

**UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI**

Cu titlu de manuscris

C.Z.U.: 638.162.3:546.3

**COȘELEVA OLGA**

**INFLUENȚA MIGRAȚIEI METALELOR GRELE  
ÎN LANȚUL TROFIC ASUPRA CALITĂȚII MIERII DE ALBINE**

**421.03 – TEHNOLOGIA CREȘTERII ANIMALELOR  
ȘI OBȚINERII PRODUSELOR ANIMALIERE**

Rezumatul tezei de doctor în științe agricole

**CHIȘINĂU, 2024**

Teza a fost elaborată în cadrul Departamentului Resurse Animale și Siguranța Alimentelor al  
Universității Tehnice a Moldovei

**Conducător științific:**

**EREMIA Nicolae**, doctor habilitat în științe agricole, profesor universitar, Laureat al Premiului Național

**Componenta Comisiei de susținere publică a tezei de doctorat:**

1. CAISIN Larisa, doctor habilitat în științe agricole, profesor universitar, UTM – *Președinte*
2. MARDARI Tatiana, doctor în științe agricole, conferențiar universitar, UTM – *Secretar*
3. EREMIA Nicolae, doctor habilitat în științe agricole, profesor universitar, *conducător de doctorat*, UTM – membru
4. MAȘNER Oleg, doctor în științe agricole, conferențiar universitar, UTM, Institutul de Cercetări Aplicative în Agricultură și Medicină Veterinară – membru
5. ROTARU Ilie, doctor habilitat în științe agricole, profesor universitar, UTM – *referent oficial*
6. KAMBUR Maria, doctor habilitat, profesor universitar, Universitatea Națională Agrară din or. Sumî, Ucraina – *referent oficial*
7. ZAGAREANU Andrei, doctor în științe agricole, Asociația Națională a Apicultorilor din Republica Moldova – *referent oficial*

Susținerea tezei va avea loc la 16 ianuarie 2025, ora 13.30 în ședința Comisiei de doctorat din cadrul Universității Tehnice a Moldovei, mun. Chișinău, MD-2049, str. Mircești 58, sala de ședințe 304.

Teza de doctor și rezumatul pot fi consultate la Biblioteca Universității Tehnice a Moldovei, Biblioteca Națională a Republicii Moldova, pe pagina web a ANACEC (<http://www.anacec.md/>) și pe pagina web a UTM (<http://repository.utm.md>).

Avizele la teza de doctor pot fi transmise pe adresa electronică a secretarului Comisiei de Susținere Publică TD ([tatianadabija30@gmail.com](mailto:tatianadabija30@gmail.com)).

Rezumatul a fost expedit la „.....” ..... 2024.

**Președintele Comisiei:**

**dr. hab., prof. univ.**

**CAISIN Larisa**

**Conducător științific:**

**dr. hab., prof. univ.**

**EREMIA Nicolae**

**Autor**

**COȘELEVA Olga**

© Coșeleva Olga, 2024

## CUPRINS

<b>Reperetele conceptuale ale cercetării.....</b>	<b>4</b>
<b>Conținutul tezei.....</b>	<b>5</b>
<b>1. Indicii fizico-chimici ai mierii, conținutul micro-, macroelementelor, aminoacizilor, migrarea metalelor grele în lanțul trofic și hrănirea albinelor.....</b>	<b>5</b>
<b>2. Material, metode și condiții de cercetare.....</b>	<b>5</b>
2.1. Materialul și condițiile de efectuare a cercetărilor.....	5
2.2. Metode de cercetare a indicilor chimici ai mierii, solului, florilor, polenului, propolisului, corpului albinelor și caracterelor morfo-productive ale familiilor de albine.....	7
<b>3. Influența migrației metalelor grele în lanțul trofic asupra calității mierii.....</b>	<b>8</b>
3.1. Compoziția chimică a mierii de albine din diferite zone pedoclimatice.....	8
3.2. Conținutul micro-, macroelementelor și metalelor grele în miere din diferite zone pedoclimatice.....	9
3.3. Compoziția aminoacizilor și activitatea antibacteriană a mierii de albine.....	11
3.4. Conținutul și migrația micro-, macroelementelor și metalelor grele în lanțul trofic ( <i>sol – florile plantelor melifere – miere – ghemotoacele de polen – propolis – corpul albinelor</i> ).....	12
<b>4. Sporirea volumelor producerii mierii prin utilizarea biostimulatorilor în hrana albinelor.....</b>	<b>18</b>
4.1. Utilizarea biostimulatorilor <i>ApiStev, CobalStev, ApiRibo u ApiDAK</i> în hrana albinelor.....	18
4.2 . Utilizarea biostimulatorului Clorură de colină în hrana albinelor.....	21
4.3. Utilizarea biostimulatorului (soluție de 3% a acidului glucuronic; soluție de 3% echimolar de acid glucuronic cu clorură de colină) în hrana albinelor.....	21
4.4. Eficiența utilizării biostimulatorilor la hrănirea albinelor.....	21
<b>Concluzii generale și recomandări.....</b>	<b>22</b>
<b>Bibliografie.....</b>	<b>24</b>
<b>Lista lucrărilor științifice publicate la tema tezei.....</b>	<b>26</b>
<b>Adnotare (l. română, rusă și engleză).....</b>	<b>30</b>

## REPERELE CONCEPTUALE ALE CERCETĂRII

**Actualitatea temei.** Mierea este un produs natural depus de albine, iar compoziția sa depinde de sursele de nectar pe care le folosesc, precum și de diversitatea factorilor de mediu. Cu toate acestea, aflarea stupilor în locurile în care este posibilă contaminarea cu metale grele poate afecta calitatea produselor apicole [13].

La momentul actual, proprietățile metalelor grele sunt în curs de studiu activ. Diferiți cercetători au tras concluzii contradictorii cu privire la această problemă. Prin lanțul trofic al albinelor are loc acumularea și distribuția diferitelor elemente minerale, inclusiv a celor toxice, în timp ce familia de albine însăși joacă rolul de organisme indicatoare [24].

Rezultatele multor studii au arătat că metalele grele se acumulează în miere ca urmare a poluării atmosferice [1]. Metalele grele din atmosferă se pot depune pe corpul albinelor sau pot pătrunde în ele împreună cu nectarul, polenul, mierea, mana sau apa la colectarea alimentelor [2]. Prin urmare, detectarea impurităților nedorite ale metalelor grele în miere denotă că mediul în care se află stupii este poluat.

Studiul concentrației metalelor grele arată că acumularea lor în corpul albinelor depinde de locația specifică. Când sunt transportate în stup, aceste metale pot fi găsite în diverse produse apicole precum mierea, ceara și propolisul [11, 12].

Plantele melifere acumulează ionii de metale grele în primul rând prin sistemul radicular. Metalele grele pot pătrunde în plante prin fluxul de aer, de asemenea, se pot acumula și rămâne prinse în frunzele lor. Poluarea atmosferei cu metale grele este una dintre cele mai grave probleme de mediu și a devenit deosebit de importantă în ultima perioadă, deoarece este strâns legată de obținerea produselor alimentare ecologice [28].

Pentru dezvoltarea intensivă a apiculturii, ținând cont de condițiile de mediu, precum și de cerințele privind calitatea mierii în contextul exportului către Uniunea Europeană, de o mare importanță teoretică și practică este cunoașterea indicilor fizico-chimici ai mierii din diverse zone pedoclimatice și a migrației micro-, macroelementelor, metalelor grele în lanțul trofic (*sol – florile plantelor melifere – miere – ghemotoacele de polen – propolis – corpul albinelor*). În același timp, pentru a spori volumul producției de miere și creșterea rezistenței la iernare a familiilor de albine, se acordă tot mai multă atenție popularizării de noi biostimulatori, inclusiv de origine naturală, ceea ce creează relevanța problemei care oferă acesteia o importanță științifică și practică majoră.

**Scopul lucrării:** argumentarea științifică și evaluarea calității mierii din diferite zone pedoclimatice, migrarea metalelor grele în lanțul trofic și creșterea producției de miere utilizând biostimulatori la hrănirea albinelor.

**Obiectivele cercetării:** determinarea parametrilor fizico-chimici ai mierii de albine din diferite zone pedoclimatice; identificarea conținutului de micro-, macroelemente și metale grele în mierea din diferite zone pedoclimatice; determinarea compoziției de aminoacizi și a activității antibacteriene a mierii de albine; identificarea migrației și conținutului de micro-, macroelemente și metale grele din lanțul trofic (*sol – florile plantelor melifere – miere – ghemotoacele de polen – propolis – corpul albinelor*); evaluarea eficacității utilizării biostimulatorilor naturali la hrănirea albinelor și elaborarea de recomandări practice.

**Ipoteza cercetării.** Pentru dezvoltarea intensivă a apiculturii și ținând cont de condițiile ecologice și mediul ambiant au fost formulate următoarele ipoteze:

- identificarea zonelor ecologice, calitățile mierii și migrarea metalelor grele în lanțul trofic (*sol – florile plantelor melifere – miere – ghemotoacele de polen – propolis – corpul albinelor*);

- creșterea producției de miere de înaltă calitate și rezistența la iernare a familiilor de albine prin utilizarea biostimulatorilor la hrănirea albinelor.

**Sinteza metodologiei de cercetare și justificarea metodelor de cercetare selectate.** Metodologia cercetării științifice se bazează pe principiile metodelor descrise și aplicate în domeniul apiculturii [25, 18, 4] cu ajutorul cărora au fost evaluați indicii morfo-productivi ai familiilor de albine, fizico-chimici, biochimici, biologici, antibacterieni, antifungici [15, 14], calitatea mierii de albine, migrarea micro-, macroelementelor și a metalelor grele în lanțul trofic. Rezultatele obținute au fost prelucrate prin metoda variațiilor statistice conform МЕРКУРЪЕВА Е. [26], utilizând programele Microsoft Office. Astfel, s-au obținut rezultate originale și au fost atinse pe deplin scopul și obiectivele declarate ale studiului.

## CONȚINUTUL TEZEI

În **Introducere** este argumentată actualitatea temei, descrierea situației actuale în domeniu, scopul și obiectivele cercetării, ipoteza cercetării, sinteza metodologiei și justificarea metodelor de cercetare selectate, precum și sumarul compartimentelor tezei.

### 1. INDICII FIZICO-CHIMICI AI MIERII, CONȚINUTUL MICRO-, MACROELEMENTELOR, AMINOACIZILOR, MIGRAREA METALELOR GRELE ÎN LANȚUL TROFIC ȘI HRĂNIREA ALBINELOR

Primul capitol conține o sinteză a materialelor științifice inserate în literatura de specialitate la tema tezei în apicultură. Sunt expuse informații și analize ale cercetărilor științifice realizate de autorii autohtonii și străini, precum și caracteristicile fizico-chimice ale mierii, migrarea metalelor grele în lanțul trofic și utilizarea biostimulatorilor la hrănirea albinelor.

### 2. MATERIAL, METODE ȘI CONDIȚII DE CERCETARE

**2.1. Materialul și condițiile de efectuare a cercetărilor.** Pentru atingerea scopului stabilit, obiectul cercetării l-a constituit mostrele de miere de albine recoltate din diferite zone pedoclimatice: salcâm – Zona de Sud (Comrat), Zona Centrală (Nisporeni, Călărași, Chișinău); tei – Zona Centrală (Nisporeni, Căpriană, Călărași); floarea-soarelui – Zona de Sud (Comrat), Zona Centrală (Nisporeni), Zona de Nord (Bălți, Fălești).

De asemenea, s-au prelevat mostre de sol unde se cultiva floarea-soarelui, din zona de pădure unde creștea salcâmul alb și teiul; flori de salcâm alb, tei, floarea-soarelui; ghemotoace de polen; propolis; albine lucrătoare cărora le-au fost îndepărtate gușa și intestinele (aparatură digestivă).

În probele selectate au fost studiați indicii fizico-chimici ai mierii, conținutul de micro- și macroelemente, metale grele și aminoacizi. Au fost studiate conținutul și migrația micro-, macroelementelor și metalelor grele din lanțul trofic (*sol – florile plantelor melifere – miere – ghemotoacele de polen – propolis – corpul albinelor*).

Pentru sporirea producției de miere și evaluarea eficienței utilizării biostimulatorilor la hrănirea albinelor au fost efectuate o serie de experimente în teren:

**Experiența I-a.** Pentru desfășurarea experienței în anii 2020 și 2021, la stupina din satul Cojușna, raionul Strășeni, au fost formate patru loturi a câte trei familii de albine, inclusiv 3 experimentale și un lot martor. Familiilor de albine din lotul I, la completarea proviziilor de hrană

pentru iarnă (13.09.2020), li s-au administrat câte 3,0 litri de amestec de sirop de zahăr cu concentrația de 60% și 1,5 ml/l de biostimulator (*ApiStev*), lotul II – 3,0 ml/l, lotul III – 4,0 ml/l, IV (martor) – sirop de zahăr pur. Primăvara, în lipsa culesului melifer de întreținere, albinele au fost hrănite cu câte 1,0 l de amestec de sirop de zahăr de 50% cu biostimulator, lotul I – 1,5 ml/l, lotul II – 3,0 ml/l, lotul III – 4,0 ml/l, lotul IV (martor) – cu sirop de zahăr pur, la fiecare 7 zile, începând din aprilie până la începutul culesului melifer principal [7]. Biostimulatorul *ApiStev* este o soluție apoasă de 3% glicozidă steviozidă. Steviozida este un compus natural obținut din planta *Stevia (Stevia Rebaudiana)*.

**Experiența a II-a.** Cercetările au fost efectuate în anul 2022 la stupina din satul Brătuleni, raionul Nisporeni, unde s-au format 4 grupe a câte trei familii de albine în fiecare. Primăvara, în lipsa culesului melifer de întreținere, familiilor de albine li s-au administrat câte un litru de amestec de sirop de zahăr în concentrație 1:1 cu biostimulatorul *CobalStev*, lotul I – 1,0 ml/l, lotul II – 2,0 ml/l, lotul III – 3,0 ml/l, lotul IV (martor) – sirop de zahăr pur. Biostimulatorul *CobalStev* include clorură de hexaminocobalt (III) și steviozidă.

**Experiența a III-a.** Cercetările au fost efectuate la stupina din satul Zorile, raionul Orhei, în perioada anilor 2020 și 2021. Pentru studiu s-au format 4 loturi de familii de albine, care au fost selectate pentru completarea rezervelor de hrană pentru iarnă (12.09.2020) și hrănite cu câte 2 litri amestec de sirop de porumb invertit de 60%: lotul I – 1,0 ml/l de biostimulator (*ApiRibo*), lotul II – 2,0 ml/l, lotul III – 3,0 ml/l și lotul IV (martor) – sirop pur de porumb invertit. În perioada de primăvară, în lipsa culesului melifer de întreținere, familiile de albine au fost hrănite cu câte un litru de amestec de 50% sirop de porumb invertit cu bioregulatorul (*ApiRibo*): lotul I – 1,0 ml/l, lotul II – 2,0 ml/l, lotul III – 3,0 ml/l, lotul IV (martor) – sirop pur de porumb invertit, la fiecare 7-9 zile, începând cu luna aprilie până la culesul principal de la salcâmul alb. Soluția de sirop de porumb invertit a fost preparată prin diluarea siropului de porumb invertit cu apă în raport de 1,5:1 (toamna) la 1:1 (primăvara).

