flori) și de produs apicol (polen), prelevate din raza de zbor productiv al albinelor din stupinele amplasate la cules în patru situri cu diferit impact antropic, denumite simbolic: situl forestier, situl agricol, situl transport auto și situl industrial. În fiecare din aceste situri au fost amplasate câte 12 familii de albine pentru cercetare.

În situl forestier, familiile de albine au fost amplasate în Sectorul de Pădure nr.21, Cantonul nr.9, al Întreprinderii Silvice Ghidighici, mun. Chișinău. În acest sit predominau terenurile forestiere cu astfel de arbori și arbuști meliferi, cum sunt: stejarul, carpănul, frasănu, teiul, salcâmul alb, cornul, precum și unele plante erbacee spontane (trifoiul alb, sulfina etc.). Surse de poluare și activități antropice majore în raza de 3 km în jurul acestei stupine nu au fost identificate.

În situl agricol, familiile de albine au fost amplasate la marginea localității Brăviceni, raionul Orhei, unde predominau terenurile agricole cu vegetația meliferă de primăvară, cum sunt pomii fructiferi din grădinile casnice ale sătenilor și livezile plantate, rapița de toamnă și un șir de plante erbacee spontane situate pe pajiștile naturale, la marginea drumurilor și câmpurilor agricole. Principalele activități antropice și surse de poluare în acest sit au fost: activitățile agricole de protecție a livezilor, viilor și culturilor anuale agricole împotriva bolilor și dăunătorilor, terenul cu o suprafață de aproximativ 4 ha, pe care a fost amplasat cândva depozitul de pesticide (evacuat cu 2,5 decenii în urmă), tehnica agricolă care prelucrează agroceenozele adiacente, traseul național auto Chișinău - Bălți și alte surse minore.

În situl transport auto, familiile de albine au fost amplasate la marginea mun. Chișinău la o distanță de 350 m de șoseaua națională Balcani. Baza meliferă în acest sit a fost sărăcăcioasă și compusă din pomi fragmentari și arbuști meliferi din parcurile „Valea Gâștelor” și „La Izvor”, biocenoze agricole la marginea orașului și ierburi spontane naturale. Acest sit este influențat intens de traficul auto de pe traseul național cu sute de unități de transport de diferite categorii. Astfel, în orele de vârf, pe acest drum circulă peste 25 de autovehicule pe minut, sau peste 1500 de autovehicule într-o oră. Fiind îngustă, șoseaua nu permite mișcarea rapidă a traficului auto, ceea ce provoacă degajări imense de lungă durată a gazelor de așapament. În acest sector al orașului se mai află 12 stații de alimentare cu carburanți, piața comercială auto, fabrica de asfalt „Edilitate”, întreprinderea industrială SA „Topaz”, Combinatul Auto SA nr.5 etc.

În situl industrial familiile de albine au fost amplasate în apropierea străzii Industriale a mun. Chișinău. Acest sit este dominat de terenurile intravilane (63,1%), cu vegetație meliferă fragmentată și săracă. Sursele majore de poluare în acest sit fiind: transportul auto orășnesc, peste 20 de stații de alimentare cu carburanți, gazele fumigene ce vin dinspre oraș de la un șir de întreprinderi industriale, cum sunt: fabrica de sticlă, fabrica de produse chimice de uz casnic „Agurdino”, fabrica de cărămidă „Macon”, fabricile de beton armat (FEC), centralele electro-termice (CET-I și CET-II) etc.

Recoltarea probelor de sol a fost efectuată cu ajutorul burghiului la o adâncime de 0-25 cm din 12 locuri diferite din raza de zbor a albinelor. Probele de flori au fost colectate în amestec (mixte) de la diferite plante melifere, aflate la diferite distanțe de la stupină în raza de zbor a albinelor. Probele de polen au fost prelevate cu ajutorul colectorului de polen de la 12 familii de albine amplasate în situl respectiv. Conținutul de metale grele în polen a fost cercetat în doi ani consecutiv (2012, 2013). Analizele chimice de decelare a metalelor grele în componentele mediului și în polen au fost efectuate în laboratorul acreditat „Geolab” al Institutului de Geologie și Seismologie al Academiei de Științe a Moldovei. Concentrațiile de metale grele (*Pb*, *Cd*, *Cu*) în probele componentelor mediului ambiant și în polen au fost determinate prin metoda spectrometriei de absorbție atomică cu atomizare termică a elementelor în atomizator de grafit (GFAAS), folosind utilajul Analist 800f, Perkin Elmer, conform metodelor standardelor ISO: SM SR EN 11047-2006, SM SR EN 14084-2006 și SM SR EN 14083-2006 [30-32].

Relațiile dintre conținutul metalelor grele în componentele mediului (sol, flori) și în polen, în profil pe diferite situri, au fost cercetate prin determinarea coeficienților de corelație liniară a lui Pirson (r_{xy}) în softul computerizat „STATISTICA – 6”. Datele obținute în rezultatul cercetărilor au fost prelucrate conform statisticii biometrice variaționale, certitudinea lor fiind apreciată după metodele lui Н.А. Плехинский [33].

Rezultate și discuții

Polenul este un produs vegetal de complexitate înaltă, a cărui compoziție variază în mod semnificativ în conformitate cu variabilele de mediu, cum ar fi: regiunea unde este produs, flora predominantă, preferința albinelor, caracteristicile biochimice ale solului și perioada anului [2]. Din punct de vedere macroscopic, acesta este compus din grăuncioare de polen botanic, pe care albinele îl colectează de pe anterele staminelor florii, apoi este umectat cu ajutorul secreției salivare și transformat în ghemotoace, care sunt transportate în stup [34]. Polenul este considerat o substanță „curată”, dar în cazul în care mediul este poluat, atunci MG pot fi prezente în compoziția lui, uneori în concentrații semnificative [35, 36]. Două dintre principalele surse de poluare care pot fi absorbite de polen sunt: aerul atmosferic – prin particule de praf în suspensie și solul – prin absorbție și translocare [37]. În ambele cazuri, poluanții pot fi de natură organică, precum și de natură minerală. În al doilea caz, prevalarea de metale grele în minerale se datorează faptului că unele plante melifere posedă proprietăți de fitoacumulare a metalelor grele contribuind la bioamplificarea acestora [38].

Albinele lucrătoare culeg polenul de la diferite plante melifere, din diferite locuri ale ariei de zbor a sitului; astfel, acesta conține diferite concentrații de metale în dependență de mediul în care a fost cules.

Conținutul de Pb în polen. Rezultatele analizelor de laborator au demonstrat că Pb este prezent în polen în toate probele cercetate, variind în dependență de sit, de la minim – 0,072 mg/kg în situl forestier, până la 1,440 mg/kg în situl industrial (Tab.1).

Tabelul 1

Conținutul de Pb în polen, mg/kg

Denumirea sitului experimental	Concentrația medie, $M \pm m$	Min - max	Diferența față de situl forestier		t_d	p
			d	%		
anul 2012						
Situl forestier	0,224 ± 0,031	0,093 - 0,412				
Situl agricol	0,267 ± 0,024	0,153 - 0,422	0,043	19,2	1,09	> 0,1
Situl transport auto	0,798 ± 0,061	0,493 - 1,110	0,574	256,2	8,42	< 0,001
Situl industrial	0,840 ± 0,085	0,472 - 1,440	0,616	275,0	6,84	< 0,001
anul 2013						
Situl forestier	0,176 ± 0,021	0,072 - 0,297				
Situl agricol	0,208 ± 0,020	0,094 - 0,305	0,032	18,2	1,11	> 0,1
Situl transport auto	0,717 ± 0,052	0,573 - 1,09	0,541	307,4	10,02	< 0,001
LMA, UE*	3,0					
LMA, MD	3,0					

Notă: *Regulamentul CE 1881/2006 [39]; HG nr.520 din 22.06.2010 [40]

Examinând datele din anul 2012, am constatat că cea mai mare concentrație de Pb a fost înregistrată în polenul colectat din siturile industriale (0,840±0,085 mg/kg) și transport auto (0,798±0,061 mg/kg), iar cea mai scăzută – în polenul colectat din siturile forestiere (0,224±0,031 mg/kg) și agricole (0,267±0,024 mg/kg). Concentrația de Pb în polenul colectat din siturile industriale și transport auto depășea nivelul în polenul colectat din situl forestier, respectiv, cu 0,616 și cu 0,574 mg/kg, sau de 3,75 și de 3,56 ori ($t_d = 6,84$ și $8,42$; $P < 0,001$).

O situație similară a fost constatată și în anul 2013, în care concentrația de Pb în polenul colectat din situl transport auto (0,717±0,052 mg/kg) a fost semnificativ mai mare, comparativ cu cea în polenul colectat din siturile forestiere (0,176±0,021 mg/kg) și agricole (0,208±0,020 mg/kg), respectiv, cu 0,541 și cu 0,509 mg/kg sau de 4,1 și de 3,4 ori ($t_d = 10,0$ și $9,1$; $P < 0,001$).

Variabilitatea concentrației de Pb colectat din diferite situri se explică, după noi, prin influența asupra mediului ambiant a diferitelor surse emițătoare de poluanți din aceste zone, cum sunt transportul auto, întreprinderile industriale emițătoare de gaze de diferită proveniență.

Rezultate asemănătoare au fost relatate și de savanții italieni M.Conti și F.Botre [23], care au studiat conținutul de *Pb* în polen în diferite zone, obținând în probele de polen concentrații de la 20,0 până la 159 $\mu\text{g}/\text{kg}$ în siturile nepoluate și de la 115 până la 335 $\mu\text{g}/\text{kg}$ în siturile poluate (influențate de industrie și de fluxul de transport auto).

Ținem să menționăm că concentrația de *Pb* în polenul colectat de noi în toate siturile cercetate nu depășește limitele maxime admisibile de standardele Uniunii Europene (Regulamentul CE nr.1881/2006, [39]), cele moldovenești (HG 520, [40]), precum și cele rusești (СанПиН 42-123-4089–86 [29]). Prin urmare, putem concluziona că mediul ambiant din siturile cercetate de noi nu au fost poluate cu metalul greu *Pb*, iar concentrațiile acestuia înregistrate în polen au fost mult sub nivelul maxim admisibil, neprezentând careva pericole de alertă.

Conținutul de *Cd* în polen. În ambii ani de cercetare în toate probele de polen colectate a fost depistată prezența metalului greu *Cd*, în diferită concentrație, variind, în dependență de sit, de la minim 0,007 mg/kg în situl forestier până la 0,125 mg/kg în situl industrial (Tab.2).