**Experiența a IV-a.** Pentru efectuarea cercetărilor la stupina din satul Peticeni, raionul Călărași, în anul 2021 au fost formate patru loturi de familii de albine a câte trei în fiecare, după principiul metodei analogice în ceea ce privește numărul de faguri, puterii, puietului căpăcit și cantitatea de miere din stup. Primăvara, în lipsa culesului melifer de întreținere, familiile de albine au fost hrănite cu câte un litru de amestec de sirop de zahăr de 50% cu biostimulatorul *ApiDAK*: lotul I – 1,0 ml/l, lotul II – 2,0 ml/l, lotul III – 3,0 ml/l, lotul IV (martor) – sirop de zahăr pur.

**Experiența a V-a.** Pentru efectuarea experienței la stupina din satul Ulmu, raionul Ialoveni, au fost formate 4 loturi de familii de albine a câte 3 în fiecare. Familiile de albine din primul lot au fost hrănite cu sirop de zahăr amestecat cu biostimulatorul clorură de colină – 1,25 ml/l, al doilea lot – 2,25 ml/l, al treilea lot – 3,25 ml/l, al patrulea lot – cu sirop de zahăr pur (martor). Primăvara, în lipsa culesului melifer de întreținere, familiile de albine au fost hrănite cu câte un litru de sirop de zahăr în concentrație de 1:1, amestecat cu biostimulatorul clorură de colină, la fiecare 7 zile.

**Experiența a VI-a.** Pentru efectuarea experienței la stupina din satul Peticeni, raionul Călărași, au fost formate patru loturi a câte trei familii de albine în fiecare, după principiul metodei analogice în ceea ce privește numărul de faguri, putere, cantitatea de puiet căpăcit și cantitatea de miere în stup. Primăvara, în lipsa culesului melifer de întreținere, familiile de albine au fost hrănite cu câte un litru de amestec de sirop de zahăr în concentrație de 50% cu biostimulator (soluție de acid glucuronic 3%), lotul I – 1,30 ml/l, lotul II – 2,50 ml/l, lotul III – 3,70 ml/l, lotul IV (martor)

– sirop de zahăr pur. Biostimulatorul studiat este o soluție de 3% formată din acid glucuronic (6 grame de acid glucuronic dizolvate în 194 de grame de apă).

**2.2. Metode de cercetare a indicilor chimici ai mierii, solului, florilor, polenului, propolisului, corpului albinelor și caracterelor morfo-productive ale familiilor de albine**  
Indicii fizico-chimici au fost determinați în laboratorul alimentar al Centrului Republican de Diagnostic Veterinar din Moldova. Conținutul de apă, zahăr invertit și zaharoză, numărul de diastază, conținutul de hidroximetilfurfurol și aciditatea totală din mostrele de miere au fost determinate conform GOST 19792-2001.

Conținutul de micro-, macroelementele și prezența elementelor toxice în mierea de salcâm, tei și floarea-soarelui, precum și în florile acestor plante melifere, ghemotoacelor de polen, propolis și corpul albinelor au fost determinate prin spectrometria de absorbție atomică după cenușarea uscată în conformitate cu SM SR EN 14082:2006 la Institutul de Chimie, Universitatea de Stat din Moldova. Coeficientul de acumulare sau migrare (K) se calculează ca raportul dintre concentrația unui element la următorul nivel trofic și concentrația sa la nivelul anterior.

Analiza conținutului de aminoacizi din miere, flori, ghemotoace de polen, propolis și corpul albinelor a fost efectuată în Laboratorul de Relații Psihosomatice acreditat al Institutului de Fiziologie și Sanocreatologie al Universității de Stat din Moldova, folosind cromatografia lichidă cu schimb ionic la un analizor de aminoacizi „AAA T 339M”, utilizând soluția-tampon Li-citrat. Mostrele au fost hidrolizate cu HCl 6 M conform metodei [19].

Testele antibacteriene au fost efectuate pe tulpini de referință de bacterii gram-pozitive și gram-negative *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 700603. Activitatea antifungică a mierii a fost evaluată prin difuzie în discuri de agar împotriva microorganismelor testate *Candida albicans* ATCC 10231.

*Populația microbială și prepararea concentratelor de miere.* Pentru determinarea populației microbiene în mostrele de miere s-a utilizat metoda plăcii de împrăștiere. Mostrele de miere au fost diluate în apă distilată sterilă în proporții de 1:2, 1:4, 1:8 și 1:16 pentru a obține diferite concentrații de miere de 33%, 20%, 14% și respectiv 5,9%, după care plăcile au fost incubate timp de 24 ore la 37°C.

*Determinarea concentrației minime inhibitorii (CMI).* În mediu au fost adăugate concentrații de suspensii de miere (33%, 20%, 14% și 5,9%) pentru a testa eficacitatea acestora împotriva microorganismelor. Fiecare placă, atingând un volum final de 5 ml, incluzând miere și mediu, a fost inoculată și incubată la 37°C timp de 48 de ore. CMI a fost determinată prin depistarea plăcilor cu cea mai mică concentrație de miere pe care tulpina nu a crescut. Toate valorile CMI au fost exprimate în % (v/v).

În loturile experimentale s-a determinat numărul de faguri, puterea familiilor de albine, numărul puietului căpăcit și productivitatea mierii. Numărul puietului căpăcit a fost determinat folosind rama-plasă (5x5 cm<sup>2</sup>=100 celule) și producția de mierie – cu cântar electronic. Studiul indicilor morfo-productivi ai familiilor de albine a fost efectuat în conformitate cu instrucțiunile metodologice și recomandările experților principali în domeniul apiculturii [25, 18, 4]. Rezultatele obținute au fost prelucrate prin metoda variațiilor statistice după МЕРКУРЪЕВА Е. [26], folosind programul calculatorului.

Realizarea obiectivelor a fost facilitată de activitatea autorului în cadrul proiectului “*Materiale hibride funcționalizate cu grupări carboxil pe baza metaboliților vegetali cu acțiune*”

contra patogenilor umani și agricoli” cu cifrul 20.80009.5007.17 din Programa de Stat 2020-2023, Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltare din Moldova (ANCD).

### 3. INFLUENȚA MIGRAȚIEI METALELOR GRELE ÎN LANȚUL TROFIC ASUPRA CALITĂȚII MIERII

#### 3.1. Compoziția chimică a mierii de albine din diferite zone pedoclimatice

**Compoziția chimică a mierii de salcâm.** În etapa actuală a apărut problema contaminării ecologice a mierii. Rezultatele cercetării au arătat că în mierea de salcâm din Zona Centrală fracția masică de umiditate este în medie de 16,1%, variind de la 15,6% la 16,5%, fracția masică de zahăr invertit – 77,9% (77,3-79,0%), conținutul de zaharoză – 1,6% (1,0-2,3%), indicele diastazic – 9,1 unități Gotte (5,8-14,1 unități Gotte), hidroximetilfurfurol – 6,2 mg/kg (2,21-12,48 mg/kg) și aciditate – 1,1 miliechivalenți la 100 g (0,75-1,58 miliechivalenți la 100 g). Indicele diastazic poate fi folosit pentru a aprecia încălzirea și supraîncălzirea mierii de albine. Cea mai inferioară limită a mierii naturale din Republica Moldova este considerată a fi 6-13 unități Gotte [20].

Mierea de salcâm din Zona de Sud a avut o fracție medie de umiditate cu 1,6%, conținutul de zaharoză – 0,2%, hidroximetilfurfurol – 1,1 mg/kg și aciditatea – 1,1 miliechivalenți la 100 g mai mare față de Zona Centrală, iar fracția masică de zahăr invertit a fost mai mică cu 1,5% și indicele diastazic – cu 1,1 unități Gotte. Rezultatele medii ale experiențelor efectuate în perioada anilor 2020-2022 sunt în concordanță cu datele anterioare [22].

**Compoziția chimică a mierii de floarea-soarelui.** S-a determinat că în mierea de floarea-soarelui cel mai mare procent al fracției masice de umiditate a fost în medie de 18,0% în Zona Centrală, în Zona de Nord a fost cu 0,8% mai puțin, iar în Zona de Sud, respectiv, cu 1,4%. Frația masică a zahărului invertit a fost mai mare în Zona de Nord – 78,0% și conținutul de zaharoză – 2,1%. Indicele diastazic a variat între 15,7 și 16,59 unități Gotte, iar limitele variază de la 11,19 la 24,29 unități și, respectiv, aciditatea – 2,1-2,73 miliechivalenți la 100 g. Cea mai mare cantitate de hidroximetilfurfurol a fost înregistrată în Zona de Sud – 4,25 mg/kg sau cu 0,31 mg/kg mai mult față de Zona Centrală și – cu 0,95 mg/kg decât Zona de Nord.

**Compoziția chimică a mierii de tei.** S-a stabilit că în mierea de tei din Zona Centrală fracția masică de umiditate a variat de la 15,2% la 19,9% și a respectat cerințele acceptabile. Limitele fracției masice a zahărului invertit din mierea de tei a variat de la 77,5% la 81%, conținutul de zaharoză – 1,5-2,5%, indicele diastazic – 5,8-15,3 unități Gotte, oximetilfurfurol – 1,35-4,9 mg/kg și aciditatea – 1,65-1,83 miliechivalenți la 100 g. Analizând datele din tabelul 3.1, se poate menționa că fracția masică a umidității mierii a variat în medie de la 16,93% (mierea de salcâm) la 18,05% (mierea de tei), inclusiv fracția de masă a zahărului invertit – 77,18-78,50%, conținut de zaharoză – 1,71-2,07%, iar indicele diastazic de la 8,56 (mierea de salcâm) până la

**Tabelul 3.1. Valoarea medie a indicatorilor chimici ai diferitor tipuri de miere (2020-2022)**

Indicatorii analizați	Cantitatea acceptabilă conform standardului	Miere de salcâm	Miere de tei	Miere de floarea-soarelui
Fracția masică de umiditate, %, max.	20,0	16,93±0,551	18,05±1,01	17,05±0,403
Fracția masică de zahăr invertit, %, min.	60,0	77,18±0,634	78,5±0,842	77,65±0,665
Conținutul de zaharoză, %, max.	7,0	1,71±0,240	2,07±0,217	2,06±0,382
Indice diastazic, un. Gotte, min.	6,5	8,56±1,198	11,75±2,282	16,25±1,81
Oximetilfurfurol, mg/kg, max.	20,0	6,77±2,143	3,00±0,732	3,88±0,424
Aciditatea, miliechivalenți la 100 g, max.	4,0	1,13±0,132	1,75±0,038	2,26±0,189



16,25 unități Gotte (mierea de tei), precum și aciditatea – 1,13-2,26 miliechivalenți la 100 g, hidroximetilfurfurul de la 3,00 mg/kg (mierea de tei) la 6,77 mg/kg și se încadrează în standardele stabilite pentru miere și sunt în concordanță cu datele altor autori [10].

### 3.2. Conținutul micro-, macroelementelor și metalelor grele în mierea din diferite zone pedoclimatice

**Conținutul de microelemente în diferite tipuri de miere.** Rezultatele studiului realizat în perioada 2020-2023 au demonstrat că cantitatea de mangan din mierea de salcâm din Zona Centrală din mediul rural a fost în medie de 0,443 mg/kg, iar în mediul urban – cu 10,657 mg/kg mai mare, zinc 0,520 mg/kg și respectiv – cu 2,14 mg/kg, cupru 1,363 mg/kg – cu 0,137 mg/kg și fier 1,730 mg/kg – cu 1,230 mg/kg mai mare. Cantitatea de crom (<1,5 mg/kg) și nichel (<2,5 mg/kg) a fost la același nivel, indiferent de zona de colectare.

Conținutul de mangan în mierea de floarea-soarelui nu diferă semnificativ pe regiuni, deoarece în zonele de Sud și de Nord a fost același (0,56 mg/kg), iar în Zona Centrală – cu 0,09 mg/kg mai puțin. Cantități majore de zinc au fost depistate în mierea de floarea-soarelui din Zona Centrală – 1,15 mg/kg, iar cupru – 1,21 mg/kg (Zona de Sud) și fier – 4,09 mg/kg (Zona de Nord). Conținutul de crom (<1,5 mg/kg) și nichel (<2,5 mg/kg) în mierea de floarea-soarelui a fost la același nivel în toate cele trei zone, iar locația nu a influențat la cantitatea de microelemente menționate mai sus. Cantitatea de mangan din mierea de tei din mediul rural a fost cu 0,22 mg/kg mai mare decât în mediul urban, iar zincul, respectiv, – cu 0,652 mg/kg, cuprul – cu 0,01 mg/kg, fierul – cu 0,714 mg/kg, în același timp, cantitatea de crom și nichel a fost aceeași.

S-a relevat că cea mai mare cantitate de microelemente depistate în medie în patru ani (2020-2023) a fost observată în mierea de salcâm – 16,457 mg/kg, la alte tipuri aceasta a variat de la 9,117 mg/kg (mierea de floarea-soarelui) la 9,980 mg/kg (mierea de tei) (tabelul 3.2).

**Tabelul 3.2. Conținutul mediu de microelemente în diferite tipuri de miere (2020-2023), mg/kg**

Microelemente	Mierea de salcâm	Mierea de floarea-soarelui	Mierea de tei
Mangan (Mn)	3,661 ± 2,040	0,536 ± 0,032	0,513 ± 0,045
Zinc (Zn)	1,896 ± 0,979	0,870 ± 0,132	1,073 ± 0,295
Cupru (Cu)	1,413 ± 0,120	1,153 ± 0,139	1,348 ± 0,095
Fier (Fe)	5,487 ± 2,590	2,559 ± 0,620	3,045 ± 0,606
Crom (Cr)	<1,5	<1,5	<1,5
Nichel (Ni)	<2,5	<2,5	<2,5
<b>Cantitatea totală</b>	<b>16,457±4,074</b>	<b>9,117±0,728</b>	<b>9,980±0,614</b>

Conținutul manganului a variat de la 0,513 mg/kg (mierea de tei) până la 3,661 mg/kg (mierea de salcâm), zincului de la 0,870 mg/kg (mierea de floarea-soarelui) la 1,896 mg/kg (mierea de salcâm), respectiv, cuprului – 1,153-1,413 mg/kg, fierului – 2,559-5,487 mg/kg.

Astfel, s-a constatat că dintre toate tipurile, mierea de salcâm conține cea mai mare cantitate de microelemente: 16,457 mg/kg din care mangan – 3,661 mg/kg, zinc – 1,896 mg/kg, cupru – 1,413 mg/kg, fier – 5,487 mg/kg, crom – <1,5 și nichel – <2,5 mg/kg, iar cea mai puțină se conține în mierea de floarea-soarelui – 9,117 mg/kg [21].

**Conținutul de macroelemente în diferite tipuri de miere.** Rezultatele cercetării au arătat că dintre toate tipurile studiate, cea mai mare cantitate de calciu a fost înregistrată în mierea de floarea-soarelui – 82,42 mg/kg. Mierea de salcâm conține cu 50,81 mg/kg mai puțin calciu decât mierea de floarea-soarelui, diferența fiind semnificativă (\* $P_1 \geq 0,95$ ). Cantitatea de magneziu a variat de la 10,962 mg/kg (mierea de salcâm) la 39,883 mg/kg (mierea de floarea-soarelui). Cea

mai mare cantitate de potasiu s-a depistat în mierea de tei – 1168,967 mg/kg sau cu 902,275 mg/kg mai mult decât în mierea de salcâm (\*P<sub>2</sub> ≥ 0,99). Cantitatea de sodiu a variat de la 17,20 mg/kg (mierea de tei) la 26,10 mg/kg (mierea de floarea-soarelui) și fosfați – de la 148,85 mg/kg (mierea de tei) la 228,68 mg/kg (mierea de floarea-soarelui) (tabelul 3.3).

**Tabelul 3.3. Conținutul de macroelemente în diferite tipuri de miere (2020-2023), mg/kg**

Macroelemente	Mierea de salcâm	Mierea de floarea-soarelui	Mierea de tei
Calciu (Ca <sup>2+</sup> )	31,618±13,190	82,42±9,908*	77,99±18,211
Magneziu (Mg <sup>2+</sup> )	10,962±1,817	39,883±14,457	22,183±3,763
Potasiu (K <sup>+</sup> )	266,217±41,086	553,050±175,345	1168,967±207,411*
Sodiu (Na <sup>+</sup> )	24,767±5,848	26,10±4,751	17,20±1,813
Fosfați (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	150,25±29,928	228,68±7,115*	148,85±37,563
<b>Cantitatea totală</b>	<b>483,81±50,250</b>	<b>930,14±187,372</b>	<b>1435,19±182,466**</b>

Ca: mierea de floarea-soarelui / mierea de salcâm – \*P<sub>1</sub> ≥ 0,95;

K: mierea de tei / mierea de salcâm – \*P<sub>2</sub> ≥ 0,99;

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: mierea de floarea-soarelui / mierea de salcâm – \*P<sub>1</sub> ≥ 0,95;

Cantitatea totală de macroelemente: mierea de tei / mierea de salcâm – \*\*P<sub>2</sub> ≥ 0,99.

Conținutul total al macroelementelor studiate în mierea de tei a fost semnificativ mai mare cu 951,38 mg/kg decât în mierea de salcâm (\*\*P<sub>2</sub> ≥ 0,99). S-a stabilit că suma tuturor macroelementelor în diferite tipuri de miere variază în medie de la 483,81 mg/kg (salcâm) la 1435,19 mg/kg (tei).

S-a relevat că și cantitatea de calciu din diferite tipuri de miere variază între 31,618 și 82,42 mg/kg, magneziu – 10,962-39,883 mg/kg, potasiu – 266,217-1168,967 mg/kg, sodiu – 17,20-26,10 mg/kg și fosfați – 148,85-228,68 mg/kg [21].

**Conținutul de metale grele în diferite tipuri de miere.** Rezultatele cercetării au arătat că și conținutul de plumb în mierea de diferite tipuri a variat de la 0,351 mg/kg la 0,433 mg/kg, cadmiu – 0,042-0,052 mg/kg, zinc – 0,870-1,896 mg/kg, cupru – 1,153-1,413 mg/kg și cenușă – 0,139-0,413%.

Cantitatea totală de metale grele din mierea de diferite tipuri a variat în medie de la 2,507 mg/kg (mierea de floarea-soarelui) la 3,837 mg/kg (mierea de salcâm) [21] (tabelul 3.4).

**Tabelul 3.4. Conținutul metalelor grele în mierea de diferite tipuri (2020-2023), mg/kg**

Metale grele	Miere de salcâm	Miere de floarea-soarelui	Miere de tei
Plumb (Pb)	0,433±0,067	0,433±0,067	0,351±0,094
Cadmiu (Cd)	0,052±0,008	0,052±0,008	0,042±0,011
Zinc (Zn)	1,896±0,979	0,870±0,132	1,073±0,295
Cupru (Cu)	1,413±0,120	1,153±0,139	1,348±0,095
<b>Cantitatea totală</b>	<b>3,837±1,017</b>	<b>2,507±0,280</b>	<b>2,733±0,332</b>
Conținutul de cenușă, %	0,139±0,080	0,166±0,037	0,413±0,146

Prin urmare, putem menționa că cea mai mare cantitate de metale grele a fost depistată în mierea de salcâm din Zona de Sud, regiunea rurală – 5,010 mg/kg, în Zona Centrală din regiunea urbană a constituit 4,72 mg/kg, iar din mediul rural – 2,27 mg/kg, în mierea de floarea-soarelui cantitatea totală de metale grele a variat de la 2,362 mg/kg (Zona Centrală) la 2,82 mg/kg (Zona de Nord).

### 3.3. Compoziția aminoacizilor și activitatea antibacteriană a mierii de albine

**Conținutul aminoacizilor în mierea de diferite tipuri.** S-a stabilit că în mierea de salcâm obținută în Zona de Sud, regiunea rurală, ponderea cea mai mare o deține taurina – 20,74% din cantitatea totală de aminoacizi, iar din mediul urban Zona Centrală – 28,86%. Cantitatea de prolină a variat de la 11,25% la 19,41%, acidul glutamic – 5,56-11,43%, acidul aspartic – 4,44-11,54%. Prolina este unică, deoarece acest aminoacid provine în principal de la albine în timpul conversiei nectarului în miere. Cantitatea de prolină este unul dintre indicatorii maturității mierii [16].

Mierea de salcâm conține în medie următorii aminoacizi: leucină – 2,60-4,07%, alanină – 1,93-3,55%, serină – 1,85-3,49%, fenilalanină – 2,52-3,16%, valină – 1,68-3,04%, 3,04% arginină – 2,33-3,02%, treonină – 1,35-2,91% din cantitatea lor totală. Fenilalanina – participă la formarea componentelor aromatice [23].

Cantitatea de aminoacizi esențiali din mierea de diferite tipuri a variat de la 0,663 mg/g la 1,093 mg/g, neesențiali – 0,357-0,402 mg/g, imunoactivi – 0,444-0,738 mg/g, glicogeni – 0,330-0,441 mg/g, ketogeni – 0,214-0,229 mg/g, proteinogeni – 1,019-1,495 mg/g și aminoacizi cu conținut de sulf – 0,248-0,374 mg/g.

S-a stabilit că suma aminoacizilor în mierea de diferite tipuri a constituit: de salcâm – 1,352 mg/kg, floarea-soarelui – 1,741 mg/kg, tei – 1,756 mg/kg, dintre care prolina reprezintă cea mai mare pondere – 17,90-23,65%, taurina – 11,0-21,89%, acidul glutamic – 9,76-16,95%, acidul aspartic – 9,89-11,38% din cantitatea totală.

**Proprietățile antimicrobiene ale mierii de albine.** S-a relevat că mostrele de miere de floarea-soarelui inhibă *P. aeruginosa* chiar și la diluții semnificative. Ca și în cazul *S. aureus*, inhibarea acestei bacterii a fost observată la o diluție de 1:16 (2,5%). Mostrele de miere de tei au arătat o activitate biologică mai mică, în timp ce inhibarea bacteriană a fost observată când mostra a fost diluată 1:8 (5%). Mostrele de miere de salcâm au avut proprietăți inhibitoare la o concentrație de până la 10% miere.

Totodată, s-a obținut un rezultat semnificativ la testarea mostrelor de miere privind capacitatea lor de a inhiba *Pseudomonas aeruginosa* și *Klebsiella pneumoniae*, un tip de bacterii care se găsesc în mod obișnuit în mediu, inclusiv în sol, apă și plante. Sunt agenți patogeni oportuniști, ceea ce înseamnă că pot provoca infecții la persoanele cu un sistem imunitar slăbit și sunt o cauză comună a infecțiilor dobândite în spital [3].

Mostrele de miere utilizate în aceste experiențe au demonstrat activitate antibacteriană slabă până la moderată împotriva *E. Coli*. De asemenea, a fost investigată capacitatea mierii de a inhiba infecțiile fungice, folosind *Candida albicans* ca agent cauzal. S-a demonstrat că preparatele studiate au avut o activitate antifungică slabă împotriva *C. albicans*. Concentrația minimă inhibitoare a fost observată la o diluție de 1:2. Ca și în cazurile anterioare, activitatea antifungică a mierii de floarea-soarelui a fost mai mare decât cea a mierii de salcâm.

Se poate menționa că grupurile de compuși din cadrul studiului au arătat diferențe însemnate în CMI *K. pneumoniae*, *P. aeruginosa* și *S. aureus*. În ceea ce privește CMB pentru *S. aureus*, nu au existat diferențe între cele două clustere. Cea mai mare diferență a fost observată la bacteria *K. pneumoniae*, urmată de *P. aeruginosa*.

### **3.4. Conținutul și migrația micro-, macroelementelor și metalelor grele în lanțul trofic (*sol – florile plantelor melifere – miere – ghemotoacele de polen – propolis – corpul albinelor*)**

Albinele lucrătoare vizitează plantele în căutarea nectarului și polenului pe un teritoriu larg, acoperind o suprafață de până la 25 km<sup>2</sup>. Prezența diverșilor poluanți în mediu poate provoca modificări patologice la albine, de asemenea, putând pătrunde în produsele lor [17].

**Micro-, macroelementele și metalele grele din sol.** Rezultatele cercetării au arătat că dintre toate microelementele studiate, cele mai multe s-au găsit în solul din Zona Centrală – 9,35 mg/kg, sau 2,33 mg/kg față de Zona de Sud. Cantitatea de mangan (<0,7 mg/kg), zinc (<0,75 mg/kg), crom (<1,5 mg/kg) a avut același nivel în ambele zone. În solul din Zona Centrală, cantitatea de fier a fost mai mare cu 1,8 mg/kg, iar nichel cu 0,93 mg/kg decât în Zona de Sud.

Cantitatea totală de macroelemente din sol a fost în medie de 228,62 mg/kg. Cea mai mare cantitate a fost depistată în Zona de Sud – 263,66 mg/kg, sau cu 70,07 mg/kg mai mare față de Zona Centrală. Conținutul de calciu din solul Zonei de Sud a fost de 1,47 ori mai mare, potasiul – de 1,22 ori, sodiu – de 1,87 ori mai mare față de Zona Centrală. Cu toate acestea, conținutul de magneziu din solul Zonei Centrale a fost de 1,05 mg/kg, iar fosfații – cu 4,13 mg/kg mai mult față de Zona de Sud.

S-a determinat că cantitatea de metale grele din sol a fost în medie de 2,09 mg/kg, variind de la 2,11 mg/kg (Zona Centrală) la 2,07 mg/kg (Zona de Sud). În solul zonelor Sud și Centrale, conținutul de plumb a avut același nivel – <0,5 mg/kg și cadmiu – <0,06 mg/kg. Conținutul de cupru în solul Zonei de Sud a fost de 1,5 ori mai mare decât în Zona Centrală.

#### **Micro-, macroelementele și metalele grele din florile plantelor melifere**

**Conținutul microelementelor.** S-a constatat că în florile de salcâm cantitatea de microelemente a fost în medie de 165,52 mg/kg, variind de la 138,2 mg/kg până la 195,78 mg/kg. Florile de salcâm din Zona de Sud conțin mai mult zinc – 32,43 mg/kg, cupru – 7,15 mg/kg, fier – 128,87 mg/kg, din Zona Centrală de nichel – 7,55 mg/kg, iar în mediul urban (Chișinău), cantitatea de mangan a fost de 22,6 mg/kg. În același timp, cantitatea de crom a fost aceeași <1,5 mg/kg.

La fel, ca și în florile de salcâm, în cele de floarea-soarelui cantitatea tuturor microelementelor a fost mai mare în Zona de Sud – 166,40 mg/kg, din care manganul a constituit – 16,85 mg/kg, fierul – 110,25 mg/kg, nichelul – 2,75 mg/kg. La florile de floarea-soarelui din Zona Centrală a predominat conținutul de zinc – 34,10 mg/kg, iar în Zona de Nord – cupru 11,60 mg/kg [5].

În florile de tei, cantitatea de mangan a fost de 32,90 mg/kg, zinc – 18,80 mg/kg, cupru – 6,53 mg/kg, fier – 53,23 mg/kg, crom – <1,5 mg/kg și nichel – 1,98 mg/kg. În mediul urban, cantitatea totală de microelemente este cu 15,36 mg/kg mai mică decât în Zona Centrală. În același timp, conținutul de mangan a fost mai mare și a constituit 43,0 mg/kg, iar zincul – 21,6 mg/kg.

**Conținutul macroelementelor.** Conținutul mediu de macroelemente în florile de salcâm a fost de 38738,67 mg/kg, variind de la 37278,47 mg/kg (Zona Centrală) până la 40198,87 mg/kg (zona de Sud). Cu toate acestea, cantitatea totală în mediul urban (Chișinău) a fost de 41894,5 mg/kg. La florile de floarea-soarelui, conținutul de macroelemente a fost în medie de 38489,1 mg/kg, variind de la 34183,5 mg/kg până la 48869,3 mg/kg. Cea mai mare cantitate de macroelemente a fost depistată în florile de floarea-soarelui din Zona de Nord – 48869,3 mg/kg, iar cea mai mică în mediul urban – 33089,20 mg/kg (Chișinău).

S-a relevat că în florile de tei cantitatea de macroelemente a variat de la 29936,6 mg/kg până la 45126,23 mg/kg. În florile de tei din mediul urban, conținutul de calciu a fost de 1,32 ori

mai mare decât în regiunea rurală din Zona Centrală, magneziu – de 1,24 ori, potasiu – 1,06 ori, fosfați – de 1,23 ori, iar sodiu, invers, mai mare în regiunea rurală – de 2,73 ori.

**Conținutul metalelor grele.** S-a constatat că în florile de salcâm cantitatea metalelor grele a fost în medie de 35,58 mg/kg, variind de la 29,06 mg/kg (Chișinău) la 40,14 mg/kg (Zona de Sud). În florile de salcâm din zonele de Sud și Centrală, cantitatea de plumb a avut același nivel – <0,5 mg/kg și cadmiu – <0,06 mg/kg. Cantitatea de zinc în florile de salcâm din Zona de Sud a constituit 32,43 mg/kg, sau cu 8,0 mg/kg mai mult decât în Zona Centrală, iar cuprul, respectiv – 7,15 mg/kg sau 1,13 mg/kg. Cantitatea de cenușă a variat de la 5,9% (Zona de Sud) până la 6,7% (Chișinău).

Cantitatea metalelor grele în florile de floarea-soarelui a fost în medie de 41,46 mg/kg, variind de la 35,61 mg/kg (Zona de Sud) la 48,96 mg/kg (Zona de Nord). Conținutul de plumb în florile de floarea-soarelui în toate zonele a avut același nivel – <0,5 mg/kg și cadmiu – <0,06 mg/kg. Conținutul de zinc a variat de la 28,1 mg/kg (Zona de Sud) la 36,8 mg/kg (Zona de Nord), cupru – <1,5 mg/kg (Chișinău) la 11,6 mg/kg (Zona de Nord) și cenușă 5,07% (Chișinău) la 7,35% (Zona Centrală).

În florile de tei, cantitatea metalelor grele a constituit în medie de 25,89 mg/kg, sau cu 2,23 mg/kg mai mult decât în mediul urban (Chișinău).