Tabelul 2

Conținutul de *Cd* în polen, mg/kg

Denumirea sitului experimental	Concentrația medie, $M \pm m$	Min - max	Diferența față de situl forestier		t_d	P
			d	%		
anul 2012						
Situl forestier	0,026 \pm 0,003	0,008 - 0,052				
Situl agricol	0,038 \pm 0,003	0,021 - 0,055	0,012	46,2	2,85	< 0,01
Situl transport auto	0,043 \pm 0,008	0,009 - 0,110	0,017	65,4	2,12	< 0,05
Situl industrial	0,061 \pm 0,010	0,006 - 0,125	0,035	134,6	3,50	< 0,001
anul 2013						
Situl forestier	0,018 \pm 0,003	0,007 - 0,037				
Situl agricol	0,027 \pm 0,002	0,016 - 0,105	0,009	50,0	2,50	< 0,01
Situl transport auto	0,036 \pm 0,006	0,010 - 0,083	0,018	100,0	2,68	< 0,01
LMA, UE*	1,0					
LMA, MD	1,0					

Notă: *Regulamentul CE 1881/2006 [39]; HG nr. 520 din 22.06.2010 [40]

În anul 2012 de studiu, concentrația de *Cd* în polenul colectat din siturile industrial (0,061 \pm 0,010 mg/kg) și transport auto (0,043 \pm 0,008 mg/kg) a fost semnificativ mai mare, comparativ cu cea din polenul colectat din situl forestier (0,026 \pm 0,003 mg/kg) cu 0,035 și cu 0,017 mg/kg sau de 2,35 și de 1,65 ori ($t_d = 3,5$ și 2,1 ori; $P < 0,001$ și $P < 0,05$).

Concentrația de *Cd* în polenul colectat din situl agricol (0,038 \pm 0,003 mg/kg) a ocupat o poziție intermediară între concentrațiile acestui metal în siturile forestier și transport auto și este semnificativ mai mare, comparativ cu cea din polenul colectat în situl forestier, cu 0,012 mg/kg sau 46,2% ($t_d = 2,85$; $P < 0,01$).

O situație similară a fost constatată și în anul 2013, în care concentrația de *Cd* în polenul colectat din situl transport auto (0,036 \pm 0,006 mg/kg) și situl agricol (0,027 \pm 0,002 mg/kg) a fost semnificativ mai mare, comparativ cu cea din situl forestier (0,018 \pm 0,003 mg/kg), respectiv cu 0,018 și cu 0,009 mg/kg sau 100,0% și 50,0% ($t_d = 2,68$ și 2,50; $P < 0,01$).

După noi, concentrația mai mare de *Cd* din polenul colectat din siturile industrial și transport auto se explică prin prezența în siturile respective a surselor emițătoare de *Cd*, cum sunt: vulcanizarea anvelopelor și gazele fumigene industriale. În situl agricol, emisia de *Cd* a fost provocată de pesticidele și îngrășămintele folosite în agricultură, de arderea deșeurilor necontrolate etc.

Asemenea rezultate au fost relatate în anul 2000, în mai multe regiuni ale Italiei, de către cercetătorii M.Conti și F.Botre [23], care au înregistrat concentrații de *Cd* în polen de la 15 până la 81,3 $\mu\text{g}/\text{kg}$ în siturile nepoluate (zone izolate) și de la 15 până la 90,1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ în siturile poluate (în apropierea zonelor industriale).

În încheiere, putem constata că atât în anul 2012, cât și anul 2013 nu au fost depistate concentrații de *Cd* în polen peste limita maximă admisibilă stabilită de normele europene. Aceasta demonstrează că mediul ambiant din siturile cercetate de noi nu erau poluate cu metalul greu *Cd*.

Conținutul de Cu în polen. Dat fiind faptul că Cu este un metal biogen, prezența acestuia a fost constatată, după cum ne așteptam, în toate probele de polen analizate, variind, în concentrații mult mai înalte decât Pb și Cd, de la minim 5,63 mg/kg în situl forestier până la maximum 14,96 mg/kg în situl agricol (Tab.3).

Astfel, în anul 2012 concentrația de Cu în polenul colectat din situl agricol ($13,17 \pm 0,8$ mg/kg) a fost mai mare, comparativ cu cea în polenul colectat din siturile forestier ($7,97 \pm 0,42$ mg/kg) și transport auto ($10,75 \pm 0,42$ mg/kg), respectiv, cu 5,20 și cu 2,42 mg/kg, sau 65,0 și 22,5% ($t_d = 5,8$ și $2,7$; $P < 0,001$ și $P < 0,01$). Concentrația de Cu în polenul colectat din situl industrial ($11,93 \pm 0,58$ mg/kg) a fost, de asemenea, mai mare decât cea în polenul din situl forestier cu 3,96 mg/kg, sau 49,7% ($t_d = 5,53$; $P < 0,001$).

În anul 2013, concentrația de Cu în polenul colectat din situl agricol ($12,07 \pm 0,44$ mg/kg) a fost, de asemenea, semnificativ mai mare, comparativ cu concentrația în polenul colectat din situl forestier, cu 4,89 mg/kg, sau 68,1% ($t_d = 10,2$; $P < 0,001$).