#### **Micro-, macroelementele și metalele grele din ghemotoacele de polen**

**Conținutul microelementelor.** S-a relevat că în ghemotoacele de polen din Zona Centrală cantitatea microelementelor depinde de tipul plantelor și a fost în medie de 117,45 mg/kg, variind de la 85,45 mg/kg (floarea-soarelui) la 168,95 mg/kg (salcâm). Cantitatea de mangan din ghemotoacele de polen a variat de la 10,5 mg/kg (floarea-soarelui, mediul urban, Chișinău) la 50,0 mg/kg (salcâm), zincul – de la 33,27 mg/kg (floarea-soarelui) la 41,40 mg/kg (salcâm), cupru – <1,5 mg/kg (floarea-soarelui, mediul urban, Chișinău) -14,9 mg/kg (tei) și fierul – 30,10 mg/kg (floarea-soarelui) - 65,25 mg/kg (salcâm). Conținutul de crom a avut același nivel, indiferent de tipul de plantă și a constituit <1,5 mg/kg și nichel – <2,5 mg/kg.

**Conținutul macroelementelor.** S-a constatat că conținutul macroelementelor în ghemotoacele de polen din Zona Centrală a fost în medie de 18802,60 mg/kg cu o variație de la 14765,43 mg/kg (floarea-soarelui) la 24392,98 mg/kg (salcâm). În ghemotoacele de polen, conținutul de macroelemente depinde de tipul plantelor polenifere variind: calciu – de la 1133,07 mg/kg (floarea-soarelui) la 1657,30 mg/kg (salcâm); magneziu – de la 397,0 mg/kg (floarea-soarelui, zona urbană) la 890,95 mg/kg (salcâm); potasiu – 3312,97 mg/kg (floarea-soarelui) la 6733,18 mg/kg (salcâm); sodiu – de la 22,6 mg/kg (floarea-soarelui, urban) la 33,0 mg/kg (tei) și fosfați – de la 5765,33 mg/kg (floarea-soarelui) la 15085,40 mg/kg (salcâm).

**Conținutul metalelor grele.** S-a stabilit că în ghemotoacele de polen cantitatea de metale grele a avut media de 45,671 mg/kg, variind de la 39,26 mg/kg (floarea-soarelui, mediul urban) până la 52,365 mg/kg (tei). Cea mai mare cantitate de metale grele a fost găsită în ghemotoacele de polen de tei – 52,365 mg/kg și salcâm – 51,66 mg/kg. În ghemotoacele de polen, cantitatea de plumb a variat între 0,065-<0,5 mg/kg, cadmiu – 0,06-0,40 mg/kg, zinc – 31,30-41,40 mg/kg, cupru – <1,5-14,9 mg/kg.

#### **Micro-, macroelementele și metalele grele din propolis**

**Conținutul microelementelor.** Rezultatele cercetării au demonstrat că în propolis cantitatea de microelemente a avut media de 1114,39 mg/kg cu variații de la 619,72 mg/kg (zona urbană, Chișinău) la 2081,54 mg/kg (zonele Centru și Sud). Cantitatea de mangan a variat între

11,47 și 28,8 mg/kg, zinc – 85,3-142,85 mg/kg, cupru – 3,07-4,71 mg/kg, fier – 459,55-1958,7 mg/kg, crom – <1,5-3,52 mg/kg și nichel – 2,27-2,5 mg/kg.

**Conținutul macroelementelor.** S-a relevat că în propolis cantitatea macroelementelor constituia în medie 5946,87 mg/kg. Cea mai mare cantitate de macroelemente a fost găsită în propolisul colectat în Zona de Sud – cu 8993,8 mg/kg sau cu 4809,3 mg/kg mai mare față de Zona Centrală. În propolis, cantitatea de calciu a variat de la 1290,70 mg/kg la 4770,0 mg/kg, magneziu – 230,9-419,7 mg/kg, potasiu – 954,55-1553,4 mg/kg, sodiu – 80, 8-98,6 mg/kg.

**Conținutul metalelor grele.** Cantitatea totală de metale grele în propolis a fost în medie de 123,524 mg/kg. S-a constatat că în propolisul din mediul urban (Chișinău) cantitatea de metale grele este de 1,49 ori mai mare decât în Zona de Sud și de 1,22 ori mai mare decât în Zona Centrală. Cantitatea de plumb în propolis în Zona de Sud a fost de 9,85 mg/kg sau de 3,07 ori mai mare față de Zona Centrală, în timp ce zincul a constituit 142,85 mg/kg (zona urbană, Chișinău) sau de 1,67 ori mai mult decât Zona de Sud. A existat o ușoară modificare a conținutului de cadmiu – <0,06-0,063 mg/kg, cupru – 3,07-4,74 mg/kg.

#### **Micro-, macroelementele și metalele grele din corpul albinelor**

**Conținutul microelementelor.** Rezultatele studiului au arătat că în corpul albinelor cantitatea totală de microelemente studiate a fost în medie de 232,11 mg/kg. S-a stabilit că și conținutul de mangan a fost de 28,0 mg/kg, zinc – 63,62 mg/kg, cupru – 11,47 mg/kg, fier – 126,27 mg/kg, crom – <1,5 mg/kg și nichel – <2,15 mg/kg.

**Conținutul macroelementelor.** S-a dovedit că în corpul albinelor cantitatea totală de macroelemente a fost în medie de 35029,47 mg/kg, variind de la 31131,0 mg/kg până la 39204,3 mg/kg. S-a constatat că în organismul albinelor cantitatea de calciu a fost de 875,27 mg/kg, magneziu – 705,40 mg/kg, potasiu – 8736,70 mg/kg, sodiu – 461,17 mg/kg, fosfați – 24250,93 mg/kg.

**Conținutul metalelor grele.** Cantitatea totală de metale grele din corpul albinelor a fost de 75,57 mg/kg, inclusiv plumbul – 0,394 mg/kg, cadmiu – 0,074 mg/kg, zinc – 63,62 mg/kg, cupru – 11,47 mg/kg.

#### **Migrația micro-, macroelementelor și a metalelor grele în lanțul trofic**

**Migrația microelementelor în lanțul trofic.** Înțelegerea distribuției și migrației microelementelor de-a lungul lanțului trofic are o importanță majoră în evaluarea situației mediului ambiant și a impactului asupra speciilor precum și albinelor. Fierul are o concentrație relativ mai mare în sol (2,20 mg/kg) comparativ cu alte microelemente, dar crește semnificativ în florile plantelor melifere și în ghemotoacele de polen. Fierul este esențial pentru diferite procese metabolice ale plantelor, cu cea mai mare migrare din sol în florile plantelor melifere și din florile plantelor melifere în corpul albinei, cu concentrații de 74,32 mg/kg și, respectiv, 126,27 mg/kg, indicând o absorbție semnificativă de către plante. Cu toate acestea, migrarea sa în miere este foarte scăzută (3,70 mg/kg), ceea ce sugerează un transport limitat în miere. Cea mai mare acumulare se observă la propolis (975,14 mg/kg). Concentrația semnificativă de fier în propolis sugerează absorbția și reținerea acestuia puternică în lanțul trofic. Migrația ridicată a fierului în acest caz poate fi asociată cu rolul său semnificativ în diferite procese metabolice și cu utilizarea sa eficientă nu numai de către plante, ci și de către albine.

Având în vedere că compușii de cupru și zinc sunt adesea utilizați în agricultură ca fungicide și hrănire foliară, determinarea concentrațiilor acestor metale în mostrele studiate și migrarea lor consecventă reprezintă un interes deosebit. S-a demonstrat că zincul este prezent în sol în cantități minime (<0,75 mg/kg), dar concentrația acestuia crește brusc de-a lungul lanțului

trofic, în flori (20,89 mg/kg), în special în corpul albinei (63,62 mg/kg) și propolis (114,63 mg/kg). Având în vedere acumularea semnificativă de zinc în corpul albinelor, chiar și la concentrații scăzute în verigile anterioare ale lanțului trofic, se poate concluziona că poluarea mediului cu zinc poate reprezenta un pericol deosebit pentru albine.

Manganul are concentrații relativ scăzute în sol (<0,7 mg/kg), dar demonstrează o acumulare semnificativă, în special în corpul albinelor (28,0 mg/kg) și ghemotoacele de polen (23,18 mg/kg), indicând o absorbție semnificativă din florile plantelor melifere (21,85 mg/kg). Transferul de la flori în polen, apoi în corpul albinelor evidențiază migrarea manganului în lanțul trofic.

Toate microelementele demonstrează o acumulare semnificativă din sol de către florile plantelor melifere. Fierul are cea mai mare migrație din sol în florile plantelor melifere, cu un coeficient de acumulare sau de migrare de 33,78, indicând o absorbție semnificativă de către plante. Cu toate acestea, migrația sa din florile plantelor melifere în miere este foarte scăzută. În ansamblu, coeficienții cumulați indică eficiența migrării și bioacumulării microelementelor în corpul albinelor și produsele asociate acestora, fierul având cele mai mari niveluri de acumulare, urmat de zinc, mangan și cupru.

Astfel, se poate menționa că cea mai mare cantitate de mangan (28,0 mg/kg) și cupru (11,47 mg/kg) a fost depistată în corpul albinelor, zinc (114,627 mg/kg), fier (975,14 mg/kg) și crom (2,523 mg/kg) în propolis și nichel (3,90 mg/kg) în florile plantelor melifere.

***Migrația macroelementelor în lanțul trofic.*** Concentrația de calciu de bază în sol a fost înregistrată la 160,62 mg/kg. Concentrația relativ scăzută în sol în comparație cu nivelurile trofice ulterioare indică faptul că calciul este absorbit eficient de plante. Florile plantelor melifere au o creștere accentuată a concentrației de calciu, ajungând la 6604,10 mg/kg. Această creștere semnificativă confirmă faptul că plantele melifere au o mare afinitate pentru calciu, care este vital pentru diferite procese fiziologice, făcându-l să se acumuleze în cantități atât de mari. Din flori, calciul migrează către ghemotoacele de polen, unde concentrația scade la 1459,72 mg/kg. Concentrația în corpul albinelor este de 875,27 mg/kg. Această valoare reflectă aportul alimentar de calciu prin polen și nectar și rolul său important în procesele fiziologice ale albinelor. Mierea are cea mai scăzută concentrație de calciu dintre mostre, 64,01 mg/kg. Această concentrație scăzută sugerează că migrarea calciului din corpurile albinelor în miere este minimă.

Totuși, concentrația de magneziu din sol este și ea relativ scăzută (14,87 mg/kg). La fel ca și calciul, acesta crește semnificativ în florile plantelor melifere (2084,86 mg/kg). Creșterea lui semnificativă arată că magneziul este ușor absorbit de plante din sol. Concentrația scade în corpul albinei la 705,40 mg/kg, iar în propolis la 300,60 mg/kg. Acest lucru denotă că magneziul este transferat eficient din sol la albine și propolis, dar mierea are o concentrație mult mai mică (24,34 mg/kg), indicând un transfer minim de magneziu de la albine la miere.

Potasiul este un macroelement esențial atât pentru plante, cât și pentru animale, jucând un rol critic în diferite procese fiziologice. Concentrația de potasiu în sol este de 37,97 mg/kg. Această concentrație relativ scăzută crește brusc în florile plantelor melifere, ajungând la 17475,71 mg/kg. Absorbția semnificativă a potasiului evidențiază rolul său în fiziologia plantelor. În corpul albinei, concentrația de potasiu crește la 8736,70 mg/kg. Această acumulare semnificativă evidențiază rolul important al potasiului în procesele metabolice ale albinelor. Concentrația de potasiu din miere este destul de mare – 662,74 mg/kg. Astfel, contribuția principală a conținutului de minerale este generată de potasiu, lucru confirmat de alți cercetători [33].

Migrația fosfaților de-a lungul lanțului trofic din sol asociat cu albinele arată o acumulare semnificativă cu modificări vizibile în fiecare etapă. Nivelurile de fosfat cresc brusc de la sol la florile plantelor melifere, arătând o creștere de la 4,7 mg/kg în sol la 10615,05 mg/kg în florile plantelor melifere. Această creștere semnificativă evidențiază absorbția mare de fosfați de către plantele melifere. De la florile plantelor melifere la ghemotoacele de polen, concentrațiile de fosfați arată o creștere modestă – 10929,74 mg/kg. Acest lucru sugerează că ghemotoacele de polen servesc ca un rezervor concentrat pentru fosfați. Cea mai mare creștere a concentrației de fosfați are loc în timpul trecerii de la ghemotoacele de polen în corpul albinelor, ajungând la 24250,93 mg/kg. Acest lucru subliniază capacitatea albinei de a acumula intens și de a folosi fosfații. Astfel, fosfații reprezintă un model distinct de acumulare, în special cu vârf în corpul albinei, similar cu alte macroelemente cum ar fi potasiul și magneziul.

Concentrația bazală de sodiu în sol a fost înregistrată la 10,45 mg/kg. Sodiul, deși nu este un nutrient esențial precum potasiul sau calciul, joacă totuși un rol critic în fiziologia plantelor și animalelor. În florile plantelor melifere concentrația de sodiu crește la 38,10 mg/kg. Creșterea nivelului de sodiu arată că plantele absorb sodiul din sol, deși mai puțin eficient decât alte macroelemente, cum ar fi calciul sau potasiul. Deși concentrația de sodiu în ghemotoacele de polen scade ușor la 26,83 mg/kg, se constată o creștere semnificativă a concentrației de sodiu în corpul albinelor, ajungând la 461,2 mg/kg. Migrația minimă a sodiului din corpul albinelor în miere este în concordanță cu observația generală, că mierea (22,69 mg/kg) servește în primul rând ca sursă de energie, mai degrabă decât un purtător semnificativ de elemente minerale. Conținutul limitat de sodiu al mierii este în concordanță cu alte cercetări care au depistat concentrații scăzute de minerale în miere, reflectând compoziția acesteia și reținerea selectivă a anumitor elemente de către albine [33].

Analizând lanțul trofic (*sol – florile plantelor melifere – miere – ghemotoacele de polen – propolis – corpul albinelor*), se poate observa că cea mai mare cantitate de calciu (6604,10 mg/kg), magneziu (2084,86 mg/kg) și potasiul (17475,71 mg/kg) se găsește în florile plantelor melifere (salcâm, tei, floarea-soarelui), iar sodiul (461,17 mg/kg) și fosfații (24250,93 mg/kg) se găsesc în corpul albinelor.

**Migrația metalelor grele în lanțul trofic.** Plumbul este un metal foarte toxic, care a fost depistat în concentrații relativ scăzute în sol, 0,426 mg/kg, în florile plantelor melifere – <0,5 mg/kg. Acest lucru sugerează că plantele din această regiune, datorită mecanismelor de absorbție selectivă (solul carbonat), împiedică acumularea de plumb, care este pozitivă având în vedere natura toxică a acestui metal. Cu toate acestea, plumbul a fost găsit atât în ghemotoacele de polen, cât și în corpul albinelor într-o concentrație de 0,394 mg/kg, indicând un anumit nivel de bioacumulare pe măsură ce trece din plante la albine. Cu toate acestea, concentrația plumbului din miere rămâne scăzută – 0,406 mg/kg, ceea ce este comparabil cu nivelul din sol. Cea mai semnificativă acumulare de plumb se observă în propolis, unde concentrația ajunge la 5,125 mg/kg.

Cadmiul – concentrația sa în sol este foarte scăzută și constituie 0,051 mg/kg în florile plantelor melifere – <0,06 mg/kg, ceea ce sugerează o absorbție limitată de către plante. Cu toate acestea, în ghemotoacele de polen concentrația de cadmiu crește la 0,145 mg/kg, indicând o anumită bioacumulare pe măsură ce se deplasează de la sol la polen. Interesant este că această concentrație scade ușor în corpul albinelor până la 0,074 mg/kg, ceea ce poate indica faptul că albinele au mecanisme de reglare sau eliminare a cadmiului pentru a evita toxicitatea, în miere a avut nivelul de 0,049 mg/kg.