Tabelul 3

Conținutul de Cu în polen, mg/kg

Denumirea sitului experimental	Concentrația medie, $M \pm m$	Min - max	Diferența față de situl forestier		t_d	P
			d	%		
anul 2012						
Situl forestier	$7,97 \pm 0,42$	5,63 - 10,63				
Situl agricol	$13,17 \pm 0,80$	8,66 - 16,55	5,20	65,2	5,75	< 0,001
Situl transport auto	$10,75 \pm 0,42$	8,43 - 13,86	2,78	34,9	4,68	< 0,001
Situl industrial	$11,93 \pm 0,58$	8,82 - 14,61	3,96	49,7	5,53	< 0,001
anul 2013						
Situl forestier	$7,18 \pm 0,20$	6,04 - 8,22				
Situl agricol	$12,07 \pm 0,44$	9,82 - 14,96	4,89	68,1	10,2	< 0,001
Situl transport auto	$11,29 \pm 0,41$	9,18 - 13,15	4,11	57,2	9,01	< 0,001
LMA, Сан ПИИ*	15					

Notă: *СанПиИ 42-123-4089-86 [29]. Normele UE și MD nu reglementează conținutul de Cu în polen.

La fel, o diferență semnificativă mare a fost înregistrată între concentrația de Cu în polenul colectat din situl transport auto ($11,29 \pm 0,41$ mg/kg) și cel din situl forestier ($7,18 \pm 0,20$ mg/kg), depășind în primul sit cu 4,11 mg/kg sau 57,2% ($t_d = 9,11$; $P < 0,001$).

Mai evident, conținutul metalelor studiate în polen poate fi vizualizat în Figura 1.

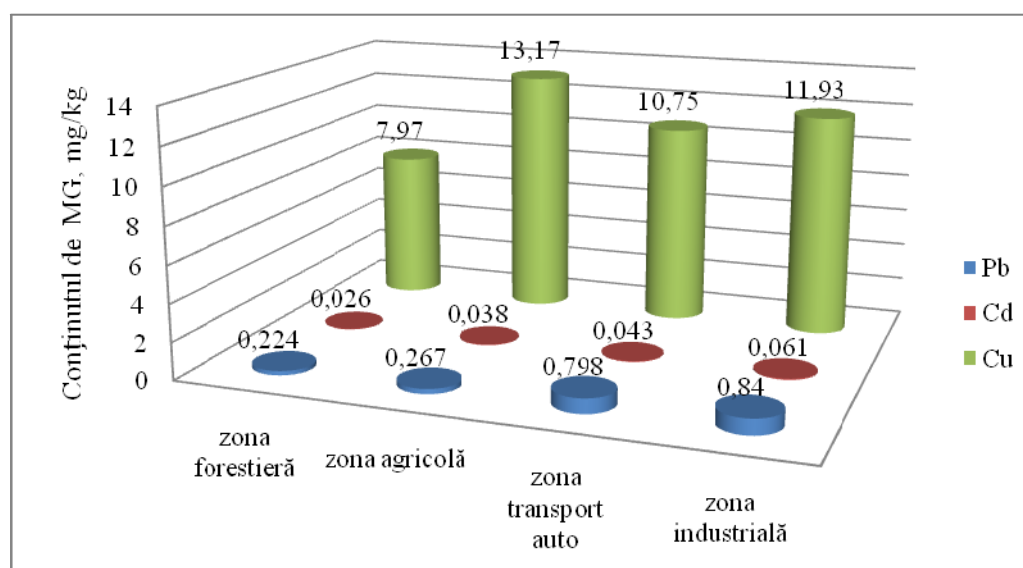


Fig.1. Conținutul mediu de Pb, Cd și Cu în polenul colectat din situri cu diferit impact antropic.

Din diagramă se vede că, dintre metalele cercetate, cea mai mare concentrație în polenul din toate siturile o are *Cu*, după care urmează *Pb* și apoi *Cd*. Concentrațiile mai ridicate de *Cu*, înregistrate în situl agricol în ambii ani de cercetare, pot fi explicate prin aplicarea sistematică de către cultivatorii de vii, livezi și legume a multiplelor tratamente cu preparate chimice cuprifforme, prin intermediul cărora a fost diseminat acest metal în componentele mediului ambiant, din care a ajuns și în polenul colectat de albine.

Rezultate asemănătoare au obținut și cercetătorii din Finlanda, K.Fakhimzadex și M.Lodenius [21], care au depistat concentrații de *Cu* în polen în limitele de 6,8–12 mg/kg în siturile nepoluate și de 7,8–19 mg/kg în siturile poluate (industrie, agricultură). Concentrații cu mult mai mari de *Cu* în polen, și anume: de 24,18±0,44 mg/kg au fost înregistrate de către A.Yahya et al. [19] în siturile agricole.

În condițiile Republicii Moldova, cercetări privind utilizarea albinei melifere și a produselor apicole în monitorizarea poluării mediului cu metale grele au fost efectuate doar sporadic de unii cercetători. Spre exemplu, I.Minceva [41] a determinat conținutul de *Pb* în flori și în miere, însă fără o analiză a corelațiilor acestora între ele.

La fel și cercetătorii N.Eremia et al. [42] au studiat conținutul de micro- și macroelemente în sol, frunzele plantelor melifere, albine și produsele lor, însă fără o analiză complexă și o comparație a valorilor acestor concentrații cu normele UE.

Generalizând rezultatele noastre privind conținutul de MG în polen, putem afirma că în ambii ani de cercetare cea mai mică concentrație de MG a fost înregistrată în polenul colectat din situl forestier și cea mai mare concentrație a acestor metale (cu excepția *Cu*) a fost constatată în polenul colectat din siturile industrial și transport auto. 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.

Concentrații de MG ce depășesc limita maximă admisibilă stabilită de normele naționale și internaționale nu au fost înregistrate. Aceasta ne permite să afirmăm că mediul ambiant din siturile cercetate de noi nu a fost poluat cu metalele grele *Pb*, *Cd*, *Cu*.

Relația conținutului de MG în componentele mediului (sol, flori) și în polen

Trăsătura principală a metalelor grele este pătrunderea lor în mediul ambiant, migrarea și acumularea în lanțul trofic: sol–apă–flori–polen–miere–albine–ceară. Rezultatele cercetărilor demonstrează că odată cu creșterea concentrației de metale grele în sol crește și concentrația acestora în întreg lanțul trofic, inclusiv în polen (Tab.4).

Tabelul 4

Relația conținutului de MG în componentele mediului (sol, flori) și în polen,
($M \pm m$), mg/kg

Componente	Situl forestier	Situl agricol	Situl transport auto	Situl industrial	Norma CMA, LMA	
					mg/kg	Standard
<i>Pb</i>						
Sol	11,34±0,54	11,96±0,78	13,12±0,68	13,53±0,78	32,0	MD
Flori	0,117±0,025	0,211±0,021	0,228±0,039	0,252±0,029	0,3	UE
Polen	0,224±0,031	0,267±0,024	0,798±0,061	0,840±0,085	3,0	UE
<i>Cd</i>						
Sol	0,154±0,008	0,170±0,018	0,194±0,014	0,239±0,023	5,0	MD
Flori	0,021±0,005	0,029±0,005	0,040±0,014	0,057±0,011	0,2	UE
Polen	0,026±0,003	0,038±0,003	0,043±0,008	0,061±0,010	1,0	UE
<i>Cu</i>						
Sol	15,74±0,81	24,48±1,40	19,81±1,65	26,56±2,35	100	MD
Flori	7,85±0,70	10,97±1,14	9,99±0,58	12,02±0,77	10	СанПиН
Polen	7,97±0,42	13,17±0,80	10,75±0,42	11,93±0,58	15	СанПиН

Rezultatele cercetării demonstrează că acumularea *Pb* în flori este influențată evident de concentrația acestuia în sol. Odată cu creșterea concentrației de *Pb* în sol crește semnificativ concentrația acestui metal în flori și în polen. Din datele tabelului se vede că, odată cu creșterea concentrației de *Pb* în sol – de la 11,34±0,54 mg/kg în situl forestier până la 13,53±0,78 mg/kg în situl industrial, crește concomitent concen-

trația *Pb* în aceste situri în flori – de la $0,117 \pm 0,025$ mg/kg până la $0,252 \pm 0,029$ mg/kg și în polen – de la $0,224 \pm 0,031$ mg/kg până la $0,840 \pm 0,085$ mg/kg. Asemenea corelație se manifestă și între concentrația de *Pb* în flori și concentrația acestui metal în polen.

Din tabel se vede că odată cu creșterea conținutului de *Pb* în flori de la $0,117 \pm 0,025$ mg/kg în situl forestier până la $0,252 \pm 0,029$ mg/kg în situl industrial crește concomitent și conținutul de *Pb* în polen – de la $0,224 \pm 0,031$ mg/kg până la $0,840 \pm 0,085$ mg/kg. Prin urmare, analiza datelor sus-menționate demonstrează că între concentrația de *Pb* în componentele mediului (sol, flori) și concentrația acestui metal în componentele apicole (polen) există o corelație directă și pozitivă destul de strânsă.

Cercetările privind conținutul de *Cd* în sistemul menționat mai sus demonstrează că relația acestui metal cu componentele lanțului trofic este ca și în cazul plumbului.

Astfel, odată cu creșterea concentrației de *Cd* în sol, de la $0,154 \pm 0,008$ mg/kg în situl forestier până la $0,170 \pm 0,018$ mg/kg în situl agricol, la $0,194 \pm 0,014$ mg/kg în situl transport auto și la $0,239 \pm 0,023$ mg/kg în situl industrial, crește și conținutul acestui metal în flori: de la $0,021 \pm 0,005$ mg/kg în situl forestier, la $0,029 \pm 0,005$ mg/kg în situl agricol, la $0,040 \pm 0,014$ mg/kg în situl transport auto și la $0,057 \pm 0,011$ kg în situl industrial.

Cercetările privind analiza conținutului de *Cu* ne permite să relatăm că concentrația acestui metal în polen este în strânsă legătură cu conținutul acestuia în componentele mediului ambiant (sol, flori). Datele demonstrează că variabilitatea conținutului de *Cu* în sol provoacă o variabilitate adecvată a conținutului acestui metal în componentele apicole (polen). Am constatat că, odată cu creșterea conținutului de *Cu* în sol de la $15,74 \pm 0,81$ mg/kg în situl forestier până la $24,48 \pm 1,40$ mg/kg (crește cu 55,5%) în situl agricol, la $19,81 \pm 1,65$ mg/kg (crește cu 25,8%) în situl transport auto și la $26,53 \pm 2,35$ mg/kg (creștere cu 68,7%) în situl industrial, crește adecvat și conținutul acestui metal în flori – de la $7,85 \pm 0,70$ mg/kg în situl forestier, până la $10,97 \pm 1,14$ mg/kg (creștere cu 39,7%) în situl agricol, la $9,99 \pm 0,58$ mg/kg (creștere cu 27,3%) în situl transport auto și la $12,02 \pm 0,77$ mg/kg (creștere cu 53,1%) în situl industrial. În polen creșterea conținutului de *Cu*, comparativ cu situl forestier, a constituit, respectiv, 65,2% în situl agricol, 34,9% în situl transport auto și 49,7% în situl industrial.