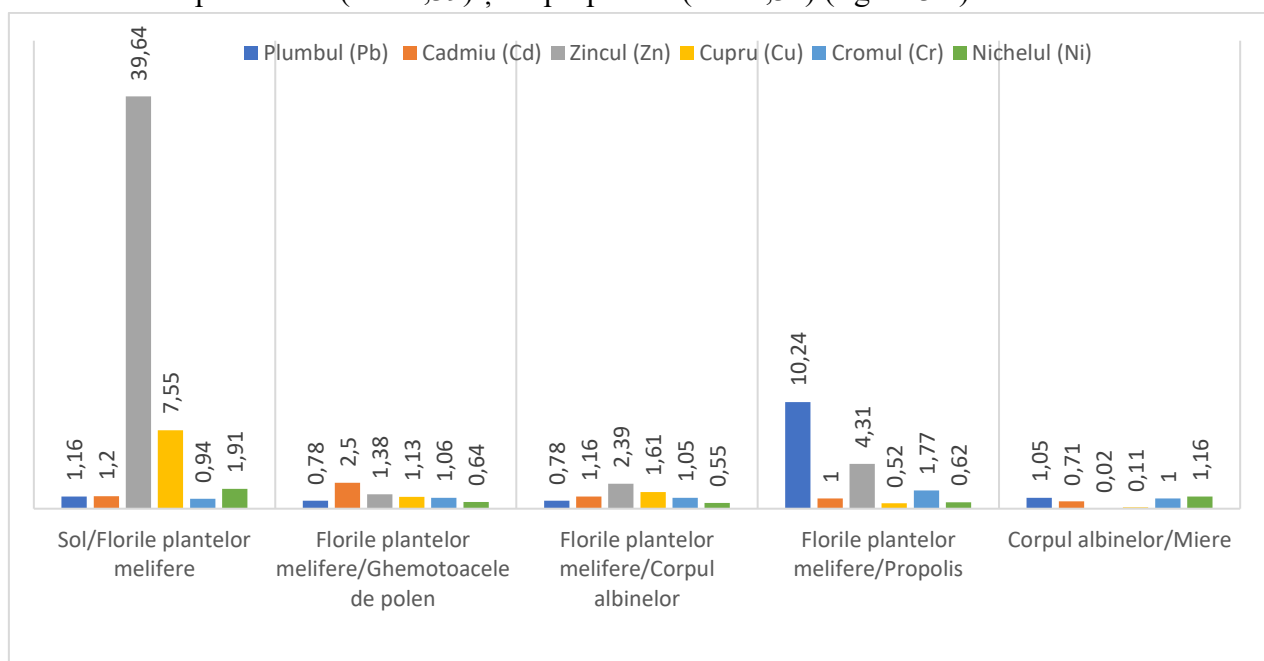


Cuprul, deși în cantități mai mici în comparație cu zincul, s-a constatat că prezintă și o acumulare marcată în corpul albinei (11,47 mg/kg) în comparație cu conținutul său inițial în sol (0,940 mg/kg). Această tendință indică biodisponibilitatea și mobilitatea cuprului în ecosistem, deși într-o măsură mai mică decât zincul.

Cromul devine toxic la concentrații mai mari. În studiile noastre, nivelul de crom din sol a constituit  $<1,5$  mg/kg, ceea ce sugerează o prezență de bază scăzută în mediu. Cu toate acestea, cromul a fost găsit în florile plantelor melifere într-o concentrație de 1,42 mg/kg, indicând o anumită absorbție din sol. Interesant este că cea mai mare concentrație de crom a fost depistată în propolis – 2,52 mg/kg, ceea ce susține ideea că propolisul acționează ca un captator al metalelor potențial dăunătoare, împiedicându-le să migreze în miere.

Nichelul, ca și cromul, este necesar în cantități mici, dar poate fi toxic dacă este acumulat în organism. În sol, concentrația de nichel este de 2,04 mg/kg, în florile plantelor melifere ajungând la 3,90 mg/kg, ceea ce reflectă o absorbție mai mare de către plante comparativ cu alte metale grele. În propolis, concentrația de nichel este de 2,42 mg/kg, ceea ce sugerează o oarecare retenție, deși nu semnificativ mai mare decât în sol. În miere, nichelul este sub limitele de detectare ( $<2,5$  mg/kg).

Zincul reprezintă o acumulare semnificativă din sol în florile plantelor melifere cu un coeficient de acumulare de 39,64, iar cuprul de 7,55. Cu toate acestea, migrația lor de la florile plantelor melifere la miere este foarte scăzută. Zincul reprezintă un transfer mare de la plantele melifere la corpul albinei ( $K = 2,39$ ) și în propolis – ( $K = 4,31$ ) (figura 3.1).



**Figura 3.1. Diagrama coeficienților de migrare a elementelor din lanțul trofic**

Concentrația relativ scăzută de cupru din propolis în comparație cu florile plantelor melifere ( $K = 0,52$ ) sugerează că cuprul tinde să se acumuleze și este mai greu eliminat sau poate astfel de cantități sunt necesare pentru îndeplinirea funcțiilor biologice. Procesul de migrare a plumbului de-a lungul lanțului trofic din sol la florile plantelor melifere cu coeficienți de migrare constituie 1,16 și maximul în propolis - 10,24. Cadmiul demonstrează o acumulare până la polen cu coeficienți de migrare de 2,5. Pe măsură ce se deplasează de-a lungul lanțului scade și în miere este de 0,71.

Cromul și nichelul au o absorbție inițială mai mică de către plantele cu coeficienți de migrare din sol, în florile plantelor melifere fiind de 0,94 și 1,91, în corpul albinelor - 1,05 și 0,55, în propolis - 1,77 și 0,62 și în miere - 1,0 și 1,16. Migrarea elementelor din corpul albinei în miere sau nu are loc, sau are loc în concentrații foarte mici.

Cantitatea totală de metale grele din lanțul trofic a fost după cum urmează: în sol – 2,089 mg/kg, în florile plantelor melifere – 34,223 mg/kg, în miere – 3,026 mg/kg, în ghemotoacele de polen – 45,661 mg/kg, propolis – 123,524 mg/kg și corpul albinelor – 75,57 mg/kg.

Aceste rezultate evidențiază importanța înțelegerii migrației selective și reținerii metalelor grele în lanțul trofic. Concentrațiile scăzute ale acestor metale în miere denotă bariere eficiente împotriva transferului lor, ceea ce este esențial pentru menținerea siguranței mierii ca produs consumabil.

Studiul a fost realizat în regiuni favorabile mediului din Republica Moldova, ceea ce probabil contribuie la concentrații inițiale scăzute de metale grele în mediu. Însă chiar și în astfel de regiuni este important să se controleze migrarea acestor metale, deoarece reprezintă un risc semnificativ pentru sănătate dacă se acumulează în concentrații mai mari.

Astfel, albinele lucrătoare, folosind ca hrană mierea și polenul (păștura) din care absorb toate elementele necesare procesului metabolic, pot servi drept indicator al mediului ecologic în raza zborului lor productiv de 2-3 km, care este de 1250-2580 hectare

## **4. SPORIREA VOLUMELOR PRODUCERII MIERII PRIN UTILIZAREA BIOSTIMULATORILOR ÎN HRANA ALBINELOR**

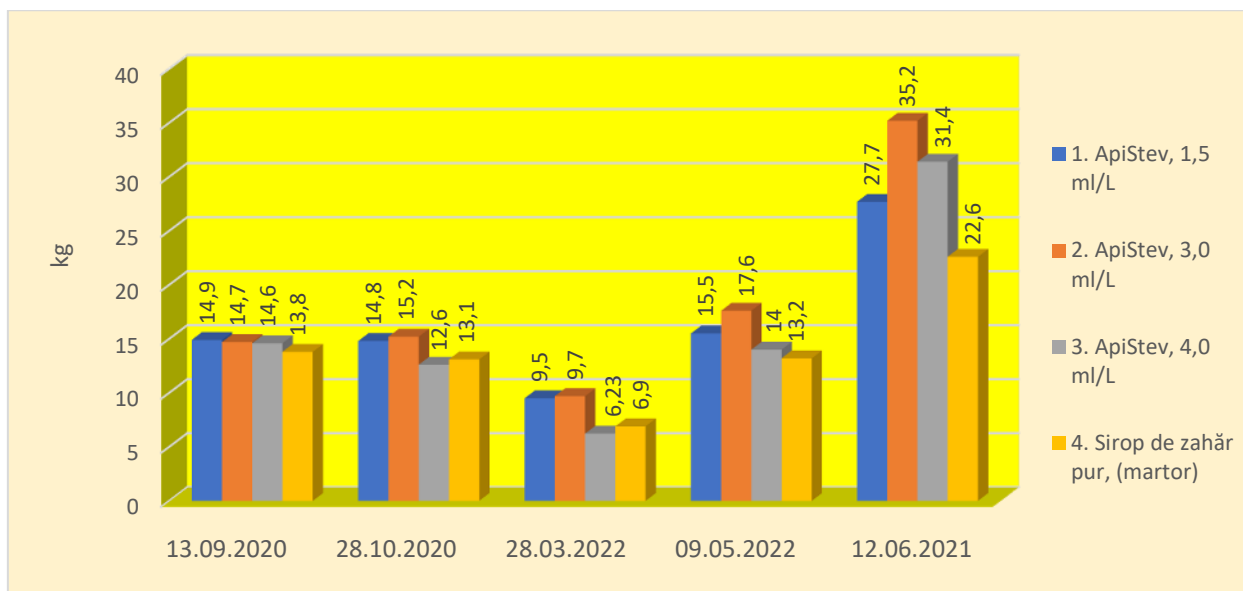
### **4.1. Utilizarea biostimulatorilor *ApiStev*, *CobalStev*, *ApiRibo* u *ApiDAK* în hrana albinelor**

#### **Utilizarea biostimulatorului *ApiStev* la hrănirea albinelor**

**Experiența I-a.** La stupina din s. Cojușna, înainte de începerea experienței privind utilizarea biostimulatorului *ApiStev* la hrănirea albinelor, pe 13 septembrie 2020, puterea familiilor de albine era în medie de 8,7-9,0 spații dintre fagurii populați cu albine, la revizia de toamnă, pe data de 28 octombrie, s-a micșorat astfel: lotul I – 2 spații, lotul II – 1,5, lotul III – 4 și lotul IV – 3.

Comparând puterea familiilor de albine din timpul toamnei (28 octombrie 2020) și al reviziei de primăvară (28 martie 2021), se poate menționa că rezistența la iernare în lotul I a fost de 80,95%, în lotul II – 86,6%, în lotul III – 95,24%, iar în lotul martor IV – 85,71%. Prin urmare, familiile de albine din loturile II și III s-au dovedit a fi mai rezistente la iernare în comparație cu lotul martor.

Hrănirea de primăvară a familiilor de albine a avut un efect pozitiv asupra prolificității mătcilor și a creșterii puietului, iar înainte de înflorirea salcâmului alb, cea mai mare cantitate de puiet căpăcit a fost găsită în familiile de albine din lotul II – 180,0 sute celule sau cu 77,69% mai mult față de lotul martor. Prolificitatea mătcilor din loturile experimentale în această perioadă a fost de 1352-1500 ouă în 24 de ore sau cu 60,19-77,72% mai mare decât în lotul martor (844 ouă). Astfel, familiile de albine din loturile experimentale erau mai bine pregătite pentru culesul melifer de la salcâmul alb. Familiile de albine din lotul II au colectat o cantitate semnificativă de miere de la salcâmul alb (35,2 kg), cu 55,75% mai mult față de lotul martor (figura 4.1). Mărirea dozei de bioregulator *ApiStev* la 4,0 ml/l nu a influențat productivitatea familiilor de albine [7].



**Figura 4.1. Dinamica rezervelor de miere în familiile de albine**

Prin urmare, doza optimă pentru utilizarea biostimulatorului natural *ApiStev* la hrănirea albinelor este de 3,0 ml/l. Hrănirea albinelor cu biostimulatorul *ApiStev* în perioada de toamnă asigură o creștere a imunității și a rezistenței la iernare cu 0,89-9,53%, iar primăvara sporește puterea familiilor cu 18,3-21,8%, a puietului căpăcit cu 77,7% și a producției de miere – cu 22,6-55,7% mai mult comparativ cu lotul martor [7].

#### **Utilizarea biostimulatorului *CobalStev* la hrănirea albinelor**

**Experiența a II-a.** Rezultatele cercetării au arătat că în timpul reviziei de primăvară a familiilor de albine din 9 aprilie 2022, înainte de hrănirea stimulantă, în cuib erau în medie 6,7-7,0 faguri, puterea familiilor era de 5,7-6,0 spații între fagurii populați cu albine, puietul căpăcit – 57,7-60,0 sute celule și rezervele de miere – 2,3-2,7 kg. La examinarea familiilor de albine, efectuată înainte de înflorirea salcâmului alb pe 19 mai 2022, s-a constatat că în cuib se numărau 11,3-13,0 faguri, puterea era de 10,3-11,7 spații între fagurii populați cu albine. Familiile de albine din loturile experimentale I și II au crescut în medie cu 84,0 și 82,7 sute celule de puiet căpăcit sau cu 8,11% și 6,43% mai mult față de lotul martor IV. Rezerva de miere în familiile de albine a constituit în medie între 2,7-3,7 kg, ceea ce confirmă absența unui cules melifer de întreținere.

La finele culesului melifer de la salcâmul alb, pe 6 iunie 2022, s-a constatat că familiile de albine din loturile experimentale II și III aveau în medie 20 de faguri, puterea de 19,0 spații între fagurii populați cu albine sau cu 7,34% mai mult decât lotul martor. Familiile de albine din lotul II au crescut 123,0 sute celule de puiet căpăcit, prolificitatea mătcilor a fost de 1025 ouă în 24 de ore, iar în lotul martor – 877 ouă. Hrănirea de primăvară a contribuit la creșterea ponteii mătcilor și a numărului de puiet căpăcit cu 16,81%. Familiile de albine din lotul experimental II în condiții climatice dificile (temperaturi ridicate și secetă) au colectat în medie 28,1 kg de miere fiecare, ceea ce este cu 9,77% mai mult decât în lotul martor IV.

Astfel, s-a stabilit că doza optimă de biostimulator *CobalStev* la hrănirea albinelor este de 2,0 ml/l sirop de zahăr. Folosirea metodei elaborate de hrănire a albinelor primăvara, când rezervele de hrană din cuib sunt limitate, cu un amestec de sirop de zahăr 1:1 și a biostimulatorului *CobalStev* în doză de 2,0 ml/l, crește puterea familiilor cu 7,34%, numărul puietului căpăcit cu 16,81% și producția de miere cu 9,77%.

### **Utilizarea biostimulatorului *ApiRibo* la hrănirea albinelor**

**Experiența a III-a.** Pentru a determina condițiile optime de utilizare a biostimulatorului *ApiRibo* la hrănirea albinelor a fost studiat efectul acestuia asupra rezistenței la iernare, creșterii, dezvoltării timpurii și producției de miere. Biostimulatorul *ApiRibo* este un extract de glicozidă ribaudiozidă A, soluție apoasă 3%, care este un produs disponibil comercial. Biostimulatorul *ApiRibo* a fost elaborat la Institutul de Chimie al Universității de Stat din Moldova.