Asemenea legitate cu ritmuri similare de creștere a conținutului de *Cu* în polenul din diferite situri a fost constatată și în funcție de conținutul acestui metal în flori.

Generalizând rezultatele cercetării relațiilor conținutului de metale grele (*Pb*, *Cd*, *Cu*) atât în componentele mediului, cât și în polen, am ajuns la concluzia că conținutul acestora este determinat în final, în mare parte, de concentrația metalelor în sol. Pentru confirmarea acestei concluzii au fost calculați coeficienții de corelație liniară a lui Pirson (r_{xy}) a conținutului de MG în sol și conținutul acestora în polen, cu determinarea criteriilor de certitudine (semnificație) a acestor coeficienți (Tab.5).

Tabelul 5

Coeficienții de corelare (r_{xy}) a conținutului de MG în sol și polen

Metalul greu	$r_{xy} \pm m_r$	t_r	P
<i>Pb</i>	$0,96 \pm 0,20$	3,27	< 0,01
<i>Cd</i>	$0,99 \pm 0,10$	9,90	< 0,001
<i>Cu</i>	$0,92 \pm 0,28$	3,28	< 0,01

Datele obținute demonstrează că între concentrația metalelor cercetate (*Pb*, *Cd*, *Cu*) în relația sol-polen există o corelație pozitivă foarte strânsă (înalță). Coeficientul de corelație liniară a acestor componente corelative se încadrează în valorile de 0,92-0,99. Criteriul de certitudine a acestor corelații este de cele mai înalte praguri ale teoriei probabilității prognozelor fără eroare după Student ($t_r=3,28-9,90$; $P<0,01$ și $0,001$). În baza acestor rezultate, am concluzionat că, dintre produsele apicole analizate, polenul este cel mai potrivit bioindicator al mediului, privind poluarea cu metale grele. Dat fiind faptul că între concentrația de MG în componentele mediului (sol, flori) și conținutul acestora în polen au fost revelate corelații foarte strânse, putem concluda că anume polenul reprezintă amprenta mediului ambiant al sitului, deoarece acest produs apicol reflectă adecvat calitatea mediului.

Aceste cercetări ne-au permis să elaborăm un procedeu principal nou de evaluare a gradului de poluare a mediului ambiant cu MG prin utilizarea polenului în calitate de bioindicator la monitorizarea stării mediului

ambiant. Esența invenției constă în aceea că procedeul de evaluare a gradului de poluare a mediului ambiant include determinarea prin metoda spectrometriei de absorbție atomică a conținutului de metale grele în polenul proaspăt, prelevat o singură dată din colectorul de polen instalat la unul din stupi, în jurul căruia se evoluează mediul ambiant pe o rază de 2-4 km. Totodată, conținutul de metale grele în polen este comparat cu o scară de gradare a poluării mediului, elaborată prealabil ținându-se cont de depășirea concentrațiilor maximum admisibile (CMA) ale standardului UE, în următoarele categorii: nepoluat (conținutul de metale grele nu atinge CMA), slab poluat (conținutul de metale grele depășește CMA cu până la 20%), mijlociu poluat (conținutul de metale grele depășește CMA de la 20 până la 50%) și puternic poluat (conținutul de metale grele depășește CMA cu peste 50%). Procedeul de evaluare a gradului de poluare a mediului ambiant cu metale grele a fost înregistrat de AGEPI ca invenție depozitată prin nr. s 2015 0033 din 11.03.2015. Acest procedeu are o accesibilitate sporită de aplicare largă de către diferite persoane (fizice și juridice) cointeresate: ecologiști, apicultori, agricultori-cultivatori de produse agricole bio, asociații turistice, baze de odihnă și agrement, stațiuni sanatoriale etc.

Concluzii

1. Conținutul de MG în polen este în funcție de impactul antropic în diferite situri din raza de zbor a albinelor melifere și variază în medie: la conținutul de *Pb* – de la cel mai mic 0,176 mg/kg în situl forestier până la cel mai mare 0,840 mg/kg în situl industrial; la conținutul de *Cd* – de la cel mai mic 0,018 mg/kg în situl forestier până la cel mai mare 0,061 mg/kg în situl industrial; conținutul de *Cu* – de la cel mai mic 7,18 mg/kg în situl forestier până la cel mai mare 13,17 mg/kg în situl agricol.

2. Dintre toate siturile cercetate, cel mai mare conținut de MG (cu excepția *Cu*) a fost înregistrat în polenul colectat din situl industrial, iar *Cu* – în situl agricol, cea mai redusă concentrație de MG fiind înregistrată în polenul colectat din situl forestier.

3. Concentrațiile de MG în polen prelevat din toate siturile cercetate nu depășesc LMA stabilită în normele naționale (MD) și europene (UE), ceea ce confirmă faptul că mediul ambiant din aceste situri nu este poluat cu MG.