Înainte de hrănire, la 12 septembrie 2020, s-a constatat că în cuibul familiilor de albine din loturile experimentale erau în medie 7,33-7,67 faguri, puterea – 6,33-6,67 spații dintre fagurii populați cu albine, puietul căpăcit – 19,33- 26,0 sute celule și rezerva de miere – 12,67-13,03 kg. Cel mai bine au iernat familiile de albine din lotul experimental II, care au fost hrănite cu sirop de porumb invertit cu biostimulatorul *ApiRibo*, în doză de 2 ml/l, a căror rezistență la iernare a fost de 68,33%, adică cu 11,66% mai mult decât în lotul martor IV. Odată cu majorarea dozei de biostimulator, rezistența la iernare a scăzut și în lotul III a constituit 58,89% sau cu 2,22% mai mare față de lotul martor.

Hrănirea familiilor de albine primăvara cu sirop de porumb invertit și biostimulatorul *ApiRibo* în doză de 1-2 ml/l a crescut prolificitatea mătcilor și a numărului puietului căpăcit cu 19,6-23,6% față de lotul IV (martor). S-a relevat că la sfârșitul culesului melifer de la salcâmul alb pe 8 iunie 2021, cel mai bine s-au dezvoltat familiile de albine din lotul II, care aveau în medie 18 faguri, crescând câte 6,3 faguri artificiali fiecare, puterea fiind de 16,7 spații între fagurii populați cu albine, numărul puietului căpăcit – 161,0 sute celule și rezerva de miere – 27,57 kg.

Așadar, s-a stabilit că doza optimă de utilizare a biostimulatorului *ApiRibo* la hrănirea albinelor și completarea rezervelor de hrană pentru iarnă și primăvară este de 2,0 ml/l sirop de porumb invertit.

Hrănirea albinelor cu un amestec din sirop de porumb invertit de 1,5:1 și bioregulator *ApiRibo*, în cantitate de 2,0 l la o familie de albine toamna, asigură sporirea imunității și rezistenței la iernare cu 11,6%, iar hrănirea acestora în perioada de primăvara cu sirop de porumb invertit de 1:1 și bioregulator, în cantitate de 1,0 l amestec la o familie de albine, peste fiecare 7...9 zile, începând cu luna aprilie până la culesul principal, sporește creșterea puterii familiilor de albine cu 28,5%, a numărului puietului căpăcit cu 37,6% și a producției de miere cu 52,5% mai mult față de lotul martor [9].

### **Utilizarea biostimulatorului *ApiDAK* la hrănirea albinelor**

**Experiența a IV-a.** Pentru a determina condițiile optime de utilizare a biostimulatorului *ApiDAK* la hrănirea albinelor, a fost studiat efectul acestuia asupra creșterii, dezvoltării timpurii a familiilor de albine în colectarea mierii. Bioregulatorul *ApiDAK* este o soluție apoasă de 3% obținută dintr-o substanță prin suspendarea acidului dihidroabietic cu o soluție apoasă de KOH la temperatura camerei, care se folosește în doze de 1,0-3,0 ml/l sirop de zahăr.

În urma controlului familiilor de albine din 18 aprilie 2021, s-a determinat că în cuibul lor erau în medie 5,0-5,67 faguri, puterea de 4,0-4,67 spații între fagurii populați cu albine, rezervele de miere – 1,17-1,33 kg. Înainte de înflorirea salcâmului alb, pe 11 mai 2021, în cuibul familiilor s-au găsit 9,0-14,7 faguri, puterea a fost de 8,0-13,7 spații între fagurii populați cu albine. Familiile de albine din loturile experimentale I, II și III au crescut în medie câte 142,0-167,0 sute celule sau cu 5,97-24,63% mai mult față de lotul martor. Hrănirea albinelor cu sirop de zahăr în amestec cu biostimulatorul *ApiDAK* în doză de 1,0-3,0 ml/l sirop a sporit prolificitatea mătcilor cu 5,91-24,62% mai mult decât în lotul martor. La finalul culesului melifer de la salcâmul alb din 15 iunie

2021 s-a constatat că familiile de albine din loturile I și II aveau în medie 25,5-28,0 faguri, puterea fiind de 24,5-27,0 spații între fagurii populați cu albine sau 11,36-22,73% mai mult decât în lotul martor. Familiile de albine din lotul II au colectat mai multă miere de la salcâmul alb – 50,55 kg, ceea ce este cu 62,91% mai mult decât în lotul martor IV.

Astfel, s-a stabilit că doza optimă de utilizare a biostimulatorului natural *ApiDAK* la hrănirea albinelor primăvara este de 2,0 ml/l sirop de zahăr. Hrănirea albinelor primăvara cu un amestec de sirop de zahăr și biostimulator *ApiDAK* în doză de 2,0 ml/l, în cantitate de 1,0 l amestec la o familie de albine, la fiecare 7 zile, sporește creșterea puterii familiilor de albine cu 11,36-22,73%, a numărului puietului căpăcit cu 5,97-24,63%, a ponteii mătcilor cu 5,91-24,62% și a producției de miere cu 62,91% mai mult față de lotul martor [8].

#### **4.2. Utilizarea biostimulatorului Clorură de colină la hrănirea albinelor**

**Experiența a V-a.** Hrănirea albinelor primăvara cu un amestec de sirop de zahăr și biostimulatorul clorură de colină, din martie până la începutul culesului melifer principal, sporește creșterea puterii familiilor de albine cu 4,12-17,65%, a numărului puietului căpăcit – cu 17,48-43,98% și contribuie la majorarea producției de miere cu 22,88%.

#### **4.3. Utilizarea biostimulatorilor (soluție de 3% a acidului glucuronic) la hrănirea albinelor**

**Experiența a VI-a.** Utilizarea procedurii elaborat de hrănire a albinelor primăvara cu un amestec de sirop de zahăr 50% cu un biostimulator (soluție de 3% a acidului glucuronic), un litru o dată la 10 zile asigură creșterea puterii familiilor de albine cu 19,05%, sporirea prolificității mătcilor – cu 57,7% și a producției de miere cu 21,4-28,74%.

**4.4. Eficiența utilizării biostimulatorilor la hrănirea albinelor.** La utilizarea biostimulatorilor la hrănirea albinelor se obține un profit net de la 176,0 lei (II - *CobalStev*) la 1159,6 lei (IV - *ApiDAK*) sau cu 10,62-46,71% mai mult față de lotul martor.

## CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI

### Concluzii:

1. Rezultatele cercetărilor efectuate privind migrarea metalelor grele în lanțul trofic și cerințele privind calitatea mierii, precum și exportul către Uniunea Europeană, au făcut posibilă identificarea zonelor din Republica Moldova cu plante melifere și creșterea productivității mierii. S-a identificat că fracția de masă a umidității mierii obținută din diferite zone pedoclimatice a variat în medie de la 16,93% (mierea de salcâm) la 18,05% (mierea de tei), inclusiv fracția masică a zahărului invertit – 77,18-78,50%, conținutul de zaharoză – 1,71-2,07%, indicele diastazic de la 8,56 unități Gotte (mierea de salcâm) până la 16,25 unități Gotte (mierea de floarea-soarelui), precum și aciditatea – 1,13-2,26 miliechivalenți la 100 g, oximetilfurfurolul de la 3,00 mg/kg (mierea de tei) la 6,77 mg/kg (mierea de salcâm) ce corespund standardelor stabilite pentru miere.

2. S-a constatat că cea mai mare cantitate de microelemente studiate în medie pe patru ani (2020-2023) s-a depistat în mierea de salcâm – 16,457 mg/kg, din care: mangan – 3,661 mg/kg, zinc – 1,860 mg/kg, cupru – 1,413 mg/kg, fier – 5,487 mg/kg, crom – <1,5 și nichel – <2,5 mg/kg, iar cel mai puțin în mierea de floarea-soarelui – 9,118 mg/kg.

Cantitatea de macroelemente din diferite tipuri de miere variază în medie de la 483,81 mg/kg (mierea de salcâm) la 1435,19 mg/kg (mierea de tei), inclusiv: calciu – 31,618-82,42 mg/kg, magneziu – 10,962-39,883 mg/kg, potasiu – 266,217-1168,967 mg/kg, sodiu – 17,20-26,10 mg/kg și fosfați – 148,85-228,68 mg/kg. Compoziția de microelemente și macroelemente a mierii depinde de sursele de nectar și de zonele pedoclimatice.

S-a stabilit că și conținutul de metale grele din mierea de salcâm obținută în Zona de Sud și în mediul urban (Chișinău) se află în limita superioară a parametrilor admisibili. Miere de calitate superioară (salcâm, tei și floarea-soarelui) s-a obținut în Zona Centrală, regiunea rurală, care îndeplinește cerințele tuturor standardelor.

3. S-a constatat că și cantitatea totală a aminoacizilor din mierea diferitor tipuri a variat de la 1,352 mg/g (salcâm) la 1,756 mg/g (tei). Mierea de salcâm, tei și floarea-soarelui au avut activitate antibacteriană ridicată împotriva *S. aureus* și *P. aeruginosa* chiar și la o diluție de 1:16. Mostrele testate au prezentat activitate antifungică slabă împotriva *Candida albicans*, CMI a fost determinată la o diluție de 1:2. Mierea de tei și floarea-soarelui au avut o activitate antifungică mai mare decât mierea de salcâm. Mostrele cu cea mai bună activitate biologică (mierea de floarea-soarelui) conțin o cantitate mai mare de acizi liberi. Ca urmare, au valori mai mici ale pH-ului soluției de miere, având și cel mai mare conținut de OMF [6].

4. S-a demonstrat că și cantitatea totală de microelemente în timpul migrației de-a lungul lanțului trofic (*sol – florile plantelor melifere – miere – ghemotoacele de polen – propolis – corpul albinelor*) a variat în medie astfel: în sol – 8,19 mg/kg, în florile plantelor melifere au crescut de 16,50 ori, în miere – de 1,45 ori, în ghemotoacele de polen – de 14,34 ori, în propolis – de 136,07 ori, în corpul albinelor – de 28,34 ori față de sol. Cantitatea de macroelemente din lanțul trofic a avut media de 228,62 mg/kg în sol, în florile plantelor melifere a crescut la 38473,40 mg/kg, în miere a fost de 949,71 mg/kg, în ghemotoacele de polen – 18802,60 mg/kg, în propolis – 5946,87 mg/kg, iar în corpul albinelor – 28747,92 mg/kg. Cantitatea de metale grele din sol a fost de 2,089 mg/kg, în florile plantelor melifere a crescut la 34,223 mg/kg, în miere – 3,026 mg/kg, în ghemotoacele de polen – 45,661 mg/kg, în propolis – 123,52 mg/kg și în corpul albinei – 75,57 mg/kg.

5. Hrănirea albinelor cu un amestec de sirop de zahăr și biostimulatori în cantitate de 2,0-3,0 l la o familie de albine toamna asigură sporirea rezistenței la iernare cu 0,89-9,53%, iar primăvara cu sirop de zahăr și biostimulatori, câte 1,0 l, la 7-10 zile, asigură creșterea puterii familiilor cu 4,12-22,73%, prolificitatea mătcilor – cu 3,29-77,7% și producția de miere cu 9,77-62,91% mai mult față de lotul martor [7] .

Hrănirea albinelor toamna cu un amestec de sirop de porumb invertit, sirop de zahăr și biostimulatori naturali în doză de 2,0 ml/l în raport de 1,5:1 într-o cantitate de 2,0 l asigură rezistența la iernare cu 11,6%; hrănirea albinelor primăvară cu același amestec 1:1 în cantitate de 1,0 l la o familie crește puterea familiilor cu 15,05-36,56%, a numărului puietului căpăcit și prolificității mătcilor – cu 11,72-46,11%, iar a producției de miere – cu 5,98-69,3% [9].

Principalul rezultat obținut contribuie la soluționarea unei probleme științifice importante de apreciere a calității mierii din diverse zone pedoclimatice și de la diferite plante melifere, a conținutului de micro-, macroelemente și migrației metalelor grele în lanțul trofic, stabilirea dozei optime de biostimulatori utilizați în hrana albinelor, ceea ce a condus la elaborarea de noi procedee care asigură sporirea producției de miere și a rezistenței la iernare a familiilor de albine.

### **Recomandări:**

Având în vedere migrarea metalelor grele în lanțul trofic și necesitatea obținerii mierii de înaltă calitate, se recomandă amplasarea stupilor, la pastoral, pentru valorificarea culesurilor melifere, în regiunile rurale ecologice din Zona Centrală și cât mai departe de automagistrale.

Pentru creșterea imunității, rezistenței la iernarea familiilor de albine și producției de miere se recomandă aplicarea procedeelelor de hrănire a albinelor cu administrarea unui amestec de sirop de zahăr și biostimulator *ApiStev* – 3,0 ml/l, a câte 3,0 l la o familie în perioada de toamna și 1,0 l primăvara [7]; utilizarea unui amestec de sirop de porumb invertit cu biostimulatorul *ApiRibo* – 2,0 ml/l, a câte 2,0 l la o familie în perioada de toamna și 1,0 l primăvara [9]; folosirea unui amestec de sirop de zahăr și biostimulator *ApiDAK* – 2,0 ml/l, în perioada de primăvară, a câte 1,0 l la o familie, peste fiecare 7 zile [8].