4. Acumularea MG în polen este influențată evident de concentrația acestora în sol și flori, deoarece între concentrația de MG în componentele mediului și concentrația acestui metal în polen există o corelație direct-liniară și pozitivă destul de strânsă. Coeficienții de corelare (r_{xy}) a conținutului de MG în sol și polen sunt foarte înalți și constituie: la *Pb* $r_{xy} = 0,96 \pm 0,20$, la *Cd* $r_{xy} = 0,99 \pm 0,10$ și la *Cu* $r_{xy} = 0,92 \pm 0,28$.

5. Polenul este cel mai potrivit bioindicator al mediului privind poluarea cu metale grele, deoarece acest produs apicol, comparativ cu alte produse, reflectă mai adecvat calitatea mediului.

6. Prin utilizarea polenului în calitate de bioindicator al mediului a fost elaborat un procedeu de evaluare a gradului de poluare a mediului ambiant cu MG, care a fost înregistrat de AGEPI ca invenție depozitată prin nr. s 2015 0033 din 11.03.2015.

Referințe:

- SMIDT, S. et al. Trace Metals and Radionuclides in Austrian Forest Ecosystems. In: *The Biosphere*, Dr. Natarajan Ishwaran, 2012, p.93-118.
- ALINE, S. et al. *Study of the Cu, Mn, Pb and Zn dynamics in soil, plants and bee pollen from the region of Teresina (PI)*, Brazil, 2012, p.881-889. www.scielo.br/aabc (Accesat: 12.06.2014). ISSN 1678-2690
- CEBOTARI, V., TODERAȘ, I., GULEA, A., BUZU, I. *The microelement molybdenum (Mo) in nutritional supplement for bees*. University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Iasi. Scientific papers. Animal Science. Ed. „Ion Ionescu de la Brad”. Iași, 2015, p.133-140. ISSN 2284-6964, ISSN-L 1454-7368
- CEBOTARI, V., BUZU, I., TODERAȘ, I., GULEA, A., POSTOLACHI, O., TODERICI, V., GLIGA, O. *Influence of some organic coordination compounds containing Co and Bi on development morpho-productive characters of the bee families*. University of Agronomic Sciences and Veterinary Medicine of Bucharest. Scientific papers. Series D. Animal Science. Ed. „CERES” Publ. House. Vol. LVIII. Bucharest, 2015, p.251-258. ISSN 2285-5750. CNCSIS B+
- TODERAȘ, I., RUDIC, V., GULEA, A., CEBOTARI, V., BUZU, I. Influența remediilor organice bioactive de generație nouă asupra activității vitale a familiilor de albine *Apis mellifera*. În: *Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Seria Științele Vieții*, 2014, nr.3 (324), p.4-15. ISSN 1857-064X, categoria B
- CEBOTARI, V., TODERAȘ, I., BUZU, I., RUDIC, V. *Use of chrome trace for vital activities functions stimulation of Apis mellifera bee colonies*. International Conference of University of Agronomic Sciences and Veterinary Medicine of Bucharest. Faculty of Animal Science. Scientific papers, Series D Animal Science, Volume LVI. România. Bucharest: Ceres, 2013, p.73-77. ISSN-L 2285-5750, CNCSIS B+