## BIBLIOGRAFIE

1. BARTHA, S., TAUT, I., GOJ, I. G., VLAD, I. A., DINULICA, F. Heavy metal content in polyfloral honey and potential health risk. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020, 17(5): p. 1507.
2. BURDEN, C.M., MORGAN, M.O., HLADUN, K.R., AMDAM, G.V., TRUMBLE, J.J., SMITH, B.H. Acute sublethal exposure to toxic heavy metals alters honey bee (*Apis mellifera*) feeding behavior. *Scientific Reports*. 2019;9(1): p. 4253.
3. DIGGLE, S., WHITELEY, M. Microbe Profile: Pseudomonas aeruginosa: opportunistic pathogen and lab rat. *Microbiology*. 2020 Oct 10;166(1): 30-33. doi:[10.1099/mic.0.000860](https://doi.org/10.1099/mic.0.000860).
4. EREMIA, N. Apicultura. Chişinău, Ediția a II. Tipogr. „Print-Caro”, 2020, 455 p. ISBN 978-9975-56-754-1.
5. EREMIA, N., KOSHELEVA, O., NEICOVCENA, I., MAKAEV, F. Physico-Chemical Properties of Honey and Sunflower Flowers of Various Soil and Climatic Zones of The Republic of Moldova. IV. International Agriculture Congress 16-17 December 2021 [www.utak2021.com](http://www.utak2021.com) Online Proceedings Book Editors Dr. Tuba BAK Dr. Emrah GÜLER UTAK2021. Comrat-Turcia, 2021, 289-297. ISBN: 978-605-80128-6-8.
6. EREMIA, N., COŞELEVA, O., SUCMAN, N., BALAN, G., LUPAŞCU, L., MARDARI, T., MODVALA, S., MACAEV, M. Relationship between physicochemical parameters and antimicrobial activity of Moldavian honey. In J. Gorter, 2023, 63 (10), p. 207-222. ISSN: 0017-2294. Leiden, Netherlands. Science Citation Index Expanded (Impact Factor: 0.333) <https://doi.org/10.59879/zT0YO>.
7. EREMIA N., MACAEV, F., POGREBNOI, S., ZNAGOVAN, A., NEICOVCENA, I., COŞELEVA, O., SARÎ, N., JEREGHI, V. Procedeu de hrănire a albinelor. Brevet de invenție de scurtă durată. Chişinău, MD 1607 Z 2022.10.31. BIOPI nr. 3/2022, p. 57. [https://agepi.gov.md/sites/default/files/bopi/BOPI\\_03\\_2022.pdf#page=7](https://agepi.gov.md/sites/default/files/bopi/BOPI_03_2022.pdf#page=7)
8. EREMIA, N., MACAEV, F., KRASOČIKO, P., POGREBNOI, S., ZNAGOVAN, A., NEICOVCENA, I., COŞELEVA, O., EREMIA, I., SARÎ, A. Procedeu de hrănire a albinelor. Brevet de invenție de scurtă durată. Chişinău, MD 1611 Z 2022.11.30. BIOPI nr. 4/2022, p. 50. [https://agepi.gov.md/sites/default/files/bopi/BOPI\\_04\\_2022.pdf#page=7](https://agepi.gov.md/sites/default/files/bopi/BOPI_04_2022.pdf#page=7)
9. EREMIA N., MACAEV, F., KRASOČIKO, P., POGREBNOI, S., ZNAGOVAN, A., NEICOVCENA, I., COŞELEVA, O., SARÎ, N., EREMIA, M. Procedeu de hrănire a albinelor. Brevet de invenție de scurtă durată. Chişinău, MD 1612 Z 2022.11.30. BIOPI nr. 4/2022, p. 50. [https://agepi.gov.md/sites/default/files/bopi/BOPI\\_09\\_2023.pdf#page=7](https://agepi.gov.md/sites/default/files/bopi/BOPI_09_2023.pdf#page=7)
10. MARDARI, T., EREMIA, N. Evaluarea mierii poliflore de albine din diverse zone ale Republicii Moldova. Conferința științifico-practică cu participare internațională dedicată celei de-a 65-a aniversări de la fondarea Institutului „Inovații în zootehnie și siguranța produselor animaliere – realizări și perspective”. Culegere de lucrări științifice. 30 septembrie-01 octombrie, Maximovca, 2021, p. 185-190. ISBN 978-9975-56-911-8. [https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare\\_articol/140198](https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare_articol/140198).
11. MATUSZEWSKA, E., KLUPCZYNSKA, A., MACIOŁEK, K., KOKOT, Z.J., MATYSIAK, J. Multielemental analysis of bee pollen, propolis, and royal jelly collected in west-Central Poland. *Molecules*. 2021;26(9). DOI: 10.3390/molecules26092415.
12. OMRAN, N.S., OMAR, M.M., HUSSEIN, M.H., ABD-ALLAH M.M. Heavy metals concentrations in bee products collected from contaminated and non-contaminated areas from upper Egypt governorates. *J. Adv. Agric*. 2019; 10:1657-1666. DOI: 10.24297/jaa.v10i0.8149.



13. SALMAN, NH., MOK SAM, L., ADO, K., BINJAMIN, B., JOHNY-HASBULAH MIJ., BENEDICK, S. Linking Measure of the Tropical Stingless Bee (*Apidae*, *Meliponini*, and *Heterotrigona itama*) Honey Quality with Hives Distance to the Source of Heavy Metal Pollution in Urban and Industrial Areas in Sabah, Borneo. *J. Toxicol.* 2022. DOI: 10.1155/2022/4478082.
14. SHAFIEI, F.K., SABA, A.J. Using cluster analysis and principal component analysis to group lines and determine important traits in white bean. *Procedia Environm Sciences.* 2015; 29:38-40. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2015.07.145>.
15. ТАРАЛСКИЙ, Д.В., БИЛСКИЙ, И.А. Antimicrobial susceptibility testing by broth microdilution method: widely available modification. *Klinicheskaia, mikrobiologija i antimikrobnaja terapija.* 2018;20(1):62-67.
16. ZHANG, G.Z, TIAN, J., ZHANG, Y.Z., LI, S.S., ZHENG, H.Q., HU, F.L. Investigation of the Maturity Evaluation Indicator of Honey in Natural Ripening Process: The Case of Rape Honey. *Foods.* 2021 Nov 22;10(11):2882. <https://doi.org/10.3390/foods10112882>.
17. БОНДАРЁВА, Н.В. Использование медоносных пчёл как биоиндикаторов загрязнения окружающей среды тяжёлыми металлами. *Фундаментальные исследования*, 2005, № 10, с. 76-77.
18. БОРОДАЧЁВ, А.В. и др. Методы проведения научно-исследовательских работ в пчеловодстве. *Рос. Акад. С.-х. Наук. Гос. Учреждение "Науч.-исслед. Ин-т Пчеловодства". Рыбное*, 2002. 156 с. ISBN 5-900205-35-5.
19. ГАРАЕВА, С.Н., РЕДКОЗУБОВА, Г.В., ПОСТОЛАТИ, Г.В. Аминокислоты в живом организме. Кишинев, 2009. 550 с. ISBN978-9975-62-269-1.
20. ЕРЕМИЯ, Н.Г., ЕРЕМИЯ, Н.М. Пчеловодство. Print-Caro SRL, Кишинев, 2011. 531 с. ISBN 978-9975-56-007-8.
21. ЕРЕМИЯ, Н.Г., КОШЕЛЕВА, О., МАКАЕВ, Ф.З. Состояние пчеловодства и физико-химические показатели некоторых сортов меда Республики Молдова. В: *Ветеринария и кормление*, 2024, № 2, с. 26-30. ISSN:1814-9588. DOI: 10/30917/1814-9588.
22. ЕРЕМИЯ, Н., НЕЙКОВЧЕНА, Ю., КИРИЯК, А., САРЫ, Н., КОШЕЛЕВА, О. Физико-химические показатели, содержание микро, макроэлементов и тяжелых металлов в акациевом меде. В: *Животновъдни науки. Селскостопанска академия Болгарии*, 2019, LVI, № 6, с. 61-68. ISSN 0514-7441.
23. КАЙГОРОДОВ, Р.В., КУЛЕШОВА, Т.С., СЕМЁНОВА, Е.А. Влияние ботанического происхождения меда на содержание свободных аминокислот гистидина, фенилаланина и триптофана. *Вестник Пермского университета.* 2013 с. 22. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-botanicheskogo-proishozhdeniya-myoda-na-soderzhanie-svobodnyh-aminokislot-gistidina-fenilalanina-i-triptofana/viewer> (дата обращения 17.12.2020).
24. КОВАЛЬЧУК, И.И. Содержание тяжелых металлов в организме пчел и их продукции с разных экологических зон Прикарпатья. В: *Пчеловодство*, 2012, № 2, с. 6-7. ISSN 0369-8629.
25. КРИВЦОВ, Н.И. Определение объема выборки, необходимой для получения достоверных результатов в исследованиях по пчеловодству. *Методические рекомендации. Рыбное*, 1986. 6 с.

26. МЕРКУРЬЕВА, Е.К. Биометрия в селекции и генетике сельскохозяйственных животных, М: Колос, 1970. 312 с.

27. СОКОЛЬСКИЙ, С.С., РУСАКОВА, Т.М., РЕПНИКОВА, Л.В., МАРТЫНОВА, М.В. Экологически чистая продукция Красной Поляны. В. Пчеловодство, 2004, № 6, с. 12. ISSN 0369-8629.

28. ФАТКУЛЛИН, Р. Р., ГИЗАТУЛИНА, Ю.А. Оценка загрязнённости трофической цепи «почва – растение – тело пчелы – продукция пчеловодства» тяжёлыми металлами в условиях лесостепной зоны Южного Урала. [Известия Оренбургского государственного аграрного университета](#). Биологические науки. 2017, с. 251-253.

## LISTA LUCRĂRILOR ȘTIINȚIFICE PUBLICATE LA TEMA TEZEI

### ● Monografii, cărți

1. EREMIA, N., MACAEV, F., ZNAGOVAN, A., **COȘELEVA, O.** Tehnologia de întreținere și exploatare a familiilor de albine. Recomandări. Chișinău, Print-Caro, 2023, 104 p. ISBN 978-9975-175-14-2.

### ● Articole în reviste recunoscute din bazele de date Web of Science și SCOPUS

2. POGREBNOI, S., EREMIA, N., BILAN, D., LUPASCU, L., BOLOCAN, N., DUCA, G., ARMASU, S., TERTEAC, D., SEBANU, V., TINCU, S., ZNAGOVAN, A., NEICOVCENA, I., **COȘELEVA, O.**, SLANINA, V., MACAEV F. Characterization of propolis from moldova's central region: chemical composition, antioxidant and antimicrobial properties. CHEMISTRY JOURNAL OF MOLDOVA, General, Industrial and Ecological Chemistry. 2023, vol. 18, no. 1, p. 46-51. ISSN (p) 1857-1727 ISSN (e) 2345-1688 <http://cjm.ichem.md> <https://doi.org/10.19261/cjm.2023.924>.

[http://cjm.ichem.md/sites/default/files/article\\_files/ChemJMold\\_10.19261cjm.2023.924-Macaev.pdf](http://cjm.ichem.md/sites/default/files/article_files/ChemJMold_10.19261cjm.2023.924-Macaev.pdf)

3. EREMIA, N., **COȘELEVA, O.**, SUCMAN, N., BALAN, G., LUPAȘCU, L., MARDARI, T., MODVALA, S., MACAEV, M. Relationship between physicochemical parameters and antimicrobial activity of Moldavian honey. In J. Gorterica, 2023, 63 (10), p. 207-222. ISSN: 0017-2294. Leiden, Netherlands. Science Citation Index Expanded (Impact Factor: 0.333) <https://doi.org/10.59879/zT0YO>.

4. ЕРЕМИЯ, Н., НЕЙКОВЧЕНА, Ю., КИРИЯК, А., САРЫ, Н., **КОШЕЛЕВА, О.** Физико-химические показатели, содержание микро, макроэлементов и тяжелых металлов в акациевом меде. В: Животновъдни науки. Селскостопанска академия Болгарии, 2019, LVI, № 6, с. 61-68. ISSN 0514-7441.

### ● Articole în reviste străine recunoscute

5. ЕРЕМИЯ, Н.Г., **КОШЕЛЕВА, О.**, МАКАЕВ, Ф.З. Состояние пчеловодства и физико-химические показатели некоторых сортов меда Республики Молдова. В: Ветеринария и кормление. М., 2024, № 2, с. 26-30. ISSN:1814-9588. DOI: 10/30917/1814-9588.

### ● Articole în culegeri internaționale

6. EREMIA N., **KOSHELEVA O.**, NEICOVCENA I., MACAEV F. Physico-Chemical Properties of Honey and Sunflower Flowers of Various Soil and Climatic Zones of The Republic of Moldova. IV. International Agriculture Congress 16-17 December 2021 [www.utak2021.com](http://www.utak2021.com) Online Proceedings Book Editors Dr. Tuba BAK Dr. Emrah GÜLER UTAK2021. Comrat, 2021, 289-297. ISBN: 978-605-80128-6-8.

7. ЕРЕМИЯ, Н.Г., **КОШЕЛЕВА, О.**, МАКАЕВ, Ф.З. Стимулирующая подкормка пчел с использованием стевиозида. В сб.: Международной научно-практической конференции «Повышение производства продукции животноводства на современном этапе» посвященной 95-летию кафедры частного животноводства (2-4 ноября 2022 года). УО «Витебская государственная академия ветеринарной медицины». Витебск, 2022, с. 16-21. ISBN 978-985-591-166-2. <http://www.vsavm.by>.

8. **КОШЕЛЕВА, О.** Миграция тяжелых металлов в трофической цепи и качество меда. В сб.: Международной научно-практической конференции «Повышение производства продукции животноводства на современном этапе» посвященной 95-летию кафедры частного животноводства (2-4 ноября 2022 года). УО «Витебская государственная академия ветеринарной медицины». Витебск, 2022, с. 297-305. ISBN 978-985-591-166-2. <http://www.vsavm.by>.

9. ЕРЕМИЯ, Н.Г., **КОШЕЛЕВА, О.**, МАКАЕВ, Ф.З. Медосбор и физико-химические показатели липового меда Республики Молдова. В сб.: Актуальные проблемы инфекционной патологии животных и пути их решения. Международной научно-практической конференции, посвященной Дню белорусской науки и 95-летию кафедры эпизоотологии и инфекционных болезней (15-16 декабря 2022 г). УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». Витебск, 2023, с. 188-191. ISBN 978-985-591-170-9. <https://www.vsavm.by/wp-content/uploads/2022/12/Sbornik-epizoty-konferencii-polnyi23.pdf>.

10. ЕРЕМИЯ, Н.Г., **КОШЕЛЕВА, О.** Содержание микро- и макроэлементов в различных сортах меда Республики Молдова. Актуальные вопросы ветеринарной вирусологии, микробиологии и болезней пчел в современных условиях. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию со дня рождения доктора ветеринарных наук, профессора Смирновой Н.И. и Дню белорусской науки, г. Витебск, 7-8 декабря 2023 г. УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины. Витебск, 2023, с. 71-75. ISBN 978-985-591-194-5.

● **Articole în culegeri naționale**

11. ЕРЕМИЯ, Н., **КОШЕЛЕВА, О.**, МАКАЕВ, Ф.З. Содержание аминокислот в меде и цветках белой акации с разных почвено-климатических зон Республики Молдова. Международная научно-практическая конференция «Наука, образование, культура», Посвященная 30-ой годовщине Комратского государственного университета. Сборник статей. Комрат, 2021, том 1, с. 200-205. <https://kdu.md/images/Files/mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferenciya-nauka-obrazovanie-kultura-posvyashchennaya-30-oi-godovshchine-kgu-tom--1.pdf>.

12. ЕРЕМИЯ, Н., **COȘELEVA, O.**, NEICOVCENA, Iu., MACAEV, F. Conținutul micro-, macroelementelor și prezența metalelor grele în sol, flori și mierea de tei, albine. Conferința științifico-practică cu participare internațională dedicată celei de-a 65-a aniversări de la fondarea Institutului „Inovații în zootehnie și siguranța produselor animaliere – realizări și perspective”. Culegere de lucrări științifice. 30 septembrie-01 octombrie, Maximovca, 2021, p. 129-133. ISBN 978-9975-56-911-8.

13. **КОШЕЛЕВА, О.** Физико-химические показатели акациевого меда. Международная научно-практическая конференция «Наука, образование, культура», Посвященная 30-ой годовщине Комратского государственного университета. Сборник

статей. Комрат, 2021, том 1, с. 229-232. <https://kdu.md/images/Files/mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferenciya-nauka-obrazovanie-kultura-posvyashchennaya-30-oi-godovshchine-kgu-tom--1.pdf>.

14. КОШЕЛЕВА, О. Физико-химические показатели подсолнечного мёда. Международная научно-практическая конференция «Наука, образование, культура», Посвященная 31-ой годовщине Комратского государственного университета. Сборник статей. Комрат, 2022, том 1, с. 248-255, г. Комрат, orcid id: 0000-0002-1261-4953 <https://kdu.md/images/Files/mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferenciya-nauka-obrazovanie-kultura-posvyashchennaya-31-oi-godovshchine-kgu-tom-1.pdf>.