7. CEBOTARI, V., TODERAȘ, I., BUZU, I., RUDIC, V. *The role of „Apispir+Zn” biostimulator in increasing of productivity of Apis mellifera bee colonies.* University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Iasi. Scientific Papers. Series Animal Science. Vol. 59 (18). Iasi, 2013, p.103-107. CNCSIS B⁺, ISSN-L 1454-7368
8. ADRIANO, D. *Trace elements in Terrestrial Environments. Biogeochemistry, Bioavailability and Risk of Metals.* Second edition, Springer, 2001. 867 p.
9. IORDACHE, V., ION, S., POHOAȚĂ, A. *Integrated modeling of metals biogeochemistry: potential and limits.* In: *Chemie der Erde*, 2009, no.69, p.125-169.
10. FORMICKI, Gh. et al. Metal Content in Honey, Propolis, Wax, and Bee Pollen and Implications for Metal Pollution Monitoring. In: *Pol. J. Environ. Stud.*, vol.22, 2013, no.1, p.99-106.
11. TĂRĂȚĂ, A. *Distribuirea substanțelor organohalogenate și a metalelor grele prioritare în solurile Republicii Moldova:* Autoreferat al tezei de doctor în științe biologice. Chișinău, 1998. 28 p.
12. ZUBCOV, E. *Metalele și viața. În: Mediul și sănătatea.* Chișinău, 2005, p.44-48.
13. PORRINI, C. et al. Use of honey bees as bioindicators of environmental pollution in Italy. In: *Honey bees: The Environmental Impact of Chemicals.* London, 2002, p.186-247.
14. ГРОБОВ, О.Ф. Пчелы индикаторы окружающей среды. В: *Пчеловодство*, 1989, № 12, с.2-5.
15. PORRINI, C. et al. Honey bee and bee products as monitor of the environmental contamination. In: *Apiacta*, 2003, 38, p.63-70.
16. РУСАКОВА, Т.М. и др. Исследование токсических элементов в продуктах пчеловодства. В: *Пчеловодство*, 2006, № 9, с.10-13.
17. BOGDANOV, S. Contaminants of bee products. In: *Apidologie*, Springer Verlag (Germany), 2006, 37 (1), p.1-18.
18. ROMAN, A. et al. Comparative study of selected toxic elements in propolis and honey. In: *Journal of Apicultural Science*, vol.55, 2011, no.2, p.97-106.
19. ЯНЬЯ, А. et al. Honey bees and their products as a bioindicator of environmental pollution with heavy metals pollution. In: *Mellifera*, Harum. 13-26:10-20, 2013, p.10-20.
20. ROMAN, A. et al. The propolis as a bioindicator of environmental heavy metals pollution. In: *Animal hygiene and sustainable livestock production.* Proceedings of the XVth International Congress of the International Society for Animal Hygiene, Vienna, Austria, 3-7 July 2011, vol.3, 2011, p.1151-1153.
21. FAKHIMZADEX, K. and LODENIUS, M. Honey, pollen and bee as indicators of metal pollution. In: *Acta Universitatis Carolinae Environmentalica*, 14, 2000, p.13-20.
22. КОРКИНА, В.И. *Пыльцевая обножка медоносных пчел как индикатор в апитомониторинге загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами.* Автореферат диссертации кандидата биологических наук. Новосибирск, 2009. 119 с.
23. CONTI, M., BOTRE, F. Honeybees and their products as potential bioindicators of heavy metals contamination. In: *Environmental Monitoring and Assessment*, 2000, 69, p.267-282.
24. Патент изобретения RU 2145120, G08C 19/00 din 27.01.2000.
25. Патент изобретения RU 2428716, G01T1/169 din 10.09.2011.
26. Commission Regulation (EC) No. 834/2009 implementing Regulation (EC) No.716/2007 of the European Parliament and of the Council on Community statistic on the structure and activity of foreign affiliates, as regards the quality reports. JO al UE, L241, 2009, p.3-107.
27. Commission Regulation (EC) No. 271/2010 amending Regulation (CE) nr.889/2008 laying down detailed rules for the implementation of Council Regulation (EC) No. 834/2007, as regards the organic production logo of the European Union. JO al UE, L84, 2010, p.19-25.
28. Regulamentul (CE) nr.392/2013 al Comisiei de punere în aplicare a Regulamentului (CE) nr.889/2008 în ceea ce privește sistemul de control al producției ecologice. In: *JO al UE*, L118, 2013, p.1-10.
29. СанПиН 42-123-4089-86. *Предельно допустимые концентрации тяжелых металлов и мышьяка в продовольственном сырье и пищевых продуктах.* Москва, 1986. 45 с.
30. SM SR EN 11047-2006. *Calitatea solului. Determinarea cadmiului, 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.* Standard Moldovean, Chișinău, 2006.
31. SM SR EN 14083-2006. *Produse alimentare. Determinarea microelementelor. Determinarea plumbului, cadmiului, cromului și molibdenului prin spectrometrie de absorbție atomică cu cuptor de grafit (GFAAS) după digestia sub presiune.* Standard Moldovean. Chișinău, 2006.
32. SM SR EN 14084-2006. *Produse alimentare. Determinarea microelementelor. Determinarea plumbului, cadmiului, zincului, cuprului și fierului prin spectrometrie de absorbție atomică (SAA) după digestie cu microunde.* Standard Moldovean. Chișinău, 2006.
33. ПЛОХИНСКИЙ, Н.А. *Руководство по биометрии для зоотехников.* Москва: «Колос», 1989. 256 с.

34. Colța, T. Calitatea produselor apicole. În: *Manualul Cursantului*. Ediția I. Ploiești: „LVS Crepuscul”, 2012, p.248-278.
35. CAMPOS, M. et al. Pollen composition and standardisation of analytical methods. In: *Journal of Apicultural Research and Bee World*, 2008, 47(2), p.156-163.
36. RASHED, M., SOLTAN, Me. Major and trace elements in different types of Egyptian mono-floral and non-floral bee honeys. In: *J. Food Com. Anal.*, 2004, no.17, p.725-735.
37. WARD, N. *Trace elements. Environmental analytical chemistry*, 2nd ed., Australia, Blackwell Science, 2000, p.360-392.
38. AJASA, A. et al. Heavy trace metals and macronutrients status in herbal plants of Nigéria. In: *Food Chem.*, 2004, 85, p.67-71.
39. Regulamentul (CE) nr.1881/2006 al Comisiei din 19 decembrie 2006 de stabilire a nivelurilor maxime pentru anumiți contaminanți din produsele alimentare. In: *JO L 364*, 2006, p.5.
40. Hotărârea Guvernului Republicii Moldova cu privire la aprobarea regulamentului sanitar privind contaminanții din produsele alimentare, nr.520 din 22.06.2010. În: *Monitorul Oficial al Republicii Moldova*, 2004, nr.83-87, art.431.
41. МИНЧЕВА, И. Содержание тяжелых металлов (Pb) в меде. В: *Anale Științifice ale Universității de Stat din Moldova*. Seria „Lucrări Studențești”. Chișinău, 2000, p.104-106.
42. EREMIA, N., DABIJA, T., DODON, I. Micro- and Macroelements Content in Soil, Plants Nectaro-Pollenifer Leaves, Pollen and Bees Body. In: *Animal Science and Biotechnologies*, 43 (2), Cluj Napoca, 2010, p.180-182.

Notă: Cercetările științifice au fost efectuate în cadrul Proiectului instituțional fundamental 15.817.02.12F „Diversitatea, structura și funcționarea complexelor faunistice naturale și antropizate în contextul fortificării strategiei securității naționale a Republicii Moldova”, cu contribuția bugetului de stat.

Prezentat la 17.02.2016