15. ЕРЕМИЯ, Н., КОШЕЛЕВА, О., МАКАЕВ, Ф. Весенняя подкормка пчел. Международная научно-практическая конференция «Наука, образование, культура», Посвященная 32-ая годовщина Комратского государственного университета. Сборник статей. Комрат, 2023, том 1, с. 375-379. ISBN 978-9975-83-255-7. <https://kdu.md/images/Files/mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferenciya-nauka-obrazovanie-kultura-posvyashchennaya-32-godovshchine-kgu-tom-1.pdf>

16. COȘELEVA, O. Indicii fizico-chimici ai diferitor tipuri de miere. Conferința tehnico-științifică a studenților, masteranzilor și doctoranzilor. UTM. Chișinău, 5-7 aprilie 2023, vol. 4, p. 192-195. ISBN 978-9975-45-956-3; ISBN 978-45-960-0.

17. EREMIA, N. COȘELEVA, O., MACAEV, F. The impact of choline chloride biostimulant on development and productivity of bee families. 33-ая годовщина Комратского государственного университета. Сборник статей. Комрат, 2024, том 1, с. 293-297. ISBN 978-9975-83-295-3. <https://kdu.md/images/Files/33-godovshina-kdu-tom-1.pdf>

● **Teze în culegeri științifice**

18. ЕРЕМИЯ, Н.Г.; НЕЙКОВЧЕНА, Ю.; КОШЕЛЕВА, О.; МАКАЕВ, Ф.З. Аминокислотный состав цветочной пыльцы белой акации и подсолнечника центральной и южной зоны Молдовы. II Всероссийская молодежная научно-практическая конференция «Вершины науки – покорять молодым! Современные достижения химии в работах молодых ученых». «Башкирская энциклопедия». Уфа, Россия, 25-28 мая 2021, с. 47-48. ISBN 978-5-88185-500-0. <https://drive.google.com/file/d/1ZMMKxfce4G1p57xmy0CaJ90qDZXvxhao/view?usp=sharing>.

19. ЕРЕМИЯ, Н.Г., КОШЕЛЕВА, О., НЕЙКОВЧЕНА, Ю., МАКАЕВ, Ф.З. Содержание аминокислот в цветках и меде подсолнечника из разных почвенно-климатических зон Республики Молдовы. Состояние и перспективы развития пчеловодства в Республики Молдова. АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВРЕМЕННОГО ПЧЕЛОВОДСТВА. Материалы Международной научно-практической конференции, проводимой под эгидой Федерации пчеловодческих организаций «Апиславия». Минск, «Беларуская навука», 2021, с. 70-71. [https://drive.google.com/file/d/1JIV6OE4ts3\\_Xc6E7kWWBTKjVzDO-VPFv/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1JIV6OE4ts3_Xc6E7kWWBTKjVzDO-VPFv/view?usp=sharing)

20. EREMIA N., KOSHELEVA O., NEICOVCENA I., MACAEV F. Physico-Chemical Properties of Honey and Sunflower Flowers of Various Soil and Climatic Zones of The Republic Of Moldova. IV. International Agriculture Congress. ABSTRACT BOOK. 16-17 December 2021 [www.azimder.org.tr](http://www.azimder.org.tr) <http://utak2021.com> Editors Dr. Emrah GÜLER, Dr. Tuba BAK. Comrat, 2021, p. 45. ISBN: 978-605-80128-5-1

21. EREMIA, N., COȘELEVA, O. Physical-chemical indices of different types of bee honey from the Republic of Moldova. The 13<sup>th</sup> CASEE Conference: "Smart Life Sciences and

Technology for Sustainable Development”. Technical University of Moldova. Chişinău, 28<sup>th</sup> -30<sup>th</sup> of June, 2023, p. 31-32. The Book of abstracts is provided on the following link (draft version). <https://utm.md/the-13th-casee-conference-smart-life-sciences-and-technology-for-sustainable-development/>

22. EREMIA, N. **COŞELEVA, O.**, MACAEV, F. Feeding the bees in the spring period. The book of abstracts of the International Scientific Symposium „MODERN TRENDS IN THE AGRICULTURAL HIGHER EDUCATION”, dedicated to the 90<sup>th</sup> anniversary of the founding of higher agricultural education in the Republic of Moldova, 05-06 October, 2023. Chişinău, 2023, p. 113-114.

● **Brevete de invenție**

23. EREMIA N., MACAEV, F., POGREBNOI, S., ZNAGOVAN, A., NEICOVCENA, I., **COŞELEVA, O.**, SARÎ, N., JEREGHI, V. Procedeu de hrănire a albinelor. Brevet de invenție de scurtă durată. Chişinău, MD 1607 Z 2022.10.31. BIOPI nr. 3/2022, p. 57. [https://agepi.gov.md/sites/default/files/bopi/BOPI\\_03\\_2022.pdf#page=7](https://agepi.gov.md/sites/default/files/bopi/BOPI_03_2022.pdf#page=7)

24. EREMIA N., MD; MACAEV, F., KRASOČIKO, P., POGREBNOI, S., ZNAGOVAN, A., NEICOVCENA, I., **COŞELEVA, O.**, EREMIA, I., SARÎ, A. Procedeu de hrănire a albinelor. Brevet de invenție de scurtă durată. Chişinău, MD 1611 Y 2022.04.30. BIOPI nr. 4/2022, p. 50. [https://agepi.gov.md/sites/default/files/bopi/BOPI\\_04\\_2022.pdf#page=7](https://agepi.gov.md/sites/default/files/bopi/BOPI_04_2022.pdf#page=7)

25. EREMIA N., MACAEV, F., KRASOČIKO, P., POGREBNOI, S., ZNAGOVAN, A., NEICOVCENA, I., **COŞELEVA, O.**, SARÎ, N., EREMIA, M. Procedeu de hrănire a albinelor. Brevet de invenție de scurtă durată. Chişinău, MD 1612 Z 2022.11.30. BIOPI nr. 4/2022, p. 50. [https://agepi.gov.md/sites/default/files/bopi/BOPI\\_09\\_2023.pdf#page=7](https://agepi.gov.md/sites/default/files/bopi/BOPI_09_2023.pdf#page=7)

## ADNOTARE

**COȘELEVA Olga, "Influența migrației metalelor grele în lanțul trofic asupra calității mierii de albine". Teză de doctor în științe agricole, Chișinău, 2024.**

**Structura tezei:** introducere, patru capitole, concluzii generale și recomandări, bibliografia din 308 de titluri, 9 anexe, 119 pagini text de bază, 17 figuri și 43 tabele. Rezultatele obținute sunt publicate în 25 lucrări științifice.

**Cuvinte-cheie:** familii de albine, sol, florile plantelor melifere, miere, ghemotoace de polen, albine, indici morfo-productivi, hrană stimuloare, biostimulatori.

**Scopul lucrării:** argumentarea științifică și evaluarea calității mierii din diferite zone pedoclimatice, migrației metalelor grele în lanțul trofic, sporirii producției mierii cu utilizarea biostimulatorilor în hrana albinelor.

**Obiectivele cercetării:** determinarea indicilor fizico-chimici ai mierii de albine din diferite zone pedoclimatice; identificarea conținutului de micro-, macroelemente și metale grele în mierea din diferite zone pedoclimatice; determinarea compoziției de aminoacizi și a activității antibacteriene a mierii de albine; aprecierea migrației și conținutului micro-, macroelementelor și metalelor grele din lanțul trofic (*sol – florile plantelor melifere – miere – ghemotoacele de polen – propolis – corpul albinelor*); evaluarea eficacității utilizării biostimulatorilor naturali la hrănirea albinelor și elaborarea recomandărilor practice.

**Noutatea și originalitatea științifică** constă în argumentarea științifică a evaluării calității mierii din diferite zone pedoclimatice și a surselor melifere, precum și migrației metalelor grele în lanțul trofic, sporirea producției mierii, creșterii rezistenței la iernare a familiilor de albine prin utilizarea biostimulatorilor și elaborarea noilor procedee de hrănire a albinelor (Brevete de invenție MD 1607; MD 1611; MD 1612).

**Rezultatul obținut care contribuie la soluționarea unei probleme științifice importante** privind *determinarea* calității mierii din diverse zone pedoclimatice și surse melifere, relevarea conținutului micro-, macroelementelor, migrației metalelor grele în lanțul trofic, *optimizarea* utilizării unor biostimulatori, ceea ce a stat la baza *elaborării* procedeelelor noi de hrănire a albinelor, care asigură creșterea producției de miere și rezistenței la iernare a familiilor de albine.

**Semnificația teoretică:** în premieră au fost efectuate cercetări științifice complexe privind evaluarea calității mierii din diferite zone pedoclimatice, migrația metalelor grele în lanțul trofic și sporirea producției de miere cu utilizarea biostimulatorilor în hrana albinelor.

**Valoarea aplicativă** a tezei constă în identificarea zonelor ecologice pentru obținerea mierii de calitate superioară, stabilirea migrației metalelor grele în lanțul trofic și sporirea producției de miere utilizând biostimulatori la hrănirea albinelor.

**Implementarea rezultatelor științifice** s-a realizat în diverse stupine din raioanele Nisporeni, Strășeni, Călărași, Orhei și în procesul de învățământ la Universitatea Tehnică a Moldovei.

## АННОТАЦИЯ

**КОШЕЛЕВА Ольга, "Влияние миграции тяжелых металлов в трофической цепи на качество пчелиного меда". Докторская диссертация сельскохозяйственных наук, Кишинев, 2024.**

**Структура диссертации:** введение, четыре главы, общие выводы и рекомендации, библиография из 308 наименований, 9 приложений, 119 страниц основного текста, 17 рисунков и 43 таблицы. Результаты исследования были опубликованы в 25 научных статьях.

**Ключевые слова:** пчелиные семьи, почва, цветки медоносов, мед, пыльцевые обножки, пчелы, морфо-продуктивные показатели, подкормки, биостимуляторы.

**Цель работы:** состоит в научном обосновании и оценке качества меда разных почвенно-климатических зон, миграции тяжелых металлов в пищевой цепи и повышение производства меда с применением биостимуляторов в подкормке пчел.

**Задачи исследования:** определение физико-химических показателей пчелиного меда из разных почвенно-климатических зон; выявление содержания микро-, макроэлементов и тяжелых металлов в меде из разных почвенно-климатических зон; определение аминокислотного состава и антибактериальной активности пчелиного меда; выявление миграции и содержания микро-, макроэлементов и тяжелых металлов в трофической цепи (*почва – цветки медоносных растений – мед – пыльцевые обножки – прополис – тело пчел*); оценка эффективности использования природных биостимуляторов в подкормке пчел и разработать практические рекомендации.

**Научная новизна и оригинальность** заключается в научной аргументации и оценке качества меда разных почвенно-климатических зон и источников медоносов, а также миграция тяжелых металлов в пищевой цепи, увеличения производства меда, повышения зимостойкости пчелиных семей путем использования биостимуляторов и разработка новых способов подкормке пчел (патенты на изобретения MD 1607; MD 1611; MD 1612).

**Полученный основной результат способствует решению важной научной задачи по определению** качества меда из различных почвенно-климатических зон и медоносов, выявлению содержания микро-, макроэлементов и миграции тяжелых металлов в пищевой цепи, *оптимизации* использования биостимуляторов, что послужило основой для *разработки* новых способов, обеспечивающих повышению производство меда и зимостойкости пчелиных семей.

**Теоретическая значимость:** впервые проведены комплексные исследование по оценке качества меда разных почвенно-климатических зон, миграция тяжелых металлов в пищевой цепи и повышение производства меда с применением биостимуляторов в подкормке пчел.

**Практическая значимость** заключается в выявлении экологических зон для получения меда высокого качества, установлении миграции тяжелых металлов в пищевой цепи и увеличения производства меда с использованием биостимуляторов в подкормке пчел.

**Внедрение научных результатов** проводились на различных пасеках в районах Ниспорены, Страшены, Калараш, Орхей и в учебном процессе – в Техническом Университете Молдовы.

## ANNOTATION

**KOSHELEVA Olga, "The impact of heavy metal migration on the quality of honey in the trophic chain". PhD Thesis in Agricultural Sciences, Chişinau, 2024.**

**Thesis structure:** introduction, four chapters, conclusions and recommendations, bibliography of 308 titles, 10 appendices, 124 pages of main text, 15 figures and 42 tables. The results of the study were published in 25 scientific articles.

**Key words:** bee families, soil, nectar-producing flowers, honey, pollen loads, bees, morphoproductive indicators, supplements, biostimulants.

**The purpose of research:** to scientifically substantiate and evaluate the quality of honey from different soil and climatic zones, investigate the migration of heavy metals in the food chain, and enhance honey production through the implementation of biostimulants in bees' nutrition.

**Research Goals:** to determine the physicochemical properties of honey from different soil and climatic zones; identify the content of microelements, macroelements, and heavy metals in honey from different soil and climatic zones; define the amino acid composition and antibacterial activity of honey; investigate migration and content of microelements, macroelements, and heavy metals in the trophic chain (*soil – flowers of honey plants – honey – pollen loads – propolis – bee body*); assess the effectiveness of natural biostimulants usage in bee nutrition and provide practical recommendations.

**Novelty and originality:** lie in the scientific reasoning and evaluation of honey quality from different soil-climatic zones and nectar sources, as well as the migration of heavy metals in the food chain, increasing honey production, increasing the winter hardiness of bee colonies by using biostimulants and developing new methods of feeding bees (patents for inventions MD 1607; MD 1611; MD 1612).

**The main result contributes to the solution of an important scientific problem** of *determining* the quality of honey from various soil-climatic zones and nectar sources, identifying the content of micro- and macroelements and the migration of heavy metals in the food chain, *optimizing* the use of biostimulants, which served as the basis for the *development* of new methods to increase honey production and improve the winter hardiness of bee colonies.

**Theoretical Significance:** for the first time, complex scientific research was carried out in the evaluation of the quality of honey from different pedoclimatic zones, the migration of heavy metals in the food chain and the increase of honey production with the use of biostimulators in bee feeding.

**Practical significance of the research** lies in identifying ecological zones for obtaining high-quality honey, determining the migration of heavy metals in the food chain, and increasing honey production through the use of biostimulants in bee feeding.

**The implementation of scientific results** was carried out at different apiaries in the regions of Nisporeni, Straşeni, Călăraşi, Orhei and applied to the academic programs at the Technical University of Moldova.



**COȘELEVA OLGA**

**INFLUENȚA MIGRAȚIEI METALELOR GRELE ÎN LANȚUL TROFIC  
ASUPRA CALITĂȚII MIERII DE ALBINE**

**421.03 – TEHNOLOGIA CREȘTERII ANIMALELOR ȘI OBTINERII PRODUSELOR  
ANIMALIERE**

**Rezumatul tezei de doctor în științe agricole**

---

Bun de tipar 28.11.24

Hârtie ofset. Tipar RISO

Coli de tipar: 2,25

Formatul hârtiei 60x84 1/8

Tirajul 30 ex.

Comanda nr.125

---

MD-2004, Chișinău, bd. Ștefan cel Mare și Sfânt, 168, UTM  
MD-2045, Chișinău, str. Studenților, 9/9, Editura „Tehnica-UTM”

**CHIȘINĂU, 2024**